



Samband mellan högt hull innan könsmognad och mjölkors förmåga att producera mjölk

**Relationship between high body condition before onset of
puberty and the dairy cow's ability to produce milk**



Foto: Dorota Anglart

av

Lottie Björkegren

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 314
15 hp C-nivå**

**Swedish University of Agricultural Science
Department of Animal Nutrition and Management**

Uppsala 2010



Samband mellan högt hull innan könsmognad och mjölkors förmåga att producera mjölk

**Relationship between high body condition before onset of
puberty and the dairy cow's ability to produce milk**

av

Lottie Björkegren

Handledare: Sigrid Agenäs

Examinator: Kjell Holtenius

Nyckelord: Kviga, högt hull, uppfödningkostnad, inkalvningsålder,
mjölkkörtelns utveckling, mjölkavkastning.

Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 314
15 hp C-nivå
Kurskod: EX0553**

**Swedish University of Agricultural Science
Department of Animal Nutrition and Management**

Uppsala 2010

Sammanfattning

Syftet med litteraturstudien var att utreda vilka kunskaper som finns rörande sambandet mellan högt hull hos kvigor innan könsmognad, och deras senare mjölkavkastning i första laktationen. Ekonomiskt sett så är uppfödningssperioden för kvigor en stor kostnad för mjölkföretaget och stora finansiella förbättringar skulle kunna göras på området. Stallplats och omvårdnad och kostnader för kvigan, foder är dock den största utgiften och står för 60 % av totala kostnaden för kviguppfoeding. Genom en sänkning av ålder för könsmognad skulle även inkalvningsåldern kunna sänkas och föra med sig en kortare period som kvigan inte är produktiv. Könsmognadens start är sammankopplad med kroppsvikt och hull, inte ålder, så genom att höja utfodringsnivån kan inkalvningsåldern sänkas. Perioden mellan 2-3 månader fram till könsmognadens start anses vara en så kallad kritisk period då mjölkkörteln börjar växa snabbare än resten av kroppen. Det har visat sig att en hög och energirik utfodring under den kritiska fasen har en negativ reducerande effekt på juvertillväxt. Det är antalet juverceller som bestämmer hur stor mjölkavkastning blir. Forskningsresultaten är inte helt samstämmiga gällande reduktionen i potentiell avkastning till följd av överutfodring i perioden innan könsmognad. Vilken utfodringsnivå i gram per daglig tillväxt som skulle vara optimal diskuteras i litteraturöversikten.

Abstract

The purpose of this literature review was to investigate the present knowledge regarding the relationship between body condition of heifers before onset of puberty and their subsequent milk yield in the first lactation. Current research does not totally agree regarding the reduction in potential milk yield due to the feeding regime before puberty. From an economical point of view the heifer rearing period is a high expense for the milk company and major financial improvement could be made in this area. Housing and management are costs of the heifer, feed is the major cost and accounts for 60 % of the total expenses for heifer rearing. By lowering the age of onset of puberty, age at first calving can be reduced which leads to a shorter period as the heifer is not productive. Onset of puberty is linked to body weight and body condition, not age, by increasing level of feeding age at first calving can be reduced. The period between 2-3 months of age until onset of puberty is a so-called critical period when the mammary gland begins to grow at a faster rate than the rest of the body. It has been shown that a high-energy feeding regimen during the critical period has a negative reducing effect on mammary growth. The amount of mammary cells determines the level of subsequent milk yield. Optimal growth rate is discussed in the literature review.

Introduktion

Huvudsyftet med uppfödning av rekryteringskvigor är att de skall bli de bäst avkastande mjölkorna (Sejrsen & Purup, 1997). Kvigan förväntas ha en snabb tillväxt samtidigt som juverkörteln utvecklas optimalt (Davis Rincker et al., 2008a). Kviguppfoedingen är en ekonomiskt tung post för lantbrukaren, därför är det viktigt att undersöka vilka möjligheter det finns för att kunna minimera dessa kostnader. Det mest effektiva sättet att minska

uppfödningens kostnader är att sänka inkalvningsåldern för kvigorna (Sejrsen & Purup, 1997; Gabler et al., 2000; Heinrichs, 1993). Inkalvningsåldern kan sänkas genom att använda sig av en förhöjd utfodringsnivå (Little et al., 1979) då könsmognadens start är sammankopplad med levande vikt och inte ålder (Sejrsen & Purup, 1997; Herlin & Swensson 2004). Nivån av kroppsfett påverkar starten av könsmognaden så att kvigan tidigare når i den pubertala utvecklingsfasen (Radcliff et al., 1997). Att använda en energirik foderstat vid uppfödning av kvigor i den prepubertala fasen leder till ett ökat hull (Sejrsen et al., 1982; Swanson, 1960). Så som Herlin & Swensson (2004) beskriver det, är det allmänt känt att perioden från 2-3 månaders ålder till pubertet vid 1 års ålder är en kritisk period med avseende på juvrets utveckling. Då är tillväxten av juvret större jämfört med resten av kroppen och nivån av utfodring kan då påverka den framtida avkastningen för kvigan på ett negativt sätt.

