



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Hur påverkar vikt och ålder vid inkalvning mjölkproduktion och hållbarhet hos kvigor?



Josefin Wingren

Hur påverkar vikt och ålder vid inkalvning mjölkproduktion och hållbarhet hos kvigor?

How does weight and age at first calving affect milk production and longevity in dairy heifers?

Josefin Wingren

Handledare:	Cecilia Kronqvist, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Examinator:	Sigrid Agenäs, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Omfattning:	15 hp
Kurstitel:	Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Kurskod:	EX0553
Program:	Husdjursvetenskap – kandidatprogram
Nivå:	Grund, G2E
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2016
Serienamn, delnr:	Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 577
Omslagsbild:	Angelina Litvin
Nyckelord:	inkalvningsålder, inkalvningsvikt, mjölkavkastning, juverutveckling, tillväxt, produktiv livslängd
Key words:	age at first calving, weight at first calving, milk yield, mammary development, growth, productive life

Abstract

Age at first calving in dairy heifers are usually between 24-30 months, although it is possible as early as 15-16 months. The reason why it is not lower than 24 months is because producers often are concerned that with a lower calving age the milk production and longevity will be negatively affected, and that it would not be profitable. With accelerated daily growth, puberty can occur earlier, and therefore artificial insemination and calving can occur earlier. Studies have shown that high growth rate pre-puberty can cause an impaired mammary development that can lead to reduced milk production. However, studies have shown that with a lower age at first calving than 24 months can be positive for the production and longevity, and particularly for the profitability. With a lower age the feed and maintenance costs will be less up to the first calving, and the producer will get income from the milk faster. High bodyweight at first calving, between 525-560 kg, have shown to give the best effect on the milk production. Lastly, studies has shown that an age between 22-24 months at first calving is the most optimal for the milk production, longevity and profitability, which can be reached with a daily growth rate around 0.7-0.9 kg pre-puberty.

Sammanfattning

Inkalvningsåldern hos kvigor är vanligtvis mellan 24-30 månader, dock är det fysiskt möjligt redan vid 15-16 månader. Orsaken till varför det ofta inte är lägre än 24 månader är att producenter är oroliga att med en lägre inkalvningsålder kommer mjölkproduktion och hållbarhet påverkas negativt, och att det därmed inte blir lönsamt. Med ökad tillväxt kan könsmognad ske tidigare, och därmed kan inseminering och inkalvning ske tidigare. Studier har visat att för hög tillväxt före könsmognad ger en försämrad juverutveckling som kan leda till minskad mjölkproduktion. Däremot har en lägre inkalvningsålder än 24 månader visat sig vara positivt för mjölkproduktion och hållbarhet, och speciellt för lönsamheten. Detta eftersom med en lägre inkalvningsålder minskar foder- och underhållskostnaderna fram till inkalvning, samt att det gör att producenten får inkomst för mjölken snabbare. Hög kroppsvikt vid inkalvning, mellan 525-560 kg, har visats ge bäst effekt på mjölkproduktion. Slutligen, studier har visat att en inkalvningsålder mellan 22-24 månader är mest optimalt för mjölkproduktion, hållbarhet och lönsamheten, vilket kan nås vid en daglig tillväxt mellan 0,7-0,9 kg före könsmognad.

Introduktion

Perioden från födsel fram till första kalvning påverkar förutom ekonomin även hur stor klimatpåverkan blir. All nötkreatur producerar metan, vilket påverkar klimatet mer än vad koldioxid gör. Detta betyder att ju äldre en kvinga är vid sin första kalvning desto mer växthusgaser hinner produceras fram till kalvning. Det medför att jämfört med en lägre inkalvningsålder kommer hon att producera mer växthusgaser utan att ge lika många kalvar, och därmed ha färre antal laktationer, fram till en viss ålder (Gerber *et al.*, 2011).

En av de viktigaste aspekterna för en mjölkproducent, som företagare, idag är att se till att utgifterna inte överstiger inkomsten, och att vinsten blir så hög den kan bli. Med en lägre inkalvningsålder kan utgifterna minska eftersom kostnaden för foder- och underhåll fram till inkalvning blir mindre, än vad det blir med en högre inkalvningsålder (Lin *et al.*, 1986; Gardner *et al.*, 1988; Nilforooshan & Edriss, 2004). En studie av Tozer och Heinrichs (2001) visade att uppfödningkostnaden från födsel fram till inkalvning minskade med 18 % om inkalvningsåldern minskade från 25 till 21 månader, samt att den ökade med 14 % om man ökade inkalvningsåldern från 25 till 29 månader. En lägre inkalvningsålder medför dessutom att generationsintervallen blir mindre, vilket medför att det går fortare att få fram genetiska framsteg (Pirlo *et al.*, 2000). Kvigans vikt spelar stor roll för att det ska vara möjligt att uppnå en tidig inkalvningsålder. Detta eftersom en högre vikt medför att könsmognad, och därmed inseminering, sker tidigare (Gardner *et al.*, 1988).

De effekter som inkalvningsvikt och inkalvningsålder har på produktionen är svåra att separera från varandra, då ålder och vikt har ett starkt samband. Dock går det att separera effekterna med hjälp av regressionsanalyser, vilket Dobos *et al.* (2001) gjort och visade att vikt vid inkalvning ger en större påverkan på mjölkproduktion samt protein- och fetthalt än vad åldern gör, och fick fram att vikten har två till tre gånger större påverkan på mjölkproduktionen än vad åldern har. Dock inseminerar många producenter oftast sina kvigor baserat på ålder istället för vikt (Gardner *et al.*, 1988; Mohd Nor *et al.*, 2013). Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur kvigans ålder och vikt vid inkalvning påverkar mjölkproduktion och hållbarhet, samt vilket som har störst betydelse.

Litteraturstudie

Betydelsen av rätt ålder

Vanligtvis är inkalvningsåldern för en kvinga i mjölkproduktion mellan 24-30 månader, men det är fysiskt möjligt att kalva redan vid 15-16 månaders ålder (Sejrsen & Purup, 1997). Inkalvningsåldern varierar mellan olika länder, exempelvis är den vanligaste inkalvningsåldern 25 månader i Iran (Nilforooshan & Edriss, 2004), 26 månader i Belgien (Froidmont *et al.*, 2013), 28 månader i Italien (Pirlo *et al.*, 2000) och 29 månader i Sverige (Nyemad, 2012), och det varierar även mellan olika besättningar inom länderna.

