



Optimal inkalvningsålder för rekryteringskvigor till mjölkproduktion

- relaterat till data ifrån egen besättning



Foto av: Frida Månsson

Av
Rebecca Nilsson

Engelsk titel: Optimal age at calving for replacement heifers related to data from own dairy herd.

Handledare: Ingemar Olsson

Inst. Husdjurens utfodring och vård

Examinator: Jan Bertilsson

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp

Litteraturstudie

SLU, Uppsala 2009

Abstract

Heifer's growth may be divided into three main phases: calf period, puberty and pregnancy. When the heifers are about three months old a critical period begins. This period ends when the heifer reach puberty and have her first oestrus at around 9-12 months of age. In the critical period the mammary gland starts to grow at a fast rate and Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) transport the growth signals to the mammary glands. If the heifer is reared at extremely high growth rates (>800 g/day) during the critical period the milk yield in future lactations will be negatively affected. A heifer's future milk yield is determined by many factors during growth and the most important for milk production is calving age and body weight at calving. Results have shown that the milk yield increase significantly in the first lactations with increasing age at calving. Contrary, the heifer begins to be profitable after calving, and thus a low age at calving is desirable for economic reasons. The optimal age at calving has been discussed in the present literature review in which high and low calving ages both have advantages and disadvantages. Data was collected from 110 Swedish Holstein heifers, where results have shown that milk yield in the first lactation increases with increased calving age. The results also shown that the heifers age at calving distinguish between the different months of the year.

Sammanfattning

En kvigas uppväxt kan delas in i olika tillväxtfaser: kalvperiod, pubertet och dräktighet. När kvigan är ca tre månader gammal börjar en kritisk period i kvigans tillväxt. Den kritiska perioden avslutas när kvigan når puberteten och första brunsten vid ungefär 9-12 månaders ålder. I den kritiska perioden utvecklas stora delar av juvret med en hög tillväxthastighet och signalerna för tillväxt förs fram till juvret via Insulin-like growth factor-1 (IGF-1). Om kvigan under denna period haft extremt höga tillväxthastigheter (>800 g/dag) kommer mjölkproduktionen i framtida laktationer påverkas negativt. En kvigas framtida mjölkavkastning bestäms av många faktorer under tillväxten och de mest betydande för mjölkproduktionen är inkalvningsåldern och inkalvningsvikten. Resultat har visat att mjölkavkastningen ökar signifikant i de första laktationerna med stigande inkalvningsålder. Tidpunkten då kvigan kalvar är starten för då hon börjar bli lönsam och därmed är en låg inkalvningsålder önskvärt av ekonomiska skäl. Vilken inkalvningsålder som är optimal har diskuterats i litteraturoversikten där både höga och låga inkalvningsåldrar har både för- och nackdelar. En egen sammanställning av data från 110 kor av rasen Svensk Holstein har visat att mjölkproduktionen i första laktationen ökade med stigande inkalvningsålder. Resultaten visar också att inkalvningsåldern skiljer mellan de olika kvartalen på året

Introduktion

Kvigkalvar som föds upp idag ska bli framtidens mjölkkor och det är därför viktigt att de får en bra uppväxt med bra foder, miljö och skötsel. En uppfödningstrategi för kvigor är att de ska kalva in vid så låg ålder som möjligt. Detta leder ofta till problem då kvigans tillväxthastighet i den kritiska perioden blir alltför hög för att juverutvecklingen och mjölkproduktionen ska bli maximal (Sejrsen & Foldager, 2003). Den kritiska perioden inträffar när kvigan är mellan tre och tolv månader då både kroppstillväxt och juverutveckling är stor.

Ofta tycks ungdjur få ett foder med ett lågt näringsinnehåll som inte passar så bra för utfodring av mjölkorna i besättningen. Det leder ofta till att de kanske växer sämre än vad de skulle kunna göra. Fodret har lägre näringsinnehåll för att hålla sysselsättningsgraden uppe.

Om de skulle få ett ensilage med högt innehåll av energi och protein kan de inte äta så stora mängder innan deras näringsbehov är täckt. Foderstatens näringsinnehåll är en balansgång mellan näringsbehovet för underhåll, tillväxt och kvigans konsumtionsförmåga. Därmed får inte foderstatens koncentrationsgrad vara så låg att kvigan inte kan konsumera tillräcklig mängd för att uppnå önskad tillväxthastighet men inte heller så hög att ättiden blir alltför kort. Det är djurhållarens ansvar att ge kvigorna en bra start i livet och en ärlig chans till att leva upp till de krav som idag ställs på dem som blivande mjölkkor. I Sverige är genomsnittsåldern för inkalvning mellan 28 och 29 månader (Herlin & Swensson, 2004). Ju yngre kvigorna är vid inkalvning desto lägre blir uppfödningkostnaderna per kviga i form av stallplats, foder och arbetstid. Svenska uträkningar från år 2004 har visat att det kostar i genomsnitt 3000 kr mer att föda upp en kviga till 30 månader jämfört med till 24 månaders ålder vid inkalvning (Herlin & Swensson, 2004). Är det då ekonomiskt att låta inkalvningsåldern vara nästan 30 månader?