Sambandet mellan kvigors tillväxt och framtida potentiella mjölkproduktion är komplicerat. Hög genetisk potential för tillväxt speglas av förväntad högre avkastning. En högre tillväxt som resultat av en hög utfodringsnivå under den prepubertala fasen reflekteras dock av lägre potential för avkastning (Sejrsen et al., 2000). Det är antalet juverceller i mjölkkörteln vid laktationens start som till största del avgör hur stor kvigans framtida potential för avkastning är (Sejrsen, 1994). Största delen av juvrets utveckling är slutförd då kvigan kalvar in och det är troligt att de faktorer som påverkar juverutvecklingen under uppfödning också påverkar kvigans potentiella avkastning som ko (Sejrsen et al., 2000). Den exakta perioden då utvecklingen av framtida mjölkavkastningspotentialen försämras av en hög utfodringsnivå inte är helt känd (Sejrsen & Purup, 1997).

Den här litteraturstudien skall sammanfatta vad man idag har för kunskaper om de fysiologiska mekanismer som är förenade med ett högt hull innan könsmognad och förmågan att producera mjölk i sin första laktation. Syftet med studien är att utreda vilka resultaten blir av ett högt hull innan könsmognad med avseende på avkastning i första laktation.

Kviguppfödningens kostnader

Kostnaderna för uppfödning av rekryteringskvigor är en mycket stor utgiftspost för mjölkproducenten (Heinrichs, 1993; Gabler et al., 2000; Radcliff et al., 1997), kostnaderna rör främst foder, omvårdnad, stallar och veterinärkostnader (Gabler et al., 2000). Inom mjölkproduktionen behövs en stor mängd kvigor för att täcka rekryteringsbehovet och besluten som tas rörande uppfödningen har stor påverkan på mjölkföretagets ekonomi totalt sett (Mourits et al., 1997). Den vanligaste lösningen när man vill sänka kostnaderna är att förkorta perioden då kvigan inte är produktiv, man sänker inkalvningsåldern (Hoffman et al., 1992).

Kviguppfödningens andel står för ca 25 % av totala mjölkproduktionens kostnader, vilket 2004 motsvarade omkring 50 öre per kg mjölk (Herlin & Swensson, 2004), det är bara den totala foderkostnaden som är större (Heinrichs, 1993). Gabler et al. (2000) visade i en studie att foderkostnaden stod för 60 % av totala kostnaderna för rekryteringsuppfödningen och stora förbättringar för lönsamheten kan göras om man väljer den bästa uppfödningstrategin.

Mourits et al. (1997) gjorde en ekonomisk modell för att tydliggöra ekonomiska effekten av lantbrukarens beslut. Det är förenat med stora kostnader att utföra uppfödningförsök och för lantbrukaren finns det bara ett fåtal dynamiska modeller som utvecklats där rekryteringskvigan tagits hänsyn till ekonomiskt sett. Ur ett ekonomiskt perspektiv bör uppfödningen av kvigor innan könsmognad tangera den högsta kritiska utfodringsnivån och efter könsmognad bör den ligga på högsta möjliga nivå. En kviguppfödningmodell som baseras på nya beslut tagna varje månad skulle leda till en mer maximerad avkastning (Mourits et al., 2000). Kvigornas uppfödning är ofta förbisett för att det går så lång tid mellan insatta medel och avkastning i form av produktion (Mourits et al., 1997). Man vill minimera kostnaderna kopplade till uppfödningen men samtidigt behålla samma höga resultat vilket gör det är svårt att möta ett behov, utan att samtidigt påverka andra aspekter negativt (Hoffman et al., 1992). Den fulla förståelsen saknas för de underliggande biologiska strukturerna kopplat till uppfödning av kvigor (Mourits et al., 1997).