En kvinga som blir dräktig tidigt kommer inte vara lika fysiskt utvecklad eller ha ett lika utvecklat juver som en kvinga med högre inkalvningsålder (Sejrsen & Purup, 1997; Sejrsen, 2005). Ett mindre utvecklat juver kan medföra att mjölkavkastningen blir lägre (Lin *et al.*, 1986; Sejrsen, 2005). Dock kan en lägre inkalvningsålder vara positivt då det medför att kons produktiva livslängd blir längre, det vill säga att andelen mjölkproducerande dagar av kons totala liv blir fler, vid en viss tidpunkt, jämfört med en högre inkalvningsålder (Lin *et al.*, 1986; Nilforooshan & Edriss, 2004).

Kalvningsvårigheter kan uppstå av en för tidig första kalvning, med minskad överlevnad för kalven, på grund av att kvingan inte är tillräckligt stor eller utvecklad ännu. Det är även vanligare

att kvigor med lägre inkalvningsålder behöver hjälp vid kalvning (Ettema & Santos, 2004; Berry & Cromie, 2009). Med en lägre inkalvningsålder har det dessutom visat sig att det blir längre intervall mellan kalvningar på grund av ökade svårigheter att bli dräktig på nytt (Ettema & Santos, 2004). Dock visade Lin *et al.* (1986) i en studie att kvigor med en inkalvningsålder på 23 månader får mindre kalvningssvårigheter, jämfört med en inkalvningsålder på 26 månader. Vilket kunde bero på att vid en högre inkalvningsålder väger kalven mer och att kalvningssvårigheter på grund av detta uppstår.

Gill och Allaire (1976) anser att en inkalvningsålder mellan 22,5-23,5 månader är optimalt för att maximera mjölkproduktionen och för att få en minskad kostnad under kons produktiva livslängd. Det vill säga att kostnaden för foder och underhåll från födsel fram till inkalvning blir mindre med en lägre inkalvningsålder, men samtidigt måste kvigan producera tillräckligt med mjölk för att det ska bli ekonomiskt optimalt. Senare studier säger mellan 23-24,5 månader (Pirlo *et al.*, 2000; Ettema & Santos, 2004; Nilforooshan & Edriss, 2004). Dock verkar många producenter tveksamma till att ha en inkalvningsålder lägre än 24 månader, då de är bekymrade att en lägre ålder kommer påverka mjölkproduktion och hållbarhet negativt (Pirlo *et al.*, 2000).

Tillväxt före och efter könsmognad

Med ökad tillväxt sker könsmognad vid en lägre ålder, vilket möjliggör en tidigare inkalvningsålder (Gardner *et al.*, 1988; Van Amburgh *et al.*, 1998). Hos större mjölkkoraser sker könsmognad vid 9-11 månaders ålder och i genomsnitt vid 250-280 kg kroppsvikt, men detta kan skilja sig både inom och mellan raser. Hos Holstein har könsmognad observerats redan vid 5-6 månaders ålder, men även så sent som 18-20 månaders ålder, samt redan vid 150 kg kroppsvikt och vid så mycket som 400 kg (Foldager *et al.*, 1988, i Sejrsen & Purup, 1997).

Hög tillväxt som sker från 3 månaders ålder fram till könsmognad har visats ge negativa effekter på mjölkproduktion (Swanson, 1960; Sejrsen, 2005). Swanson (1960) genomförde en studie med amerikanska Jerseykvigor som var tvillingar. Där en tvilling fick obegränsat med foder, och därmed hög tillväxt, och den andra tvillingen fick begränsat med foder, och därmed låg tillväxt, från olika åldrar beroende på tvillingparet. Det visades att kvigor som haft obegränsat med foder från 4 månaders ålder påverkades mycket mer, med outvecklad mjölkkörtelvävnad i juvret som gav en minskad mjölkproduktion, än kvigor som började ha obegränsat med foder från 11-12 månaders ålder (Swanson, 1960). I en studie av Gardner *et al.* (1988) gav en daglig tillväxt på i genomsnitt 0,89 jämfört med 0,78 kg före könsmognad inga skillnader i kalvningssvårigheter. Trots att kvigor med högre tillväxt fick en tidigare inkalvningsålder, 22,2 jämfört med 24,6 månader. Inte heller någon skillnad på kalvens vikt fanns mellan de olika tillväxthastigheterna. De visade även att en högre daglig tillväxt gav 1,5 månads tidigare inkalvningsålder, om inseminering skedde vid 340 kg kroppsvikt.

Den optimala kroppsvikten för att maximera mjölkproduktionen i den första laktationen för Holstein anser Van Amburgh *et al.* (1998) är 525 kg vid inkalvning. Meyer *et al.* (2004) anser istället att den optimala vikten är 549 kg, och Dobos *et al.* (2001) fick mest optimal mjölkproduktion vid 560 kg. Dock menar Sejrsen (2005) att den optimala kroppsvikten ökar

för varje år eftersom den genetiska potentialen för mjölkavkastning ökar för varje år, och eftersom vikt och mjölkavkastning har ett starkt samband kommer dessa att påverka varandra.

Sejrsen (2005) menar även att den högsta mjölkavkastningspotentialen fås med en daglig tillväxt på 0,7-0,75 kg före könsmognad hos Holstein. Krpálková *et al.* (2014) menar istället att högst mjölkproduktion under första laktationen fås av kvigor med en daglig tillväxt mellan 0,85-0,95 kg före könsmognad. Dock fick de fram att högst mjölkproduktion totalt under tre laktationer fås av kvigor med en daglig tillväxt över 0,95 kg före könsmognad. Dessutom visade det sig att en högre daglig tillväxt före könsmognad gav högre fett- och proteinhalt. Dock har en tidigare studie av Sejrsen (1978, i Sejrsen & Purup, 1997) visat att en daglig tillväxt på mer än 0,6 kg före könsmognad hos Holstein kan ge en negativ påverkan på juverutveckling, som påverkar mjölkproduktionen i första och även senare laktationer.