En ko är dräktig i 9 månader och kan reproducera sig året om, brunstcykeln är 21 dagar lång och de är brunstiga i ca 18 timmar. Att få en kviga dräktig så att de kalvar in vid optimal ålder och kroppsvikt så kvigans produktionspotential blir så hög som möjligt är en utmaning. När en kviga blir köns mogen beror mer av dess kroppsvikt än ålder, men vanligtvis brukar första brunsten visa sig när kvigan är mellan 9 och 12 månader gammal (Le Cozler et al., 2008). Vid första brunsten väger en Svensk Holstein ca 245 kg och en Svensk Röd Boskap, SRB ca 260 kg (Danielsson et al., 2006). Att seminera/betäcka första gången runt 15 månaders ålder är gynnsamt för kvigans fertilitet (Lin et al., 1986; Le Cozler et al., 2008).

Syftet med arbetet var att utifrån en litteraturstudie se vid vilken vikt och ålder som det var mest optimalt för en kviga att kalva för att få ett långt liv med så hög mjölkproduktion som möjligt. Detta jämfördes med data från mjölkkobesättningen på Rosendals gods i Skåne.

Tillväxtfaser för kvigan

Man kan dela in kalvens utveckling till ko i tre olika tillväxtfaser: kalvperiod, pubertet och dräktighet. Puberteten delas även den upp i tre faser: pre-puberteten påbörjas när kvigan är mellan två och tre månader gammal, puberteten mellan 9 och 12 månaders ålder och post-puberteten från 12 månader fram tills kvigan blir dräktig (Sejrsen et al., 2000).

En normal inkalvningsvikt för en kviga av rasen Svensk Holstein är ca 550 kg och för en SRB ca 500 kg. För att kvigan ska ha uppnått den vikten vid inkalvning bör tillväxthastigheterna för Svensk Holstein ha varit ca 700 g/dag och för SRB ca 650 g/dag under tillväxtperioderna (Danielsson et al., 2006). Puberteten infaller mellan 9 och 12 månaders ålder och då väger en Svensk Holstein kviga ca 245 kg och en SRB ca 260 kg (Danielsson et al., 2006; Le Cozler et al., 2008).

Den pre-pubertala tidsperioden från tre månader fram till puberteten är en kritisk period i kvigans utveckling för då är juvertillväxten allometrisk, dvs. tillväxthastigheten är högre för juvret än vad den är för resten av kroppen (Sejrsen et al., 2000). Juvrutvecklingen är beroende av tillväxthormoner i blodet och är tillväxthastigheten för hög minskar mängden hormon i blodet och därmed tillväxten på juvervävnaden (Sejrsen et al., 2000).

Optimal tillväxthastighet

För att mjölmängden inte ska påverkas av vilken tillväxthastighet kvigan har så ska tillväxthastigheten ligga mellan 600 och 700 g/dag i den pre-pubertala tillväxtfasen (Sejrsen et

al., 2000). Är tillväxthastigheten ≥ 800 g/dag kommer juverutvecklingen att påverkas negativt, och det kommer inte att utvecklas lika mycket parenkymal dvs. funktionell vävnad i juvret som vid en lägre tillväxthastighet (Sejrsen et al., 1982). Om tillväxthastigheten ökar i den pre-pubertala fasen från 600 g/dag till 1000 g/dag kommer mjölkproduktionen minska med 5 % i första laktationen (Van Amburgh et al., 1998). Capuco et al. (1995) har visat att det finns skillnader mellan foderslag när det gäller hur mycket tillväxthastigheten påverkar juvertillväxten. De negativa effekterna på juvertillväxt som ges av hög utfodringsintensitet är större på en foderstat som är baserad på majsensilage än en foderstat baserad på lucernensilage (Capuco et al., 1995). I post-puberteten påverkas inte juvertillväxten och därmed inte heller den framtida produktionspotentialen av kvigans tillväxthastighet (Sejrsen et al., 1982).

Juverutveckling

Olika utvecklingsfaser

Juvret utvecklas i olika faser under kvigans uppväxt; under fosterperioden, puberteten samt under dräktigheten. Under fosterperioden utvecklas strukturen för mjölkkörtlarna och vid födseln är formen och vävnad som inte hör till epitelet nästan fullt utvecklat, men inga alveoler har bildats (Sejrsen et al., 2000).

I pre-puberteten börjar mjölkkörtlarna att utvecklas, tillväxthastigheten för juvret är då allometrisk (Sinha & Tucker, 1969; Sejrsen et al., 1982). Den allometrisk fasen för juverutvecklingen avslutas i pubertetsåldern för kvigan. I puberteten väger juvret mellan två och tre kilo och består till ca 50 % av funktionell vävnad (Sejrsen et al., 1982). Kvigor som utfodrats med fri tillgång på foder, *ad libitum* (*ad lib.*), under den allometrisk fasen har totalt sett större juver än kvigor som fått en begränsad foderstat, men ökningen på juverstorleken beror främst av fettinlagring i juvervävnaden (Sejrsen et al., 1982). Studier gjorda av Sejrsen et al. (1982) visar att kvigor som utfodrats *ad lib.* under den allometrisk fasen har utvecklat 15 % mindre funktionell vävnad än kvigor som haft en begränsad fodertillgång.

I den post-pubertala fasen är tillväxten av juvret begränsad och isometrisk dvs. att juvret växer i samma takt som resten av kroppen. Under senare delen av dräktigheten utvecklas juvret som mest för att bli mjölkproducerande. Då bildas alveolerna och ger juvret en differentierad cellvävnad som är kapabel att producera mjölk. Den framtida produktionspotentialen av mjölk bestäms av hur många mjölkproducerande celler det finns i mjölkkörtlarna (Sejrsen, 1994).