Mjölkkörtelns utveckling

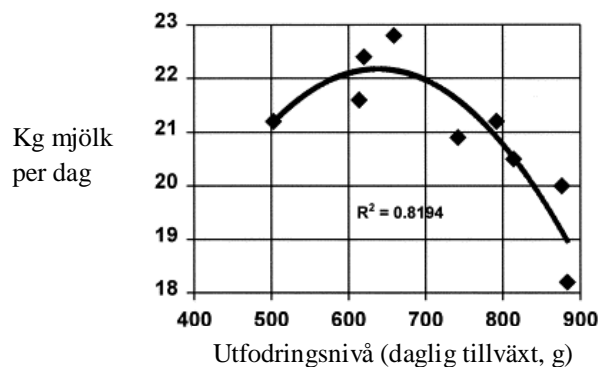
De grundläggande strukturerna av juverkörtlarna bildas redan på fosterstadiet (Sinha & Tucker, 1969). Epitelcellernas utveckling i juverkörteln under fosterstadiet påverkas av den omkringliggande vävnaden (Hovey et al., 1999), epitelvävnaden är inte fullt utvecklat vid födseln och inga alveoler har ännu bildats (Sinha & Tucker, 1969). Under perioden från kvigans födelse till betäckning eller insemination, sker framförallt uppbyggnad av det nätverk där nybildning och celldelning av sekretoriska celler ska ske, vilka behövs vid mjölkbildningen. Förgreningen av juvrets mjölkgångar ökar, precis som tillväxten av fett- och bindväv (Akers, 2002a). Juvret utvecklas sedan i distinkta faser i takt med utvecklingen av fortplantningsorganen (Sinha & Tucker, 1969) och juvrets utveckling kan då delas upp i fyra olika faser; 1) från födsel till 2-3 månader ålder, 2) från 2-3 månader ålder till könsmognad, 3) från könsmognad till dräktighet, 4) dräktighetsperioden (Sejrsen et al., 2000). Hos den nyfödda kvigkalven består mjölkkörteln av en grundmassa av fett- och stödjevävnad (Hovey et al., 1999) och de första månaderna efter födseln växer mjölkkörteln isometriskt, dvs. lika fort som resten av kroppen. När kvigan är 2-3 månader gammal börjar mjölkkörtlarna att växa snabbare än resten av kroppen, det kallas allometrisk tillväxt (Sinha & Tucker 1969).

Stödjevävnaden som omger de mjölksyntetiserande cellerna ger ett stöttande nätverk för strukturell support och förankrar den parenkyma (funktionella) vävnaden. Denna kombination av celler och vävnad är viktig för utvecklingen av juvrets funktionella vävnad och senare inverkan på kommande laktationer (Akers, 2002a). De få studier som är gjorda på kvigors juverutveckling under de tre första månaderna, indikerar att även denna periods utveckling av den funktionella vävnaden är stor och avgörande för senare avkastning (Akers, 2002a). Vid den allometrisk tillväxten blir juvrets kanaler blir längre och förgrenar sig in i juverfettvävnaden (Sinha & Tucker, 1969). Sinha & Tucker (1969) såg att utfodringen hade störst påverkan på juverutvecklingen under den allometrisk faser. Daniels et al. (2009) föreslog att reduceringen av körtelvävnaden beror på inhibering av epitelcellernas delning som orsakas av överutfodring i den allometrisk faser av juverutvecklingen. Sejrsen et al. (1982) visade att det finns en kritisk period för juverutveckling då tillväxten av den

sekretoriska vävnaden är känslig för hög utfodringsnivå. Kvigor som hade en hög utfodringsnivå i den allometriskaste fasen av juverutveckling, hade mindre andel sekretorisk vävnad i juverkörteln jämfört med de som utfodrats med en normal foderstat. Inga samband sågs under den isometriska fasen av juvertillväxt. Mätning och jämförelser av juverutveckling på djur som har samma ålder kan vara missvisande då de kan vara i olika faser av sin juverutveckling (Sejrsen & Purup, 1997).

Fettdepån i juvret och de olika beståndsdelarna står för många av körtelns funktioner, där återfinns kärl och lymfsystem och i fettväven sker fettsyntes samt syntes av tillväxthormoner (Hovey et al., 1999). De sekretoriska alveolerna bildas inte förrän efter att kvigan blivit dräktig och då återgår juvertillväxten till isometrisk hastighet igen (Sinha & Tucker 1969). Sejrsen (1994) fann att en ökad utfodring innan könsmodning påverkar hormonsekretionen som i sin tur kan leda till att antalet sekretoriska celler i juverkörteln reduceras.

En kvigas fulla avkastningspotential reduceras inte med en utfodringsnivå som resulterar i en tillväxttakt på 600-700 g per dag under den prepubertala perioden, (Sejrsen et al., 2000), se figur 1. Van Amburgh et al. (1998) fann att en tillväxthastighet som ökat från 600 g/dag till 1000 g/dag resulterade i 5 % reducerad mjölkproduktion i första laktationen. Olika försök har studerat effekter av utfodringsnivå under den prepubertala perioden hos kvigor och senare avkastning hos kor (Little & Kay, 1979; Sejrsen & Purup, 1997; Macdonald et al., 2005). Trots att alla försök inte är helt samstämmiga i sina resultat med avseende på senare avkastning, är den generella slutsatsen att den höga utfodringsnivån under perioden innan könsmodning kan orsaka en bestående reduktion i efterföljande mjölkavkastningspotential (Sejrsen et al., 2000).



Figur 1. Effekt av utfodringsnivå under den prepubertala tiden för utveckling med avseende på senare avkastning. Från (Sejrsen et al., 2000).