Tillväxtens påverkan på juverutveckling

Hög tillväxt före könsmognad har visats ge försämrad juverutveckling, vilket i sin tur kommer påverka mjölkproduktionen. Detta eftersom den allometrisk tillväxtfasen av juvret blir kortare på grund av en lägre ålder vid könsmognad (Sinha & Tucker, 1969; Meyer *et al.*, 2006). Sinha och Tucker (1969) genomförde en studie där Holsteinkvigor slaktades i grupper om fem varje månad mellan 0-12 månaders ålder. För att på detta sätt undersöka hur juvret och mjölkkörtlarna förändrades från födsel fram till könsmognad. Resultaten visade att mellan 3-9 månaders ålder ökade tillväxttakten av juvret, upp till 3,5 gånger snabbare, alltså att tillväxten blev allometrisk för att senare återgå till en isometrisk tillväxt efter könsmognad (Sinha & Tucker, 1969). Under den allometrisk tillväxtfasen sker det en snabb tillväxt av juvrets fettvävnad och även mjölkkanaler bildas, samt att den sekretoriska vävnaden börjar breda ut sig i juvret. Ett normalt juver under laktation består till 40-50 % av mjölkkörtlar och mjölkkanaler, 40 % bindväv, 15-20 % lumen och i princip ingen fettvävnad (Sejrsen, 2005). En hög tillväxt före könsmognad, vid den tidpunkt då den allometrisk tillväxtfasen är som mest aktiv, gör att tillväxten av fettvävnaden ökar och det blir en mindre utbredning av den sekretoriska vävnaden, vilket kommer minska den framtida mjölkproduktionen (Swanson, 1960; Meyer *et al.*, 2006).

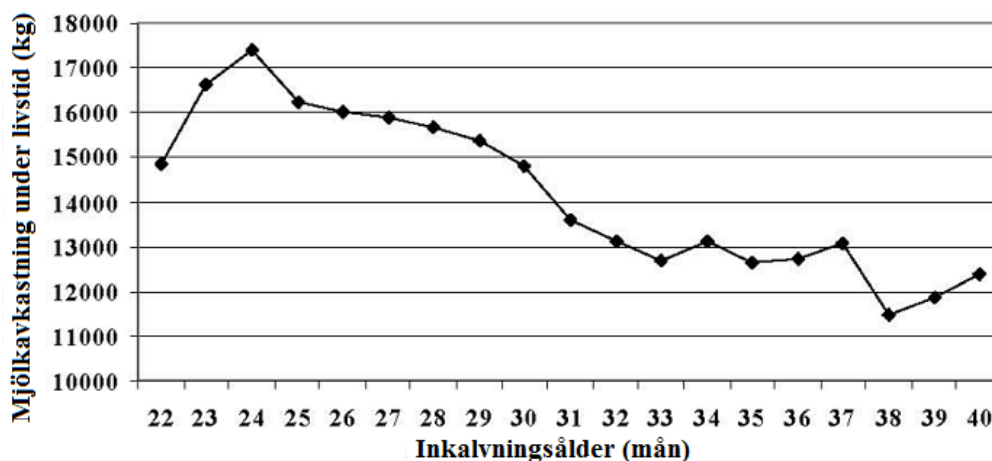
I en studie av Silva *et al.* (2002) visade resultaten att en snabb tillväxt före könsmognad inte gav några större skillnader i juverutveckling, utan att den försämrade juverutvecklingen snarare berodde på en ökad mängd kroppsfett. Dock visade Sejrsen *et al.* (1982) i en studie att kvigor som haft fri tillgång till foder före könsmognad, och därmed snabb tillväxt, hade minskad utveckling av sekretorisk vävnad i juvret, upp till 23 % mindre, jämfört med kvigor som haft begränsat foder, och långsam tillväxt. De visade även att kvigor som haft fri fodertillgång efter könsmognad inte hade någon skillnad i juverutveckling jämfört med kvigor som haft begränsat med foder (Sejrsen *et al.*, 1982). Även andra studier har visat att hög tillväxt efter könsmognad och under dräktighet inte påverkar juverutvecklingen negativt, och inte heller mjölkproduktionen (Valentine *et al.*, 1987; Sejrsen *et al.*, 2000). En studie av Macdonald *et al.* (2005) visade att ökad tillväxt före könsmognad gav minskad mjölkkörtelutveckling, men att det trots detta inte påverkade mjölkproduktionen tack vare kvigornas höga kroppsvikt. Detta eftersom hög kroppsvikt och hög mjölkproduktion har ett positivt samband (Sejrsen, 2005).

Påverkan på mjölkproduktion

Inkalvningsålderns påverkan på mjölkproduktion

Både försöks- och datastudier har visat att lägre ålder vid inkalvning ger mindre mjölkavkastning och lägre fetthalt i mjölken i den första laktationen (Pirlo *et al.*, 2000; Ettema & Santos, 2004; Berry & Cromie, 2009; Froidmont *et al.*, 2013). En lägre inkalvningsålder påverkar inte mängden protein i mjölken, men på grund av att en lägre inkalvningsålder ofta ger lägre mjölkavkastning så ger det en högre proteinhalt i mjölken (Pirlo *et al.*, 2000). Den produktiva livslängden blir längre hos kvigor med lägre inkalvningsålder vilket kan resultera i mer producerad mjölk totalt vid en viss tidpunkt. Detta på grund av att en kviga som får sin första kalv tidigt hinner få fler kalvar och därmed fler laktationer under samma tidsperiod, än vad en högre inkalvningsålder ger (Lin *et al.*, 1988; Curran *et al.*, 2013).

I en studie av Froidmont *et al.* (2013) med data från Holstein i Belgien hade kvigor med en inkalvningsålder mellan 22 och 26 månader fler laktationer och fler produktiva dagar under sin livstid. Dessutom hade de en högre mjölkavkastning i första och andra laktationen, samt högre mjölkavkastning under sin livstid, jämfört med kvigor med en inkalvningsålder lägre än 22 och högre än 26 månader. Liknande resultat av Ben Gara *et al.* (2009) visade att en inkalvningsålder lägre än 24 och mer än 26 månader gav mindre mjölkproduktion i den första laktationen, samt att en inkalvningsålder på 24 månader gav högst total mjölkproduktion under hela kons produktiva livslängd (se figur 1).



Figur 1. Effekten av inkalvningsålder på mjölkavkastning under en livstid med i genomsnitt 3,3 laktationer hos tunisiska Holsteinkor (Ben Gara *et al.*, 2009).

Resultat från två studier baserade på samma försök av Lin *et al.* (1986; 1988) visade att en låg inkalvningsålder på 23 månader bara verkade påverka mjölkavkastningen i den första laktationen, för att i de efterföljande två vara ungefär lika oberoende av inkalvningsålder, jämfört med en inkalvningsålder på 26 månader. Dessutom visade resultaten att en 23 månaders inkalvningsålder gav 1475 kg mer mjölk fram till 61 månaders ålder, jämfört med en inkalvningsålder på 26 månader (Lin *et al.*, 1988). Även Dobos *et al.* (2004) fick fram att den totala mjölkproduktionen under två laktationer ökade när inkalvningsåldern ökade, för att i den tredje laktationen vara lika oavsett inkalvningsålder.