Juverutvecklingen är i stort sett avslutad när kvigan kalvar och växer sedan bara storleksmässigt (Sejrsen et al., 2000). Ett juver hos en ko kan väga upp till 25 kg med ca 50-60 % parenkymal vävnad (Harrison et al., 1983; Foldager & Sejrsen, 1991)

Hormoners påverkan på juverutvecklingen

Studier har visat att det främst är hormoner från hypofysen och äggstockarna som påverkar juvertillväxten (Weber et al., 1999). De hormoner som främst påverkar juverutvecklingen är prolactin och tillväxthormon (growth hormon, GH) från hypofysen och östrogen från äggstockarna. Hovey et al. (1998) visade att effekterna av GH och östrogen påverkade juvret via insulin-like growth factor-1 (IGF-1) som har en stor betydelse för juvertillväxten. IGF-1 stimulerar juvercellerna till celledelning men den exakta mekanismen för hur det går till och

om IGF-1 påverkar juvret i fler avseende vet man inte än (Sejrsen et al., 2000; Akers et al., 2005).

Utfodringsintensiteten i den pre-pubertala fasen styr frisättningen av GH. Om utfodringsintensiteten är hög sjunker GH-koncentrationen i blodet (Sejrsen et al., 1983) och detta leder till att IGF-1 frisättningen ifrån bland annat levern ökar (Sejrsen et al., 2000). En förklaring till att juvertillväxten påverkas är att juvret får en nedsatt mottaglighet av IGF-1 vid en hög utfodringsintensitet. Detta visar att GH-koncentrationen i blodet och juvertillväxt har en positiv fördelaktig korrelation till varandra (Sejrsen et al., 1983). Den negativa koppling som finns mellan tillväxthastighet och juverutveckling finns även indirekt mellan utfodringsintensitet och juvertillväxt. Så för att juvret ska ha maximal tillväxthastighet ska inte utfodringsintensitet eller tillväxthastighet vara för hög för då påverkas juvret av negativa tillväxteffekter.

Brunst och dräktighet

Puberteten är en process som leder fram till att ett djur blir kapabelt att reproducera sig. Hos en kviga innebär det att det sker regelbundna ägglossningar från äggstockarna. De första ägglossningarna beror mer av hur mycket en kviga väger än hur gammal hon är (Sorensen et al., 1959). Vid första brunsten väger en kviga omkring 250-280 kg hos stora mjölkkoraser (Sejrsen, 1994). En kviga visar sin första brunst mellan 9 och 12 månaders ålder och i samband med den så avslutas den kritiska perioden (Sejrsen, 1994). Hur mycket en kviga väger när hon når puberteten kan variera mellan 150 och 400 kg, men <5 % av kvigorna når puberteten före 200 kg kroppsvikt och <10% når puberteten efter 300 kg kroppsvikt (Sejrsen & Purup, 1997).

För att få en kviga att nå puberteten tidigare än normalt så att hon kan semineras eller betäckas vid en lägre ålder krävs det att hon har haft en hög tillväxthastighet fram till puberteten. Ett sätt att sänka medelåldern på första brunsten från 16,6 månader till 8,4 månader är att öka tillväxthastigheten från 450 g/dag till 850 g/dag (Sejrsen & Purup, 1997). Om tillväxthastigheten varit >800 g/dag i pre-puberteten kommer mjölkproduktionen att påverkas negativt. Mjölkproduktionen minskar för att den utvecklade mängd sekretorisk vävnad i juvret minskar eftersom den kritiska perioden blir kortare när kvigan är yngre vid sin första brunst (Sejrsen et al., 1982).

Medelantalet dräktigheter för en ko av rasen Holstein i USA innan de blir utslagna ur besättningen är idag 2,8 jämfört med för 20 år sedan då medel låg på 3,4 dräktigheter (Nieuwhof et al., 1989; Tsuruta et al., 2005). En av de största orsakerna till att livslängden för en ko blir allt kortare är att fertiliteten blivit sämre (Wathes et al., 2008).

Hormoner

Brunsten delas upp i faserna follikelfas och lutealfas. De hormoner som påverkar ägglossningen är luteiniserande hormon LH och östradiol. I follikelfasen sänks koncentrationen av progesteron i blodet. Då kan follikelstimulerande hormon FSH som stimulerar follikeltillväxt, LH och östradiol öka. Det är LH som påverkar äggstockarna så att ägglossningen sker. När ägglossningen skett minskar LH- och östradiolkoncentrationen och progesteronkoncentrationen ökar igen. Progesteron är ett dräktighetsbevarande hormon som ser till livmodern blir anpassad för ett embryos utveckling samt motverkar att det sker ägglossningar (Sjaastad et al., 2003).

Om kvigan inte blivit inseminerad eller betäckt 6-24 timmar innan ägglossningen kommer progesteronkoncentrationen att minska och då kan FSH som stimulerar äggbildning och de två ägglossande LH och östradiolhormonerna öka igen vilket medför att brunstcykeln börjar om och en ny ägglossning från äggstockarna sker återigen (Sjaastad et al., 2003). Kvigans första ägglossning sker när hypofysen förlorat sin känslighet för den negativa feedback som östradiol ger samtidigt som LH-koncentrationen ökar (Moran et al., 1989).