Inverkan av hormoner

Tillväxthormon har en viktig roll vid utveckling av juvret (Sejrsen et al., 2000; Kleinberg et al., 2009) men även prolaktin och östrogen är av stor betydelse (Sjaastad et al., 2003). Tillväxthormon verkar inte binda direkt till juverkörteln (Sejrsen & Purup, 1997), de specifika receptorer som behövs för en direkt effekt saknas i den prepubertala juvervävnaden, detta trots att mRNA för tillväxthormonreceptor hittats (Akers, 2000c). Det är väl känt att effekten

av tillväxthormon och dess mekanism förmedlas via Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) (Kleinberg et al., 2009). IGF-1 har en stimulerad verkan på juvercellernas delning (Sejrsen et al., 2000) och det är främst levern som förser det cirkulerande blodet med IGF-1, men IGF-1 produceras även lokalt i juverkörteln (Akers, 2002b). Studier de senaste 10 åren har visat att det möjligtvis till stor del är just juverspecifika tillväxtfaktorer som förmedlar de ”vanliga” hormonernas verkan, exempelvis tror man att tillväxtfaktorerna TGF- α , TGF- β , IGF-1, EGF och FGF förmedlar många av effekterna (Akers, 2002c).

Tillväxthormon är positivt korrelerat med juvertillväxt. Nivån av cirkulerande tillväxthormon reduceras dock av en allt för hög utfodringsintensitet (Sejrsen & Purup, 1997). Både Sejrsen et al. (1982) och Capuco et al. (1995) fann att högtutfodrade kvigor hade lägre koncentrationer av tillväxthormon i blodet vilket skulle kunna vara en förklaring till den minskade tillväxten av juverkörteln de såg i försöket. När koncentrationen av tillväxthormon sjunker i blodet ökar frisättningen av IGF-1 från bl. a levern (Sejrsen et al., 2000). En hög utfodringsintensitet leder alltså till en sänkning av tillväxthormonhalten och en förhöjd nivå av IGF-1 i blodet och Sejrsen & Purup (1997) såg att juvervävnadens känslighet för IGF-1 minskade som resultat av en hög utfodringsintensitet.

Inkalvningsålder

Kvigor av högavkastande ras blir könsmogna mellan 9-11 månaders ålder och väger då mellan 250-280 kg, både ålder och vikt varierar dock inom och mellan raser (Sejrsen et al., 1997). I Sverige är den genomsnittliga inkalvningsåldern 28-29 månader och vid inkalvningen rekommenderas ett hullpoäng på 3-3,5 (Herlin & Swensson 2004). Könsmognadens start beror på kroppsvikt och hull, inte på åldern (Radcliff et al., 1997) och i försök fann Sejrsen et al. (1997) att kroppsvikten vid könsmognad var opåverkad av utfodringsnivån. Hoffman & Funk (1992) såg att det fanns en positiv korrelation mellan vikt vid kalvning och mjölkavkastning. Tidigare inkalvning som ett resultat av tidigare könsmognaden reducerar kvigans totala tid för juverutveckling (Abeni et al., 2000).

Tillväxthastighet

Den dagliga tillväxten inverkar på växande kvigors hull innan könsmognad men Abeni et al. (2000) såg ingen påverkan på mjölkproduktionen. Olika försök har gjorts för att hitta en utfodringsnivå som ökar effektiviteten i tillväxten hos kvigan utan att påverka juvrets utveckling negativt eller öka fettansättningen. Meyer et al. (2006b) visade i ett försök att utfodringsnivån av kvigor innan könsmognad hade påverkan på juvrets fettväv vilken ökade i storlek.

Davis Rincker et al. (2008) undersökte om korta perioder med energirik utfodring av unga kvigor kan vara ett kostnadseffektivt sätt att sänka inkalvningsåldern. Andelen fett mellan nionde och elfte revbenet ökade vilket kan anses motsvara hela kroppens fettinlagring. Den linjära ökningen av fettinlagring under utfodring med hög energigiva, för att generera snabb ökning i vikt, är betydelsefull för kvigans framtida avkastning. De kvigor som utfodrades med energirikt foder i 12 veckor hade dubbelt så mycket inlagrat fett jämfört med kontrollkvigorerna

(Davis Rincker et al., 2008). Hos kvigor som utfodras med energirikt foder innan könsmognad, för att få en snabb ökning i kroppsvikt, fann Radcliff et al. (1997) att kvigornas kroppsvävnad innehöll en större andel fett. Capuco et al. (1995) undersökte om juvrets utveckling och senare mjölkavkastning påverkades av foderkomposition och tillväxt under prepubertala fasen och fann att fettinlagringen i juvret ökade när man ökade utfodringen. Sejrsen et al. (1982) såg att kvigor som utfodrades *ad libitum* hade mindre körtelvävnaden i juvret än de som utfodrats mer restriktivt av samma fodermedel. Sammansättningen av fodret kan påverka utsöndringen av viktiga hormoner eller vävnaders mottaglighet, vilket kan leda till långvariga, permanenta effekter för utvecklingen av juver- och fettvävnader (Capuco et al., 1995).