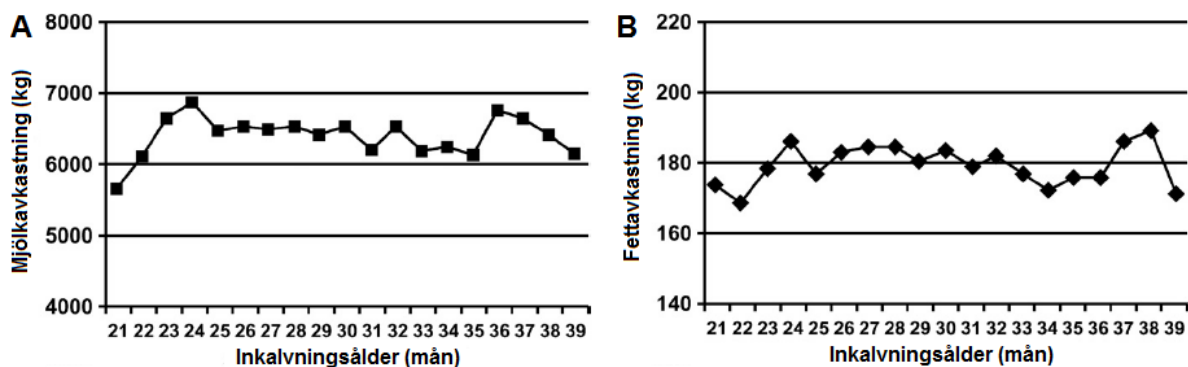
Ettema och Santos (2004) visade i en studie att Holsteinkvigor med en inkalvningsålder lägre än 23 månader i genomsnitt producerar 310 kg mindre mjölk i den första laktationen, jämfört med kvigor med en inkalvningsålder mellan 23-25 månader, vilket de menade kunde bero på en lägre kroppsvikt. Liknande resultat fick Mohd Nor *et al.* (2013) vid en datasammanställning från tyska mjölkgårdar, där kvigor med en inkalvningsålder på 23 månader producerade i genomsnitt 287 kg mindre mjölk i den första laktationen, jämfört med en inkalvningsålder på 26 månader. Dessutom visade de att en månads tidigare inkalvningsålder gav i genomsnitt 143 kg mindre mjölk, jämfört med referensgruppen med en inkalvningsålder på 24 månader.

I en studie av Pirlo *et al.* (2000) med data från italienska Holstein minskade mjölkavkastningen i första laktationen med 254,9 kg om inkalvningsåldern minskade från 29 till 24 månader, och 844,7 kg om inkalvningsåldern minskade från 29 till 20 månader, samt minskade 589,8 kg om inkalvningsåldern minskade från 24 till 20 månader. I en annan studie av Curran *et al.* (2013) ökade istället mjölkavkastningen i den första laktationen med 103 kg om inkalvningsåldern minskade från 29 till 24 månader, men minskade med 551 kg om inkalvningsåldern minskade från 29 till 20 månader. Dessutom minskade mjölkavkastningen med 654 kg, fett med 19 kg och protein med 16 kg om inkalvningsåldern sänktes från 24 till 20 månader (se tabell 1).

Tabell 1. Mjölkavkastning samt protein- och fettmängd beroende på ålder vid inkalvning under den första laktationen hos Holstein (Curran *et al.*, 2013)

Inkalvningsålder (mån)	Mjölkavkastning (kg)	Protein (kg)	Protein (%)	Fett (kg)	Fett (%)
20	8928	269	3,03	325	3,71
21	9213	275	3,00	334	3,68
22	9416	281	3,00	338	3,65
23	9577	285	3,00	343	3,64
24	9582	285	2,99	344	3,65
25	9605	285	2,99	346	3,66
26	9624	287	3,00	348	3,68
27	9496	282	2,99	344	3,70
28	9507	282	2,98	344	3,70
29	9479	283	2,99	347	3,74
30	9517	284	2,99	349	3,74

Liknande resultat fick Nilforooshan och Edriss (2004) då mjölkavkastningen i den första laktationen ökade om inkalvningsåldern ökade från 21 till 24 månader, men minskade med en inkalvningsålder högre än 24 månader (se figur 2a). Dessutom ökade mängden fett om inkalvningsåldern ökade från 21 till 24 månader, men minskade med en högre inkalvningsålder än 24 månader (se figur 2b). Krpálková *et al.* (2014) fick fram att en inkalvningsålder på mer än 25 månader gav högre mjölkavkastning och större andel fett i mjölken, men lägre andel protein, jämfört med en inkalvningsålder mindre än 23 månader. Pirlo *et al.* (2000) menade att skillnaden i andelen protein och fett i mjölken mellan yngre och äldre kvigor kunde bero på skillnaden i intag av vallfoder och spannmål, då fodret har visats kunna påverka mjölk-sammansättningen (Sutton, 1989).



Figur 2. Effekten av inkalvningsålder på (A) mjölkkavkastning samt (B) fettavkastning i första laktationen hos Holstein (Nilforooshan & Edriss, 2004).

Dobos *et al.* (2001) har visat att med en månads ökad inkalvningsålder ökar mjölkkavkastningen i den första laktationen med 66,7 kg, protein med 1,87 kg och fett med 2,36 kg. Liknande värden från en senare studie av Berry och Cromie (2009) visar att med en månads ökad inkalvningsålder ökar mjölkkavkastningen i den första laktationen med 55,5 kg, protein med 2,0 kg och fett med 2,3 kg, om den ökade inkalvningsåldern sker i intervallet från 21 till ungefär 31 månader.

Lin *et al.* (1986; 1988) genomförde en studie med Holstein och Ayrshire kvigor som delades upp i två grupper med hälften av varje ras i varje grupp, där en grupp fick sin första kalv vid 23 månader och den andra gruppen vid 26 månaders ålder. Grupperna producerade 4177 respektive 4452 kg mjölk under den första laktationen (Lin *et al.*, 1986). De fick sedan sin andra kalv i genomsnitt vid 35,2 respektive 38,4 månader och sin tredje kalv vid 48,2 respektive 51,1 månader. Mjölkkproduktionen under den andra och tredje laktationen skiljde sig inte åt mellan grupperna, 4751 respektive 4795 kg under den andra laktationen och 6162 respektive 6161 kg under den tredje laktationen. De menade att inkalvningsåldern endast påverkade mjölkkproduktionen i den första laktationen och inte i de efterföljande två. Den första gruppen gav mer mjölk upp till 61 månaders ålder, 10 693 respektive 9218 kg, på grund av de hann påbörja fler laktationer än den äldre gruppen (Lin *et al.*, 1988).