Inkalvningsålder

Fördelarna med att sänka inkalvningsåldern på en kviga är att uppfödningsekostnaderna minskar eftersom kvigan påbörjar sin första laktation vid en lägre ålder och då kommer även antalet lakterande dagar öka något innan hon blir utslagen eftersom inkalvningsåldern var låg. Studier utförda av Dobos et al., (2001) har visat att kvigans kroppsvikt vid inkalvning är 2-3 gånger viktigare än vad inkalvningsålder är för att produktionen i första laktationen ska bli maximal. Både ålder och kroppsvikt vid kalvning har en stor betydelse för produktionen i senare laktationer. Faktorer ålder och kroppsvikt är så högt korrelerade till varandra att det är svårt att separera effekterna av de två egenskaperna (Dobos et al., 2001; Dobos et al., 2004).

Studier av Svensson & Hultgren (2008) har visat att det finns en tendens till att inkalvning mellan maj och september ger en något högre mjölkavkastning än inkalvning under resterande månader av året.

Skillnader i mjölkavkastning beroende av ålder och kroppsvikt vid inkalvning

Försök (Dobos et al., 2004) har visat att kvigor som kalvade in vid 29,9 och 33,9 månaders ålder hade en signifikant ($p < 0,05$) högre mjölkproduktion i de två första laktationerna än kvigor som har kalvade in vid 25,1 månaders ålder. Där avkastningen i de två första laktationerna varierade mellan 4700-5800 l. De äldre kvigorna (29,9 och 33,9) producerade även signifikant mer fett och mjölkprotein än vad de yngre (25,1) gjorde i de två första laktationerna. När korna avslutat den tredje laktationen var mjölkproduktion lika stor oberoende om de var 25,1; 29,9 eller 33,9 månader gamla vid inkalvning. Försöket av Dobos et al. (2004) visar även att en Holstein-Friesian kviga gav signifikant ($p < 0,05$) mer mjölk om hon kalvade in vid en vikt av 549 kg istället för vid 498 kg. Även mängden fett och protein i mjölken påverkades av inkalvningsvikt. Kvigor som kalvade in vid en kroppsvikt på 549 kg och 595 kg producerade signifikant ($p < 0,05$) mer av både fett och protein i mjölken än kvigor som kalvat in vid en kroppsvikt på 498 kg i första laktationen (Dobos et al., 2004).

Att minska inkalvningsåldern ger inte bara kvigorna chansen att börjar producera mjölk tidigare, det sänker även uppfödningsekostnaderna. Ofta när inkalvningsåldern minskas så brukar även kroppsvikten vid inkalvning minskas, detta beror på att det är kostsamt och svårt att minska åldern och öka kroppsvikten vid kalvning utan att ha haft en för hög tillväxthastighet (Dobos et al., 2004).

Om både ålder och kroppsvikt minskas vid inkalvning kommer mjölkproduktionen i de första laktationerna att bli mindre. Den minskning som sker i mjölkproduktion då inkalvningsåldern sänks beror ofta på åldersskillnaden men även på utvecklingsstadiet hos kvigan. En kviga som kalvar in vid 34 månaders ålder har haft betydligt längre tid på sig att utvecklas fram till betäckning eller seminering än vad en kviga som kalvar in vid 24 månaders ålder har haft (Lin et al., 1986).

Optimal inkalvningsålder för maximal mjölkproduktion

Gill & Allaire (1976) visade att den mest optimala inkalvningsåldern ur ekonomisk synpunkt var mellan 22,5 och 23,5 månaders ålder för då uppnåddes den maximala produktionsförmågan och uppfödningkostnaderna var låga. Den totala mängden mjölk en ko producerade minskade för varje månad äldre en kviga var än 23,5 månader vid inkalvning. Den största mjölmängden per dag erhöles dock om kvigan kalvade in när hon var 25 månader gammal. Att mjölmängden per dag var större för kvigor som var ≥ 25 månader gamla vid inkalvning var dock inte tillräckligt för att täcka de högre uppfödningkostnaderna per kviga som uppstod inkalvningsåldern höjdes.

Ett fall från praktiken - med data ifrån Rosendals gods

Material och metod

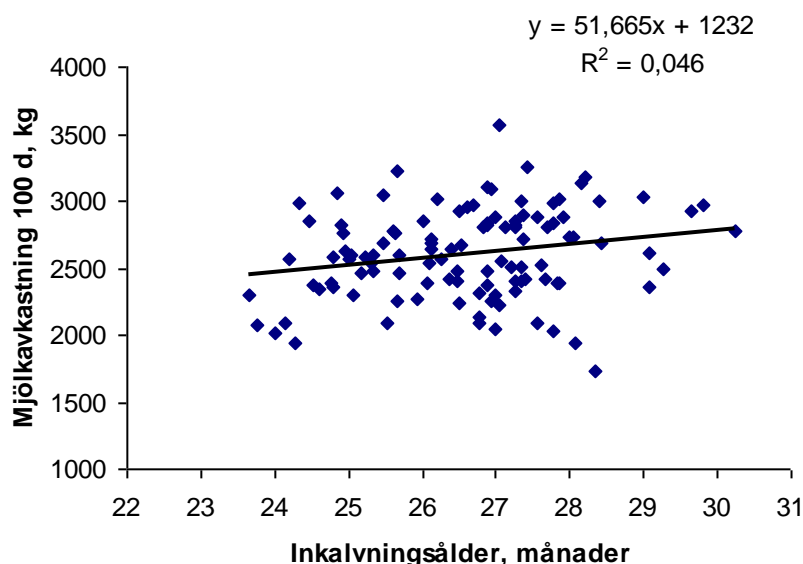
Data från alla 110 kvigor av rasen Svensk Holstein från Rosendals gods som kalvade in år 2006-2008 har sammanställts för att illustrera sambanden mellan inkalvningsålder och mjölkavkastning under första laktationen med ett praktiskt exempel. Sammanställningen baseras på födelsedatum, inkalvningsdatum och mjölkavkastning 0-100 dagar respektive 0-305 dagar. Sambandet mellan mjölmängd och inkalvningsålder beräknades med PROC GLM (SAS, 2002-2003) enligt den linjära modellen:

Avkastning = Inkalvningsålder

Skillnader i avkastning mellan kvigor som var födda i olika kvartal eller kalvade in under olika kvartal testades med en enkelvariansanalys (PROC GLM)

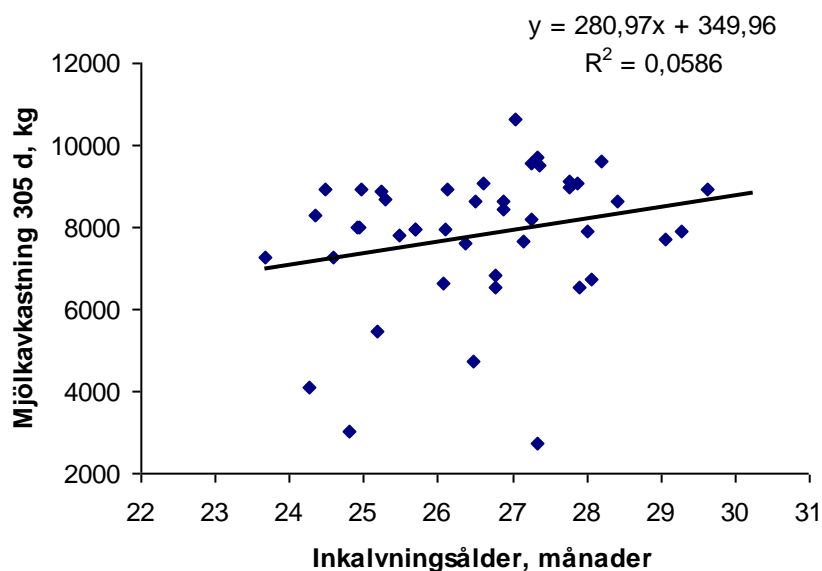
Sambanden illustrerades med hjälp av diagram konstruerade i Excel.

Resultat



Figur 1. Sambandet mellan inkalvningsålder och producerad mjölmängd under 0-100 dagar i första laktationen vid Rosendals gods 2006-2008.

Resultaten visade att mjölk mängden ökade med ökad inkalvningsålder. För varje månad som inkalvningsåldern ökade ökade mjölk mängden under de 100 första dagarna av laktationen med 51,7 kg (Figur 1). Denna effekt var signifikant ($p < 0,05$). Även för hela första laktationen (305 dagar) var det ett positivt samband mellan mjölkavkastning och inkalvningsålder (Figur 2) men av de 110 observationerna hade endast 44 uppgift om mjölkavkastning under hela första laktationen. Trots att ökningen av mjölk mängden för varje månads ökning av inkalvningsåldern var relativt större, 281 kg, var inte effekten signifikant, troligen på grund av ett färre antal observationer och en större variation mellan observationerna.



Figur 2. Sambandet mellan inkalvningsålder och producerad mjölk mängd under 305 dagars laktation vid Rosendals gods 2006-2008.

Tabell 1. Inkalvningsålder och mjölk mängd i första laktationen vid olika inkalvningskvartal vid Rosendals gods 2006-2008, Least Square Means, (LSM) \pm SEM. Medeltal som är markerade med olika bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda

Inkalvningskvartal	n	Inkalvningsålder	Mjölkmängd, 0-100 d
1	29	26,8 ^a \pm 0,2	2587 \pm 61
2	30	27,6 ^b \pm 0,2	2731 \pm 60
3	19	26,6 ^a \pm 0,3	2527 \pm 76
4	32	25,5 ^c \pm 0,2	2553 \pm 58

Tabell 2. Inkalvningsålder och mjölk mängd i första laktationen vid olika födelsekvartal vid Rosendals gods 2006-2008, Least Square Means, (LSM) \pm SEM. Medeltal som är markerade med olika bokstäver är signifikant skilda

Födelsekvartal	n	Inkalvningsålder	Mjölkmängd, 0-100 d
1	33	27,5 ^a \pm 0,2	2688 \pm 58
2	8	27,2 ^a \pm 0,4	2630 \pm 118
3	22	25,7 ^b \pm 0,3	2500 \pm 71
4	47	26,2 ^b \pm 0,2	2595 \pm 49

Det finns en signifikant effekt ($p < 0,0001$) på inkalvningsåldern av inkalvning i olika kvartal på året (Tabell 1). En signifikant ($p < 0,0001$) skillnad fanns även mellan kvigors födelsekvartal och deras inkalvningsålder (Tabell 2). Det fanns dock ingen signifikant

skillnad i mjölkavkastning mellan de olika inkalvnings- eller födelsekvartalen i första laktationen (0-100 d).