Hullbedömning

Hullbedömning görs genom en visuell yttre inspektion och ibland palperas bl. a djurets bakdel. Djuret betygssätts på en skala från 1-5 där 1 står för utmärkt och 5 står för fet (Wildman et al., 1982). Det finns hullbedömningsskalor med fem, åtta och tio poäng. Hullbedömning är en subjektiv metod för att mäta hur mycket kroppsreserver djuret har lagrat i fett och muskler (Edmonson et al., 1989) och förändringar i hullet speglar både kropps fettets och muskelmassans förändringar (Jaurena et al., 2005). Radcliff et al. (1997) fann att utfodring som genererade mer än 1 kg viktökning per dag ökade mängden inlagrat fett, kvigan fick ett högre hull. Det finns ett positivt linjärt samband mellan vikt och hull (Jaurena et al., 2005).

En viss fettansättning är nödvändig, men Davis Rincker et al. (2008) visade att en ökad fettansättning inte bidrar till tillväxt utan försämrar foderutnyttjandet och kan påverka juverutvecklingen till det sämre. Hullbedömning är att föredra i förhållande till att endast beskriva ett djur efter dess storlek eller vikt vilket kan vara missvisande då en mindre men tjock ko kan väga lika mycket som en större men tunn ko. Kor som har ett för högt hull löper större risk att drabbas av kalvningssvårigheter och hamna starkt negativ energibalans efter kalvning (Radcliff et al., 1997). Att använda sig av hullbedömning anses ge en grov men rimlig uppskattning av kons energireserver, men bör inte användas på för feta eller för smala djur vilka faller utanför hullbedömningsskalan (Roche et al., 2009).

Reduktion i avkastningspotential

En förhöjd utfodringsnivå innan könsmognaden har visat sig sänka kvigans potentiella avkastning (Sejrsen et al., 2000). Swanson et al. (1959) visade i försök att en stor andel av kvigorna som utfodrades till ett högt hull innan könsmognad hade en sämre avkastning under den första laktationen. Minskningen i mjölkproduktion kopplades till den energirika utfodringen innan kvigan blivit köns mogen. De feta korna hade en utvecklad körtelvävnad i perifera delarna av mjölkkörteln och en högre fettansättning i juvrets fettväv (Swanson et al., 1959).

Silva et al. (2002) visade att kvigor som fick energirikt foder *ad libitum* hade en ökad fettansättning växte långsammare och hade mindre andel körtelvävnad i juvret vid

könsmognad. Nivån av kroppsfett är negativt korrelerad med juvrets körtelvävnad och med framtida mjölkavkastning (Silva et al., 2002). Sejrsen et al. (2000) såg i försök att gruppen kvigor som hade den intensivaste utfodringsnivån hade den lägsta avkastningen. Reduceringen i mjölkavkastning låg på ca 1,5 kg/dag per 100 g daglig tillväxtökning kopplat till en intensivare nivå av utfodring. Park et al. (1987) gjorde försök med en utfodring som gav tillväxt i olika omgångar och resultaten visade inte på en reducerad avkastning.

Diskussion

Den här litteraturstudien har ställt samman resultat från studier som visar om ett ökat prepubertalt hull har någon inverkan på kvigans avkastning i första laktationen. Den har också behandlat några av de mekanismer som är förenade med högt hull innan könsmognad. I litteraturen rapporteras både resultat som stöder påståendet att det finns en kritisk period för juvrets utveckling där ett högt hull kan leda till reduktion i avkastning i senare laktationer, men även resultat som inte visar någon påverkan i avkastning. Trots det positiva sambandet mellan kroppsvikt vid inkalvning och avkastning så har ökad nivå av kroppsvikt under kvigans tillväxtfas en negativ effekt på framtida mjölkproduktion (Heinrichs, 1993). Ett överdrivet högt energifoderintag innan könsmognad kan medföra bestående förändringar i det endokrina systemet och i fettvävnaden vilket skulle kunna leda till att mjölkbildningen hämmas. Ett energirikt foderintag under den kritiska perioden skulle även kunna inverka på kvigans anlag för fettansättning (Capuco et al., 1995). Den ökning i hull som Sejrsen et al., (1982) och Swanson, (1960) såg vid en förhöjd och energirik foderstat ledde till reducerad juverutveckling och minskad avkastning.