Inkalvningsviktens påverkan på mjölkproduktion

Enligt Dobos *et al.* (2001) kan de negativa effekterna som en lägre inkalvningsålder orsakar, exempelvis en lägre mjölkkavkastning, kompenseras av en högre inkalvningsvikt. Hos Holstein kan en månads lägre inkalvningsålder, som ger mindre mjölkkproduktion, kompenseras av 8,1 kg högre inkalvningsvikt. Även minskad protein- och fetthalt kan kompenseras av 4,0 respektive 4,5 kg högre inkalvningsvikt.

I en studie av Gardner *et al.* (1988) med Holstein kvigor hade två grupper en genomsnittlig daglig tillväxt på 0,89 respektive 0,78 kg från 6 veckors ålder fram till att de vägde 340 kg, då de inseminerades, kvigorerna var då 11,3 respektive 12,8 månader. Det visade sig att en högre daglig tillväxt inte gav någon större skillnad i mjölkkproduktion under den första laktationen, 6729 respektive 6985 kg mjölk, eller i de efterföljande laktationerna. Det fanns inte heller någon skillnad i total mjölkkproduktion under fem laktationer mellan tillväxtgrupperna, 41 623

respektive 42 321 kg mjölk. Van Amburgh *et al.* (1998) har visat på liknande resultat, då en daglig tillväxt på 1,0 jämfört med 0,6 kg före könsmognad inte gav en större skillnad i mjölkavkastning i den första laktationen, 9387 respektive 9873 kg. Inte heller i den andra laktationen fanns någon skillnad i mjölkproduktion, 11 116 respektive 11 030 kg.

Macdonald *et al.* (2005) gjorde en studie med Holstein och Jerseykvigor där det visade sig att hos ingen av raserna påverkades mjölkproduktion eller fett- och proteinhalt i de första två laktationerna av en ökad daglig tillväxt före könsmognad. En hög daglig tillväxt efter könsmognad ökade däremot mjölkproduktion samt fett- och proteinhalt i den första laktationen. Detta på grund av att det finns ett positivt sammanhang mellan hög kroppsvikt och hög mjölkproduktion (Macdonald *et al.*, 2005). Abeni *et al.* (2000) genomförde en studie med Holsteinkvigor där en daglig tillväxt på 0,7 respektive 0,9 kg före könsmognad inte påverkade mjölkproduktionen eller fett- och proteinhalten, dock gav hög tillväxt efter könsmognad högre fetthalt i mjölken. Dessutom gav en hög vikt vid inseminering, 420 jämfört med 370 kg, högre mjölkavkastning oberoende av om tillväxten skedde före eller efter könsmognad. Dessutom var andelen fett högre för kvigor som inseminerades vid en lägre vikt, 3,53 respektive 3,25 %.

I en studie av Dobos *et al.* (2001) producerade Holsteinkvigor som vägde i genomsnitt 595 kg vid inkalvning 5,5 % mer mjölk, 8,4 % mer protein och 11,4 % mer fett, än kvigor som vägde i genomsnitt 498 kg vid inkalvning (se tabell 2). De räknade fram att 1,0 kg högre vikt vid inkalvning gav 5,35 kg mer mjölk, 0,19 kg mer protein och 0,23 kg mer fett i den första laktationen (Dobos *et al.*, 2001). Dessutom gav en inkalvningsvikt på 595 kg en ökad mjölkavkastning samt protein- och fetthalt över tre laktationer, jämfört med inkalvningsvikt på 498 kg (Dobos *et al.*, 2004).

Tabell 2. Mjölkavkastning samt protein- och fettmängd beroende på vikt vid inkalvning under den första laktationen hos australienska Holstein (Dobos *et al.*, 2001)

Inkalvningsvikt (kg)	Mjölkavkastning (kg)	Protein (kg)	Protein (%)	Fett (kg)	Fett (%)
498	4815	141	2,93	178	3,70
549	5117	155	3,01	200	3,90
595	5095	154	3,02	201	3,94

Inverkan på hållbarhet

Hållbarhet är en viktig del i avelsmålen för mjölkkor, och är kopplad till total inkomst under kvigans produktiva livslängd. Ju längre hon hålls i besättningen desto fler laktationer genomför hon, och desto mer vinst får producenten (Haworth *et al.*, 2008). Dock har selektion för hög produktion, som exempelvis hög mjölkavkastning eller hög tillväxt, visats ge ett negativt samband med hållbarhetsegenskaper (Essl, 1998). Hållbarhet är ett svårdefinierat begrepp och är öppet för flera tolkningar, exempelvis kan det vara hälsa, livslängd, reproduktion, fertilitet och allmän kondition, men oftast inte hur mycket en ko producerar (Zavadilová & Štípková, 2013). Ofta används produktiv livslängd, besättningslivslängd eller antal laktationer som ett

mått på hållbarhet. Dessutom kan egenskaper som har direkt inverkan på livslängd mätas, exempelvis fertilitet, hälsa (förekomst av bland annat mastit och ketos), juverexteriör, klövar samt kalvningssvårigheter (Essl, 1998).

Haworth *et al.* (2008) definierade hållbarhet som kons ålder i dagar vid utslagning. De räknade även ut ett hållbarhetsindex genom att ta antal mjölkproducerande dagar under kons livstid och dividera detta med hållbarheten, och därmed få ut hur stor andel mjölkproducerande dagar kon har haft under hela hennes liv. Exempelvis: en kviga producerar mjölk under 519 dagar och lever i 1321 dagar innan hon slås ut. Hennes hållbarhetsindex blir: $\frac{519}{1321} = 0,393 = 39,3 \%$, det vill säga hon spenderar 39,3 % av sitt liv att producera mjölk. I studien av Haworth *et al.* (2008) fick kvigor med en inkalvningsålder på mer än 30 månader ett lägre hållbarhetsindex. Vilket visade att en högre inkalvningsålder gav färre mjölkproducerande dagar, sett till hela kvigans produktiva livslängd, jämfört med en lägre inkalvningsålder. De fick fram att en inkalvningsålder på 24-30 månader gav högst hållbarhetsindex på 35,7 %, jämfört med lägre än 24 månader (33,4 %) och mer än 30 månader (30,7 %).

Enligt Zavadilová och Štípková (2013) minskar längden på en kvigas produktiva liv med en ökad inkalvningsålder, jämfört med lägre inkalvningsålder. Kvigor med högre inkalvningsålder har dessutom ofta svårare att bli dräktiga, bland annat på grund av sämre fertilitet, vilket kan vara orsaken till deras högre inkalvningsålder. En studie av Van Amburgh *et al.* (1998) visade att en daglig tillväxt på 1,0 jämfört med 0,8 kg före könsmognad gjorde att korna snabbare blev dräktiga efter den första laktationen, efter 120 respektive 135 dagar. Det vill säga att intervallet mellan den första kalvningen och befruktning för den andra var mindre för de kvigor som haft en högre tillväxthastighet före könsmognad.