Diskussion

Syftet med studien var att sammanställa forskningsresultat om inverkan av inkalvningsåldern på kvigornas framtida mjölkavkastning och att relatera detta till verkliga produktionsdata från en större besättning. Det finns många olika faktorer som påverkar en kvigas mjölkproduktion i de kommande laktationerna. Faktorer som anses påverka mjölkproduktionen mycket är kroppsvikt och inkalvningsålder. Inkalvningsåldern är den faktor som många diskuterar kring och det kan bero på att det är en faktor som alla har möjlighet att kontrollera på gårdsnivå och utifrån inkalvningsåldern regleras ofta önskad inkalvningsvikt. Det finns många argument för om en låg eller hög inkalvningsålder är önskvärd, men ett generellt mål är vid 24 månaders ålder (Le Cozler et al., 2008). Det som begränsar hur låg inkalvningsåldern kan bli är främst när kvigan visar sin första brunst. För att första brunsten ska visa sig i tidigare ålder än normalt krävs det att kvigan har en hög tillväxthastighet i pre-puberteten eftersom det till största del är kvigans kroppsvikt och inte ålder som avgör när första brunsten visar sig (Sorensen et al., 1959). Vid inkalvning bör en Svensk Holstein väga ca 550 kg vilket är ca 85% av vuxenvikten (Danielsson et al., 2006). Genom att ange vikten i procentenheter av vuxenvikt kan vikter jämföras mellan olika raser trots att de har olika storlek samt kompensera för den storleksökning inom rasen som hela tiden sker pga. selektion för ökad mjölkproduktion.

För att sänka åldern vid första brunsten och därmed öppna möjligheten för en tidig dräktighet höjs tillväxthastigheten i pre-puberteten. Sejrson et al. (1982) har visat att kvigor som får *ad lib.* tillgång på foder når sin första brunst vid en lägre ålder än kvigor utfodrade på en begränsad foderstat. Att *ad lib.* tillgång på foder sänkte åldern för puberteten kan bero på att kvigor utfodrade *ad lib.* åt mer och därmed hade en högre tillväxthastighet (>1000 g/dag) än vad kvigor på begränsad (ca 600 g/dag) foderstat hade. Nackdelen med att låta tillväxthastigheten vara >1000 g/dag är dock att produktionspotentialen påverkas negativt genom att den kritiska perioden blir kortare (Van Amburgh et al., 1998).

Stora delar av juverutveckling sker i den kritiska perioden där tillväxten av sekretorisk vävnad är känslig för höga utfodringsintensiteter (>800 g/dag), det finns en stark ofördelaktig korrelation mellan tillväxthastighet och utvecklingen av sekretorisk vävnad i juvret (Sejrson et al., 1982). Pre-pubertala kvigors juver växte 2,4 respektive 1,8 gånger fortare än resten av kroppen på en begränsad och *ad lib.* foderstat under den allometrisk fasen (Sejrson et al., 1982). Ett sätt att påvisa skillnaderna i mjölkavkastning för kvigor som vuxit olika snabbt är att jämföra resultat där kvigor har haft samma inkalvningsvikt men olika inkalvningsåldrar. Dobos et al. (2001) redovisar ett sådant försök, vilket även illustrerar svårigheten med att sänka inkalvningsåldern utan att inkalvningsvikten minskar. Försöket innefattade kvigor som kalvade in vid 24; 28,5 och 33 månaders ålder. För varje ålder eftersträvades inkalvningsvikter på 480, 550 och 620 kg. Ingen av de yngsta kvigor nådde upp till någon av de tre nivåerna på kroppsvikt. De konstaterade dock att en högre inkalvningsålder vid samma inkalvningsvikt gav en signifikant ökad mjölkproduktion. Kvigorna i detta försök (Dobos et al., 2001) gick på bete och fick endast stödutfodring när betet ansågs vara under energi- och näringsbehovet för kvigor. Om de hade fått tillgång till foder under hela sin uppväxt och dräktighet hade de yngsta kvigor troligtvis varit närmre de önskade inkalvningsvikterna. Detta kan liknas med ett problem som finns på svenska besättningar på sommaren då många kvigor går på sommarbete långt ifrån gården vilket ofta leder till att man

inte har full koll på deras tillväxt och brunstcykler. Det i sin tur kan leda till att inkalvningsåldern ökar men inkalvningsvikten kan inte öka i samma utsträckning pga. dålig tillväxt och därmed kan inte produktionspotentialen öka trots höjd inkalvningsålder. För att kunna sänka inkalvningsåldern krävs det att kvigor får tillgång till foder med ett näringsinnehåll som gör att de klarar av att äta de mängder som krävs för en specifik tillväxthastighet. Vilket ofta blir en ekonomisk fråga för många besättningar, då foderkostnaderna måste jämföras och värderas med den lägre mjölkavkastningen jämfört med om kvigan är något äldre vid inkalvning och haft en lägre tillväxthastighet som gynnar juverutvecklingen och hennes framtida produktionspotential. Dessutom kan de då äta ett något billigare foder med ett lägre närings- och energiinnehåll men mängden foder blir troligtvis ändå större eftersom deras uppfödningstid är längre.