I några av de försök som inte visat någon reducerad avkastning i den första laktationen (Park et al., 1987; Capuco et al., 1995; Abeni et al., 2000) kan den uteblivna effekten bero på att delar av försöket inte berörde den kritiska perioden för juvertillväxt. Den exakta tiden för kvigans kritiska period är svår att fastställa, speciellt mellan raser (Akers, 2002c). Att inga negativa effekter påvisades kan även bero på att skillnaderna i tillväxttakt mellan grupperna som jämfördes inte var tillräckligt stora (Sejrsen & Purup, 1997) eller att ett mindre antal djur användes (Sejrsen et al., 2000). Även kompensatorisk tillväxt kan ha förekommit under senare perioder av juverutveckling vilket gjort att effekten på avkastning uteblivit. Tillväxt under den allometriska fasen under dräktigheten kan kompensera för reducerad juverutveckling innan könsmognad (Capuco et al., 1995).

Resultaten från mätningar av juverkörteln påverkas även av svårigheten att mäta juvertillväxt i ett levande djur. Olika utvecklingsstadier hos djuren gör också det svårt att jämföra djur som är i de olika faserna av juverutveckling. Den outnyttjade potentialen som finns hos djur som ännu befinner sig i den allometriska fasen av utveckling kommer aldrig att kunna uppskattas (Akers, 2002d). Silva et al. (2002) föreslog att man skulle använda ökad kroppsfettinlagring istället för viktökning som ett mått på försämrad juverutveckling. Silva et al. (2002) såg att de kvigor som fått en hög energigiva *ad libitum* hade ett högre hull, växte långsammare och hade mindre körtelvävnad vid könsmognad. Kvigor med en hög genetisk potential för avkastning kan även tänkas ha högt genetiskt anlag för att bli mager än för fettansättning.

En hög mjölkproduktion är beroende av juverkörtelns förmåga att producera mjölk och kroppens förmåga att förse körteln med de nödvändiga näringsämnen som behövs. Korns förmåga att tillhandahålla näringsämnena beror bl. a på hullet. Kviguppfoeningen får ofta otillräckligt med uppmärksamhet och för mindre gårdar kan det vara svårt att hålla djuren i optimala gruppstorlekar för mest gynnsamma foderstater (Akers, 2002d). För att möta de högt ställda kraven på dagens mjölkkor är det viktigt att uppfödingen av rekryteringskvigor sker på det bästa och mest effektiva sättet. Stor ekonomisk förbättring kan uppnås genom en välplanerad och uppföljd uppföding, där varje utgift kopplas samman avkastning så att resultatet maximeras. Mourits et al. (2000) visade att det var ekonomiskt optimalt att sätta en övre gräns under kvigans kritiska period innan könsmodnad för att förhindra framtida reduktion i avkastningskapacitet. Om inkalvningsåldern sänks kommer kvigor att ha kortare tid på sig att komma upp i lämplig vikt för inkalvning vilket kan leda till att deras tillväxt per dag kommer att överstiga de kritiska gränser som Sejrsen et al. (2000) beskrivit. Juvrets tillväxt kommer påverkas av kvigans hull i den prepubertala fasen men konsekvensen blir inte tydlig förrän långt senare och outnyttjad potential omöjlig att estimeras (Akers, 2002d).

Eftersom olika resultat har uppnåtts, öppnar det för möjligheten att det skulle bli möjligt att utforma en foderstat med hög utfodringsnivå utan att det skulle behöva påverka juverutvecklingen negativt (Sejrsen et al., 2000). Capuco et al. (1995) fann att det skulle kunna vara möjligt att utforma en foderstat med en hög andel fibrer som ger hög fyllnadsgrad i mag-tarmkanalen, så att utfodring *ad libitum* skulle kunna vara möjlig utan negativ inverkan på juvrets utveckling och ha effekt på avkastningen. Om man skall utforma en foderstat som ligger på en väldigt hög utfodringsnivå måste graden av viktökning observeras mycket noggrant för att undvika att ett för högt hull uppnås (Akers, 2002c).

Vår selektion för mjölkkor som har den bästa avkastningen har medfört en korrelerad ökning i tillväxtkapacitet för kvigor. I och med att det finns ett samband mellan avkastning och kroppsvikt vid kalvning ifrågasätter vissa producenter den negativa effekten på avkastning som överutfodring i den prepubertala fasen kan leda till (Akers, 2002d). Även om foderstater och tillväxttakt för kvigor innan könsmodnad undersökts i många studier finns det många andra aspekter som inte tagits hänsyn till t. ex hur utfodring av avvanda kalvar med mjölkersättning kan påverka juverutvecklingen (Akers, 2002d). De flesta uppfödningsstudier är utförda så att daglig tillväxt ökar stadigt men några studier, bl. a (Park et al., 1987), visade att kvigor kan tillväxa i perioder som varvas med perioder med mycket lite tillväxt och kompensatorisk tillväxt. Resultaten visade en kostnadseffektiv metod för kviguppfoening då kvigor i den stegvisa utfodringen hade en högre andel funktionell juvervävnad och en högre avkastning jämfört med kontrollkvigor. Dagens djurmaterial har en högre tillväxtpotential därför kan det vara troligt att dagens utfodringsrekommendationer är föråldrade och behöver förnyas (Herlin & Swensson, 2004). Den optimala dagliga tillväxten för kvigor kan komma att öka då den genetiska potentialen för avkastning ökar. Den prepubertala utfodringsnivån kommer förmodligen inte att påverkas i och med selektion för ökad avkastning utan vara oförändrad (Sejrsen et al., 2000).