I en sammanställning av Berry och Cromie (2004) av irländska Holstein visade det sig att kvigor med högre inkalvningsålder (36 månader) hade mindre chans att överleva till högre laktationsnummer, jämfört med en lägre inkalvningsålder (24 månader). Många studier har visat att ju högre inkalvningsålder desto större chans till tidig utslagning efter färre antal laktationer, och därmed ett kortare produktivt liv, vilket kan bero på dålig fertilitet (Nilforooshan & Edriss, 2004; Berry & Cromie, 2009; Zavadilová & Štípková, 2013).

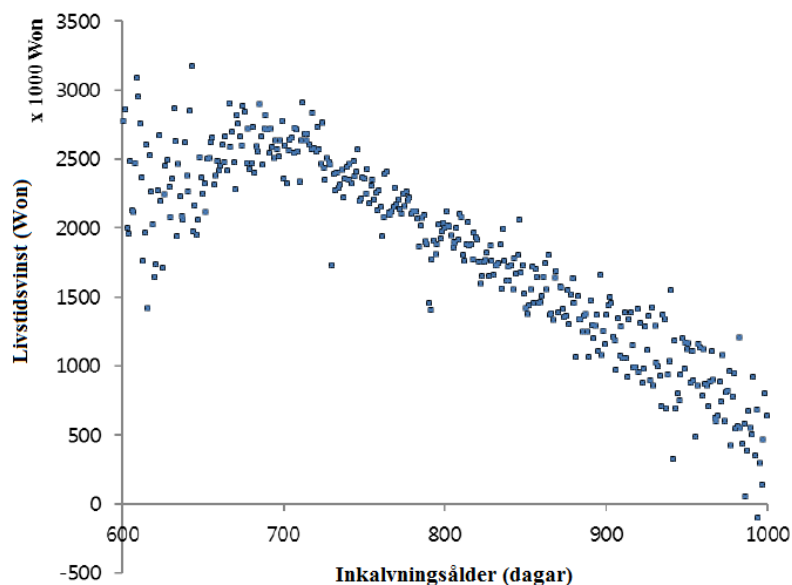
Ekonomiska aspekter

En högre kroppsvikt ger enligt Miller och McGilliard (1959) automatiskt inte en ekonomiskt bättre eller mer lönsam mjölkproduktion i den första laktationen. De menar att en hög kroppsvikt inte ger några större fördelar jämfört med en lägre kroppsvikt. Dessutom anser de att kvigor ska insemineras så fort de är tillräckligt stora, vilket beror på rasen, för att deras produktiva livslängd inte ska påverkas negativt. Då den produktiva livslängden är något som kommer att påverka ekonomin (Miller & McGilliard, 1959). Ökad tillväxt kan göra att könsmognad sker tidigare och därmed kan inkalvningsåldern bli lägre, vilket gör att foder- och underhållskostnad blir mindre samt att producenten får inkomst för mjölken snabbare (Lin *et al.*, 1986; Gardner *et al.*, 1988; Nilforooshan & Edriss, 2004). Underhållskostnaden blir större ju högre inkalvningsålder, och tvärtom, underhållskostnaden blir mindre ju lägre inkalvnings-

ålder (Ettema & Santos, 2004; Curran *et al.*, 2013). Curran *et al.* (2013) menar att om inkalvningsåldern minskar med en månad så kommer kon kunna slås ut en månad tidigare men med samma produktiva livslängd och med en lägre total foder- och underhållskostnad (Curran *et al.*, 2013). Dessutom gör en lägre inkalvningsålder att producenten får en högre inkomst vid en viss tidpunkt, exempelvis att en kviga med lägre inkalvningsålder hinner gå in sin andra laktation när en kviga med högre inkalvningsålder slutfört sin första laktation (Lin *et al.*, 1986).

Valentine *et al.* (1987) visade i en studie att en daglig tillväxt på i genomsnitt 0,62 kg före könsnognad gav bäst ekonomiska förutsättningar, jämfört med 0,16 och 0,94 kg per dag. Detta på grund av att de kvigor som växte 0,62 kg per dag fick en inkalvningsålder på 26 månader, jämfört med 29 respektive 24 månader, och den inkalvningsåldern gav högst vinst under den första laktationen med tanke på mjölkavkastning samt foder- och underhållskostnader fram till inkalvning (Valentine *et al.*, 1987). Dock kan inkomsten påverkas av den totala produktionen under kvigans produktiva livslängd. En lägre inkalvningsålder kan negativt påverka mängden producerad mjölk vilket kan resultera i en mindre inkomst för producenten (Lin *et al.*, 1988). Pirlo *et al.* (2000) anser att den inkalvningsålder som är mest ekonomiskt optimal beror, förutom underhållskostnader, även på mjölkpriset. Om det exempelvis är ett lågt mjölkpris kan det kanske passa bättre med en inkalvningsålder på 24 istället för 23 månader. Detta eftersom en kviga med inkalvningsålder på 24 månader producerar mer mjölk än en 23 månaders inkalvningsålder, och producenten får därmed mer betalt på grund av mer producerad mjölk.

I en datasammanställning av Do *et al.* (2013) med koreanska Holstein hade kvigor med en lägre inkalvningsålder en kortare livslängd, dock kunde en lägre inkalvningsålder fortfarande ge en positiv effekt på den totala vinsten under en kvigas livstid. De menade att högst vinst under en livstid fås av en inkalvningsålder på 690 dagar (22,6 månader; se figur 4), om livstiden i genomsnitt är 64 månader och med i genomsnitt 2,87 laktationer.



Figur 4. Fördelning av livstidsvinst beroende på inkalvningsålder, med en livstid i genomsnitt 64 månader och i genomsnitt 2,87 laktationer (Do *et al.*, 2013), där 1 000 000 Won \approx 7000 SEK.

Diskussion

Ålder och vikt vid inkalvning har i flera studier visats påverka mjölkproduktionen, och även påverka kvigans framtida hållbarhet och produktiva livslängd (Dobos *et al.*, 2004; Haworth *et al.*, 2008; Ben Gara *et al.*, 2009), och som därmed kommer påverka producentens ekonomi (Miller & McGilliard, 1959; Ettema & Santos, 2004; Curran *et al.*, 2013). För att få en ekonomiskt hållbar produktion är det viktigt att tänka på att väga mjölkproduktion mot utgifterna, från bland annat foder- och underhåll fram till inkalvning. Om det är värt att ha en snabbare tillväxt och därmed tidigare inkalvningsålder, även fast det blir lägre mjölkavkastning och högre foderkostnad på grund av att mer foder krävs för att få hög tillväxt. Eller om det istället är lönsammare att ha en långsammare tillväxt och senare inkalvningsålder, för att få en högre mjölkavkastning trots att det då ger mer utgifter före inkalvning.