Mjölproduktionen kan även skilja sig om inkalvningsåldern är konstant när inkalvningsvikterna varierar. Dobos et al (2001) visade att kvigor som kalvade in vid 33,9 månaders ålder vars inkalvningsvikt var 498, 549, 595 kg uppnådde olika mjölkproduktion. Inkalvningsvikterna 549 och 595 kg visade sig ge en signifikant större mjölkproduktion än en inkalvningsvikt på 498 kg. En hög inkalvningsvikt påverkar produktionspotentialen positivt så länge tillväxthastigheten inte varit för hög under den kritiska perioden. Att resultaten visar signifikanta skillnader kan bero på att inkalvningsåldern vid detta försök var hög och därmed har inte tillväxthastigheterna behövt vara extremt höga för att uppnå önskad inkalvningsvikt. Om en kviga kalvar in runt 25 månader med en inkalvningsvikt på 595 kg är risken större för henne att dels få en kraftigt reducerad produktionspotential men även att bli utslagen i första laktationen pga. försämrad fertilitet. Den sämre reproduktionsförmågan kan troligtvis uppkomma av att det finns ett samband mellan vikt förluster i tidig laktation och reproduktionsförmåga (Dobos et al., 2004). Därmed bör den sämre reproduktionsförmågan också vara en faktor att ta hänsyn till vid val av vikt och ålder för inkalvning eftersom det inte blir ekonomiskt lönsamt om kvigor slås ut i sin första laktation av den orsaken eftersom det då krävs ett högre antal rekryteringskvigor per besättning.

För att rättvist jämföra vilken inkalvningsvikt respektive inkalvningsålder som ger störst total mjölkproduktion och maximal lönsamhet måste livstidsproduktionen per ko jämföras. När resultaten ska jämföras bör förutsättningarna för korna vara så lika som möjligt så att deras mjölkproduktion kan jämföras på lika villkor. Genom att mäta mjölkproduktionen fram till en viss ålder tex. tre, fyra eller fem år eller efter en specifik laktation tex. två eller tre, är förutsättningarna för varje ko lika. De har levt lika länge eller fullbordat lika antal laktationer och därmed kan kostnader och intäkter jämföras mer rättvist.

Resultaten som visas i figur 1 och 2 är baserade på data från en mjölkkobesättning där kvigor inte är uppfödda för att nå något speciellt inkalvningsmål med en speciell ålder och vikt men visar likt andra resultat att mjölkproduktionen ökar med stigande inkalvningsålder. Det kan antas att en äldre kviga dessutom har en högre inkalvningsvikt vilket är positivt för produktionspotentialen. Vidare studerades även om det fanns någon skillnad i inkalvningsålder mellan årets kvartal vilket visas i tabell 1. Det fanns en signifikant ($p < 0,05$) skillnad i inkalvningsålder mellan årets fyra kvartal. Att inkalvningsåldern skiljer sig signifikant vid både inkalvningskvartal och födelsekvartal kan bero på betessäsongen på och tillgången på gräs under sommarbetet. På betet är brunsterna svårare att följa och semineringar svårare att utföra eftersom kvigor ofta går på bete långt ifrån gården. Om betestillgången varit dålig och en kviga haft dålig tillväxt under betesperioden kan åldern för första seminering höjas för att hon behöver ytterligare tid för tillväxt innan hon ska bli dräktig. Eftersom inkalvningsåldern skiljde sig mellan kvartalen skulle även kvigornas genomsnittliga

inkalvningsvikt i varje kvartal kunna skilja sig. Dock fanns det ingen signifikant skillnad i mjölkavkastning mellan de olika inkalvningskvartalen vilket stämmer överens med redovisade resultat av Svensson & Hultgren (2008). De visade att det inte fanns någon signifikant skillnad i mjölkavkastning vid inkalvning under årets månader. Däremot kunde de visa en tendens till ökad mjölkavkastning vid inkalvning mellan maj och september. Vilket troligtvis kan bero på att kvigor som kalvar under betessäsongen har en ökad foderkonsumtion av ett hög kvalitativt foder tillsammans med gräset, vilket gör att de äter mer under månaderna maj till september än under resterande månader av året. Även det ökade antalet timmar med dagsljus sommartid (maj-september) skulle möjligtvis kunna påverka mjölkproduktionen positivt. Någon tendens till ökad mjölkavkastning kunde inte ses utifrån resultaten i den egna studien då både den högsta och lägsta genomsnittliga mjölkavkastningen låg i kvartal två och tre, dvs. april-september. Om resultaten i studien hade delats upp liknanden Svensson & Hultgren (2008) på två inkalvningssäsonger kunde möjligtvis tendenser av ökad mjölkavkastning ha visats.

Slutsats

För att mjölkavkastning och lönsamhet ska bli maximal ska en kvinga av rasen Svensk Holstein väga ca 550 kg vid inkalvning och ha haft en tillväxthastighet inom intervallet 600-700 g/dag i den kritiska perioden för att juverutveckling inte ska påverkas negativt. För att kunna jämföra den totala mjölkavkastningen bör man jämföra vid en och samma tidpunkt för korna tex. efter ett bestämt antal laktationer eller vid en viss ålder. Slutsatsen är att mjölkproduktionen ökar med en stigande inkalvningsålder och en ökad inkalvningsvikt där det generella målet 24 månader är ett bra mål eftersom kvingan kan ha en normal tillväxthastighet och lönsamheten blir då stor eftersom kvingans tillväxtperioder inte påverkats nämnvärt.