Mer forskning behövs kring mekanismerna rörande idisslars mjölkkörteltillväxt. Studier har visat att det möjligtvis kan vara andra ämnen än tillväxthormon, östrogen och prolaktin som också är med och påverkar juvrets utveckling t. ex IGF, EGF, men att det även kan finnas okända tillväxtfaktorer som ännu inte påträffats. Reglering av juvertillväxt är en fin balansgång mellan tillväxtstimulerande tillväxtfaktorer och tillväxthämmande. Tillväxthormonets mekanism och verkan inte helt utredd men med säkerhet antas gruppen IGF tillsammans med lokalt producerade faktorer, receptorer, bindande proteiner och kanske andra tillväxtfaktorer vara involverade i juvrets utveckling (Akers, 2002d).

I denna litteraturstudie gjordes det en medveten avgränsning att endast resultat som rört avkastning i första laktationen togs upp. Fler studier som undersöker den långsiktiga påverkan på avkastning behövs.

Slutsats

Det finns många faktorer som påverkar kvigors utveckling av juvervävnaden i den prepubertala fasen och ett ökat hull är en faktor. En hög utfodringsnivå med avsikt att sänka inkalvningsåldern leder indirekt till att mjölkkörteln får mindre tid på sig att utvecklas. En hög tillväxttakt som genererar ett högt hull kan ha en starkt reducerande effekt på tillväxten av juvret innan könsmyndighet. Minskad körtelvävnad vid könsmyndighet kan leda till reduktion i potential för mjölkavkastning.

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* 83, 1468-1478.
- Akers, R.M. 1990. Lactation physiology: a ruminant animal perspective. *Protoplasma* 159, 96-111.
- Akers, R.M. 2002a. Overview of mammary development. In: *Lactation and the mammary gland*, 3-43. Iowa State Press.
- Akers, R.M. 2002b. Mammary development, anatomy, and physiology. In: *Lactation and the mammary gland*, 45-65. Iowa State Press.
- Akers, R.M. 2002c. Functional development of the mammary gland. In: *Lactation and the mammary gland*, 129-165. Iowa State Press.
- Akers, R.M. 2002d. Manipulation of mammary development and milk production. In: *Lactation and the mammary gland*, 240-252. Iowa State Press.
- Capuco, A.V., Smith, J.J., Waldo, D.R., Rexroad, JR. 1995. Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 78, 2709-2725.
- Daniels, K.M., Capuce, A.V., McGilliard, M.L., James, R.E., Akers, R.M. 2009. Effect of milk replacer formulation on measures of mammary growth and composition in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 92, 5937-5950.
- Davis Rincker, L.E., Weber Nielsen, M.S., Chapin, L.T., Liesman, J.S., VandeHaar, M.J. 2008a. Effect of feeding prepubertal heifers a high-energy diet for three, six, or twelve weeks on feed intake, body growth, and fat deposition. *Journal of Dairy Science* 91, 1913-1925.