Nackdelen med en högre vikt vid inkalvning är att den höga kroppsvikten ofta uppnås genom en hög tillväxt från tidig ålder. Detta påverkar den allometrisk juvertillväxten som resulterar i minskad juverutveckling, med bland annat mindre sekretorisk vävnad och större andel fettvävnad (Swanson, 1960; Sejrsen, 2005). En minskad juverutveckling, med mindre sekretorisk vävnad som följd, kommer därmed att resultera i en lägre mjölkavkastning. Däremot har vissa studier, bland annat en studie av Gardner *et al.* (1988), visat att en högre daglig tillväxt, som gav 1,5 månads tidigare inkalvning, inte ger någon större skillnad i mjölkavkastning i den första laktationen. Inte heller i studien av Van Amburgh *et al.* (1998) gav högre daglig tillväxt någon större skillnad i mjölkavkastning i första eller andra laktationen. Detta kan ses som positivt för producenten som med en ökad vikt får en tidigare inkalvning utan att mjölkavkastningen påverkas för mycket. Dessutom är det positivt att en hög tillväxt före könsmodnhet inte påverkar mängden fett eller protein (Abeni *et al.*, 2000; Dobos *et al.*, 2001). Eftersom sambandet mellan vikt och mjölkavkastning är positivt så kan det sägas att ju högre vikt, till en viss gräns, desto högre mjölkavkastning fås, vilket bland annat Dobos *et al.* (2001) visat.

Negativa effekter av en lägre inkalvningsålder är att det blir en mindre mjölkavkastning och mindre procenthalt fett under den första laktationen. Det är däremot positivt är att procenthalten protein inte påverkas av en lägre inkalvningsålder (Pirlo *et al.*, 2000). Lin *et al.* (1986; 1988) visade att inkalvningsåldern endast påverkar mjölkavkastningen i den första laktationen, och inte de två efterföljande. Detta kan ses som positivt, då kostnaden fram till inkalvning blir lägre och att en lägre inkalvningsålder har visats ge mer mjölk under en livstid samt under en 61 månaders period (Lin *et al.*, 1988; Ben Gara *et al.*, 2009). Dessutom, ju tidigare inkalvningsålder desto yngre är kon vid sin andra kalvning (Froidmont *et al.*, 2013), alltså kan en tidigare inkalvningsålder göra så att kon hinner gå in i sin andra laktation när en kvinga med högre inkalvningsålder precis slutfört sin första. Detta gör att en kvinga med lägre inkalvningsålder kommer att ge mer mjölk vid en viss tidpunkt, än vad en kvinga med högre inkalvningsålder ger, enligt samma princip att en lägre inkalvningsålder kommer ge mer mjölk vid 61 månaders ålder.

Hållbarheten påverkas av inkalvningsåldern, vilket Ben Gara *et al.* (2009) visat i en studie, där en inkalvningsålder lägre än 23 och högre än 25 månader gav minskad hållbarhet. Dessutom menar Zavadilová och Štípková (2013) att kvingor som har en högre inkalvningsålder kan lida

av dålig fertilitet, och därmed får en högre inkalvningsålder, och att detta kommer att påverka hållbarheten negativt. Dock visade Ettema och Santos (2004) att en lägre inkalvningsålder ofta ger svårigheter att bli dräktig på nytt, vilket kan bero på att de inte är tillräckligt utvecklade. Haworth *et al.* (2008) menar att ju högre inkalvningsålder desto mindre produktivt liv, dock att en lägre inkalvningsålder medför en minskad hållbarhet. Viktens påverkan på hållbarheten hör ihop med åldern, då en högre vikt ger en lägre inkalvningsålder, och en lägre inkalvningsålder negativt kan påverka hållbarheten.

Vad som är mest lönsamt är inte så enkelt att avgöra, en högre vikt ger automatiskt inte en bättre mjölkavkastning (Miller & McGilliard, 1959), lika som en lägre inkalvningsålder inte automatiskt ger en lägre kostnad under en livstid (Curran *et al.*, 2013). Dock är det mest troligt att en hög inkalvningsvikt ger hög mjölkavkastning, samt att det är mest troligt att en lägre inkalvningsålder ger en lägre kostnad under en livstid. En lägre inkalvningsålder kommer kunna ge en högre vinst vid en viss tidpunkt, än vad en högre inkalvningsålder gör (Lin *et al.*, 1986). Valentine *et al.* (1987) visade att högst vinst fås av kvigor med en daglig tillväxt på i genomsnitt 0,62 kg, och därmed en inkalvningsålder på 26 månader. Medan Do *et al.* (2013) har visat att högst vinst under en livstid fås av en inkalvningsålder på 22,6 månader. Dock måste foder- och underhållskostnaden tas hänsyn till, även hur mycket mjölkavkastningen blir, samt hur högt mjölkpriset ligger, för att kunna avgöra vad som ger bäst lönsamhet. Detta skiljer sig mellan länder, besättning, ras, foder, stallmiljö och en rad andra saker som kan påverka vikt och ålder, och i sin tur mjölkproduktion och hållbarheten.

Effekterna av vikt och ålder vid inkalvning är svåra att separera då de har ett starkt samband. Det kan därmed vara svårt att avgöra vad som är viktigast för både produktion och hållbarhet. Dock har Dobos *et al.* (2001) visat att vikten ger en större påverkan på mjölkproduktionen, än vad åldern gör. En högre kroppsvikt kommer att påverka när könsmognad och därmed när inseminering kan ske, vilket kommer att påverka inkalvningsåldern. Det är alltså lättare att styra vikten för att få en viss inkalvningsålder.

Slutsats

Det som verkar stämma överlag är att en tillväxt mellan 0,7-0,9 kg per dag före könsmognad som ger en inkalvningsålder runt 22,5-24 månader ger bäst resultat på både mjölkproduktion och hållbarhet, samt är mest ekonomiskt lönsamt för producenten.

Acknowledgements

Jag vill tacka min handledare, Cecilia Kronqvist, för mycket hjälpsam och konstruktiv kritik som lett till ett annat tankesätt och förbättrat arbete. Även mycket bra kommentarer från skrivgruppen, som gjort att jag tänkt ur andra synvinklar. I also want to thank Changhee Do (Do *et al.*, 2013), Boulbaba Rekik (Ben Gara *et al.*, 2009), and Mohammad-Ali Edriss (Nilforooshan & Edriss, 2004) for giving me permission to use their figures.