Referenser

- Akers, R.M., Ellis, S.E., Berry, S.D. 2005. Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. *Domestic Animal Endocrinology* 29, 259-267.
- Capuco, A.V., Smith, J.J., Waldo, D.R., Rexroad, C.E. 1995. Influence of Prepubertal Dietary Regimen on Mammary Growth of Holstein Heifers. *Journal of dairy science* 78, 2709-2725.
- Danielsson, D-A., Eriksson, J-Å., Ewing, K., Furugren, B., Jamieson, A., Olsson, S-O., Rydhmer, L., Stenberg, H., Widebeck, L. 2006. Kvigor för mjölkproduktion. I: *Naturbrukets husdjur del 2* (ed. J. Lärn-Nilsson), 446-454. Natur och kultur, Stockholm, Sverige.
- Dobos, R.C., Nandra, K.S., Riley, K., Fulkerson, W.J., Alford, A., Lean, I.J. 2004. Effects of age and liveweight of dairy heifers at first calving on multiple lactation production. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 969-974.
- Dobos, R.C., Nandra, K.S., Riley, K., Fulkerson, W.J., Lean, I.J., Kellaway, R.C. 2001. Effects of age and liveweight at first calving on first lactation milk, protein and fat yield of Friesian heifers. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 13-19.
- Foldager, J. & Sejrsen, K. 1991. Rearing intensity in dairy heifers and the effect on subsequent milk production. (På danska med engelsk sammanfattning och underrubriker). Rapport 693, National Institute of Animal Science, Foulum, Danmark.
- Gill, G.S., Allaire, F.R. 1976. Relationship of age at First Calving, Days Open, Days Dry, and Herdlife to a Profit Function for Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 59, 1131-1139.
- Harrison, R.D., Reynolds, I.P., Little, W. 1983. A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of live weight gain. *Journal of Dairy Research* 50, 405-412.

- Herlin, A., Swensson, C. 2004. Uppfödning av kvigor med tidig inkalvning. I: Sydsvensk Jordbruksforskning Info nr 35. SLU, Alnarp, Sverige.
- Hovey, C.R., Davey, W.H., Mackenzie, D.S., D., McFadden, B, T. 1998. Ontogeny and epithelial-stromal interactions regulate IGF expression in the ovine mammary gland. *Molecular and Cellular Endocrinology* 136, 139-144.
- Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P., Disenhaus, C. 2008. Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal* 2, 1393-1404.
- Lin, C.Y., McAllister, A.J., Batra, T.R., Lee, A.J., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M., Winter, K.A. 1986. Production and Reproduction of Early and Late Bred Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science* 69, 760-768.
- Moran, C., Quirke, J.F., Roche, J.F. 1989. Puberty in heifers: a review. *Animal Reproduction Science* 18, 167-182.
- Nieuwhof, G.J., Norman, H.D., Dickinson, F.N. 1989. Phenotypic Trends in Herdlife of Dairy Cows in the United States. *Journal of dairy Science* 72, 726-736.
- SAS Institute. (2002-2003). Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.,USA
- Sejrsen, K. 1994. Relationship between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society* 53, 103-111.
- Sejrsen, K., Foldager, J., 2003. Betydning af foderniveau og kælvningsalder for kviers ydelseskapacitet. In: Kvægets ernæring og fysiologi Bind 2- Fodring og produktion, DJF rapport Husdyrbrug nr 54. 40-56. Danmarks Jordbrugsforskning
- Sejrsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.A. 1983. Influence of amount fed on hormone concentrations and their relationship to mammary growth in heifers. *Journal of Dairy Science* 66, 845-855.
- Sejrsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.A., Akers, R.M. 1982. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers. *Journal of Dairy Science* 65, 793-800.
- Sejrsen, K., Purup, S. 1997. Influence of Prepubertal Feeding Level on Milk Yield Potential of Dairy Heifers: a Review. *Journal of Animal Science* 75, 828-835.
- Sejrsen, K., Purup, S., Vestergaard, J., Foldager, J. 2000. High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic Animal Endocrinology* 19, 93-104.
- Sjaastad, V.Ø., Hove, K., Sand, O. 2003. *Physiology of Domestic Animals*. 735 pp. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.
- Sorensen, A.M., Hansel, W., Hough, W.H., Armstrong, D.T., McEntee, K., Bratton, R.W. 1959. Causes and Prevention of reproductive failures in dairy cattle. I. Influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein heifers. Bulletin 936, 52. Cornell University Agricultural Experiment Station.
- Sinha, Y.N., Tucker, H.A. 1969. Mammary Development and Pituitary Prolactin Level of Heifers from Birth Through Puberty and During the Estrous Cycle. *Journal of dairy Science* 52, 507-512.
- Tsuruta, S., Mlsztal., Lawlor, T.J. 2005. Changing Definition of Productive Life in US Holsteins: Effect on Genetic Correlations. *Journal of Dairy Science* 88, 1156-1165.
- Van Amburgh, M.E., Galton, D.M., Bauman, D.E., Everett, R.W., Fox, D.G., Chase, L.E., Erb, H.N. 1998. Effects of Three Prepubertal Body Growth Rates on Performance of Holstein During First Lactation. *Journal of Dairy Science* 81, 527-538.
- Weber, M.S., Purup, S., Vestergaard, M., Ellis, S.E., Søndergaard-Anderson, J., Akers, R.M., Sejrsen, K. 1999. Contribution of insulin-like growth factor (IGF)-1 and IGF-binding protein-3 to mitogenic activity in bovine mammary extracts and serum. *Journal of Endocrinology* 161, 365-373.
- Wathes, D.C., Brickell, J.S., Bourne, N.E., Swali, A., Cheng, Z. 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal* 2, 1135-1143.