- Davis Rincker, L.E., Weber Nielsen, M.S., Chapin, L.T., Liesman, J.S., Daniels, K.M., Akers, R.M., VandeHaar, M.J. 2008b. Effects of feeding prepubertal heifers a high-energy diet for three, six, or twelve weeks on mammary growth and composition. *Journal of Dairy Science* 91, 1926-1935.
- 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.
- Gabler, M.T., Tozer, P.R., Heinrichs, A.J. 2000. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifer. *Journal of Dairy Science* 83, 1104-1109.
- Heinrichs, A.J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science* 76, 3179-3187.
- Herlin, A., Swensson, C. 2004. Uppfödning av kvigor med tidig inkalvning. I: Sydsvensk Jordbruksforskning Info 35. SLU, Alnarp, Sverige.
- Hoffman, P.C., Funk, D.A. 1992. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal of Dairy Science* 75, 2504.
- Hovey, R.C., McFadden, T.B., Akers, R.M. 1999. Regulation of mammary gland growth and morphogenesis by the mammary fat pad: A species comparison. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 4, 53-68.
- Jaurena, G., Moorby, J.M., Fisher, W.J., Cantet, R. 2005. Association of body weight, loin *longissimus dorsi* and backfat with body condition score in dry and lactating Holstein dairy cows. *Animal Science* 80, 219-223.
- Kleinberg, D.K., Wood, T.L., Furth, P.A., Lee, A.V. 2009. Growth hormone and insulin-like growth factor-1 in the transition from normal mammary development to preneoplastic mammary lesions. *Endocrine Reviews* 30, 51-74.
- Little, W., Kay, R.M. 1979. The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Animal Production* 29, 131-142.
- 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* 88, 3363-3375.
- Meyer, M.J., Capuco, A.V., Ross, D.A., Lintault, L.M., Van Amburgh, M.E. 2006a. Developmental and nutritional regulation of the prepubertal bovine mammary gland: II. Epithelial cell proliferation, parenchymal accretion rate, and allometric growth. *Journal of Dairy Science* 89, 4298-4304.
- Meyer, M.J., Capuco, A., Ross, D.A., Lintault, L.M., Van Amburgh, M.E. 2006b. Development and nutritional regulation of the prepubertal heifer mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. *Journal of Dairy Science* 89, 4289-4297.
- Mourits, M.C.M., Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M., Galligan, D.T. 1997. Technical and economic models to support heifer management decisions: Basic concepts. *Journal of Dairy Science* 80, 1406-1415.
- Mourits, M.C.M., Galligan, D.T., Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M. 2000. Optimization of dairy heifer management decisions based on production conditions of Pennsylvania. *Journal of Dairy Science* 83, 1989-1997.
- Park, C.S., Erickson, G.M., Choi, Y.J., Marx, G.O. 1987. Effects of compensatory growth on regulation of growth and lactation: Response of dairy heifers to a stair-step growth pattern. *Journal of Dairy Science* 64, 1751-1758.

- Radcliff, R.P., Vandehaar, M.J., Skidmore, A.L., Chapin, L.T., Radke, B.R., Lloyd, J.W., Stanisiewski, E.P., Tucker, H.A. 1997. Effects of diet and bovine somatotropin on heifer growth and mammary development. *Journal of Dairy Science* 80, 1996-2003.
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J., Berry, D.P. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *American Dairy Science Association* 92, 5769-5801.
- 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* 19, 93-10.
- 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. 1994. Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society* 53, 103-110.
- Sejrsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.H., Akers, R.M. 1982. Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. *Journal of Dairy Science* 65, 793-800.
- Sjaastad, V.Ø., Hove, K., Sand, O. 2003. Lactation. In: *Physiology of Domestic Animals*, 672-694. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.
- 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* 85, 2600-2602.
- Sinha, YA., Tucker, HA. 1969. Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during oestrus cycle. *Journal of Dairy Science* 52, 507-512.
- Swanson, E.W. 1959. Effect of rapid growth with fattening of dairy heifers on their lactational ability. *Journal of Dairy Science* 43, 377-387.
- Van Amburgh, M.W., 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* 81, 527-538.
- Weber, M.S., Purup, S., Vestergaard, M., Ellis, S.E., Søndergård-Andersen, J., Akers, R.M., Sejrsen, K. 1999. Contribution of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-3 to mitogenic activity in bovine mammary extracts and serum. *Journal of Endocrinology* 161, 365-373.
- Wickersham, E.W., Schultz, L.H. 1962. Influence of age at first breeding on growth, reproduction, and production of well-fed Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 45, 544-549.
- Wildman, E.E., Jones, G.M., Wagner, P.E., Boman, R.L., Troutt Jr, H.F., Lesch, T.N. 1982. A dairy cow conditioning scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science* 65, 495-501.

Nr	Titel och författare	År
305	Inhemsk trindsäd i fodret till suggor och smågrisar Domestic leguminous plants in the feed for sows and piglets 15 hp C-nivå Joanna Oliver	2010
306	Kostfibers betydelse för grisars välfärd The importance of dietary fibre for the welfare of pigs 15 hp C-nivå Pernilla Hultman	2010
307	Vaktelproduktion för ägg och kött Quail production for eggs and meat 15 hp C-nivå Lisa Andersson	2010
308	Renskötseln i Sverige ur ett historiskt perspektiv The reindeer husbandry in Sweden from a historical perspective 15 hp C-nivå Karolina Björck	2010
309	Urea som kvävekälla till växande ungnöt Urea as a nitrogen source for growing cattle 15 hp C-nivå Sofia Åström	2010
310	Metoder för hullbedömning av hästar Methods for body condition assessment in horses 15 hp C-nivå Eva Andersson	2010
311	Tungmetaller i metabolismen hos värphöns och slaktkycklingar Metabolism of heavy metals in poultry 15 hp C-nivå Elin Svedberg	2010
312	Utfodringens betydelse för hästens hälsa The impact of feeding for the health in horses 15 hp C-nivå Cornelia Andersson	2010
313	Faktorer som påverkar magnesiumabsorptionen i våmmen hos kor Factors affecting ruminal magnesium absorption in cows 15 hp C-nivå Emily Wallström	2010

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

**Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024**

750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 28 17