Litteraturförteckning

- Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L. & Pirlo, G. (2000). Effects of daily gain in pre- and postpubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile, and future milk production. *Journal of Dairy Science*, vol. 83(7), ss. 1468-1478.
- Ben Gara, A., Bouraoui, R., Rekik, B., Hammami, H., & Rouissi, H. (2009). Optimal age at first calving for improved milk yield and length of productive life in Tunisian Holstein cows. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, vol. 2(3), ss. 162-167.
- Berry, D.P., & Cromie, A.R. (2009). Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein-Friesian dairy cows. *Livestock Science*, vol. 123(1), ss. 44-54.
- Curran, R.D., Weigel, K.A., Hoffman, P.C., Marshall, J.A., Kuzdas, C.K., & Coblenz, W.K. (2013). Relationships between age at first calving; herd management criteria; and lifetime milk, fat, and protein production in Holstein cattle. *The Professional Animal Scientist*, vol. 29(1), ss. 1-9.
- Do, C., Wasana, N., Choi, K., Choi, Y., Choi, T., Park, B., & Lee, D. (2013). The Effect of Age at First Calving and Calving Interval on Productive Life and Lifetime Profit in Korean Holsteins. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 26(11), ss. 1511-1517.
- 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*, vol. 41(1), ss. 13-19.
- 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*, vol. 44(10), ss. 969-974.
- Essl, A. (1998). Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livestock Production Science*, vol. 57(1), ss. 79-89.
- Ettema, J.F., & Santos, J.E.P. (2004). Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *Journal of Dairy Science*, vol. 87(8), ss. 2730-2742.
- Froidmont, E., Picron, P., Turlot, P., Stilmant, A., Mayeres, V., Planchon, D., & Picron, D. (2013). Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal*, vol. 7(4), ss. 665-672.
- Gardner, R.W., Smith, L.W., & Park, R.L. (1988). Feeding and management of dairy heifers for optimal lifetime productivity. *Journal of Dairy Science*, vol. 71(4), s. 996-999.
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., & Steinfeld, H. (2011). Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock Science*, vol. 139(1), ss. 100-108.
- 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*, vol. 59(6), ss. 1131-1139.
- Haworth, G.M., Tranter, W.P., Chuck, J.N., Cheng, Z., & Wathes, D.C. (2008). Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Veterinary Record*, vol. 162(20), ss. 643-647.
- Krpálková, L., Cabrera, V.E., Vacek, M., Štípková, M., Stádník, L., & Crump, P. (2014). Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits

- during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 97(5), ss. 3017-3027.
- 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*, vol. 69(3), ss. 760-768.
- Lin, C.Y., McAllister, A.J., Batra, T.R., Lee, A.J., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M., & Winter, K.A. (1988). Effects of early and late breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 71(10), ss. 2735-2743.
- Macdonald, K.A., Penno, J.W., Bryant, A.M., & Roche, J.R. (2005). Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 88(9), ss. 3363-3375.
- Meyer, M.J., Everett, R.W., & Van Amburgh, M.E. (2004). Reduced age at first calving: effect on lifetime production, longevity, and profitability. *Proceedings of the Arizona Dairy Production Conference, Tempe, Arizona*, ss. 42-52.
- Meyer, M.J., Capuco, A.V., Ross, D.A., Lintault, L.M., & Van Amburgh, M.E. (2006). Developmental and Nutritional Regulation of the Prepubertal Heifer Mammary Gland: I. Parenchyma and Fat Pad Mass and Composition. *Journal of Dairy Science*, vol. 89(11), ss. 4289-4297.
- Miller, R.H., & McGilliard, L.D. (1959). Relations between Weight at First Calving and Milk Production during the First Lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 42(12), ss. 1932-1943.
- Mohd Nor, N., Steeneveld, W., van Werven, T., Mourits, M.C.M., & Hogeveen, H. (2013). First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, vol. 96(2), ss. 981-992.
- Nilforooshan, M.A., & Edriss, M.A. (2004). Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. *Journal of Dairy Science*, vol. 87(7), ss. 2130-2135.
- Nyemad, M. (2012). *Nötkreaturssektorns uppbyggnad – En analys av struktur och slakt i nötkreaturssektorn*. Jordbruksverket (Statistikrapport 2012:03). Tillgänglig: http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Annan%20statistik/Statistikrapport/Statistikrapport2012_3/201203..pdf (2016-04-01).
- Pirlo, G., Miglior, F., & Speroni, M. (2000). Effect of Age at First Calving on Production Traits and on Difference Between Milk Yield Returns and Rearing Costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, vol. 83(3), ss. 603-608.
- 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*, vol. 65(5), ss. 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*, vol. 75(3), ss. 828-835.
- Sejrsen, K., Purup, S., Vestergaard, M., & Foldager, J. (2000). High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic Animal Endocrinology*, vol. 19(2), ss. 93-104.
- Sejrsen, K. (2005). Mammary development and milk yield potential. I: Garnsworthy, P.C. (red.), *Calf and Heifer Rearing: Principles of Rearing the Modern Dairy Heifer from Calf to Calving*. 1a uppl. Nottingham University Press, ss. 237-251.

- Silva, L.F.P., VandeHaar, M.J., Whitlock, B.K., Radcliff, R.P., & Tucker, H.A. (2002). Short communication: Relationship between body growth and mammary development in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, vol. 85(10), ss. 2600-2602.
- Sinha, Y.N., & Tucker, A.H. (1969). Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during the estrous cycle. *Journal of Dairy Science*, vol. 52(4), ss. 507-512.
- Sutton, J.D. (1989). Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, vol. 72(10), ss. 2801-2814.
- Swanson, E.W. (1960). Effect of rapid growth with fattening of dairy heifers on their lactational ability. *Journal of Dairy Science*, vol. 43(3), ss. 377-387.
- Tozer, P.R., & Heinrichs, A.J. (2001). What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers: A Multiple-Component Analysis. *Journal of Dairy Science*, vol. 84(8), ss. 1836-1844.
- Valentine, S.C., Dobos, R. C., Lewis, P.A., Bartsch, B.D., & Wickes, R.B. (1987). Effect of liveweight gain before or during pregnancy on mammary gland development and subsequent milk production of Australian Holstein-Friesian heifers. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, vol. 27(2), ss. 195-205.
- 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 heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 81(2), ss. 527-538.
- Zavadilová, L., & Štípková, M. (2013). Effect of age at first calving on longevity and fertility traits for Holstein cattle. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 58(2), ss. 47-57.