

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



1.0. Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på mitt masterstudie ved UMB.

Skrijving av masteroppgave har vært en lærerik prosess, men også en veldig tung prosess på grunn av mye sykdom underveis. Jeg vil gjerne få takke min tålmodige hovedveileder Professor Harald Volden, for god veiledning. Jeg vil også takke Arild Helberg for hjelp med bearbeiding av datasett.

Jeg vil takke venner og familie for støtte og korrekturlesning underveis.

Til sist, men ikke minst, takk til Tro og Tvil og alle gode medstudenter som har gjort dette til noen minnerike år på UMB.

Denne oppgaven er dedisert til Anne.

Universitetet for Miljø- og Biovitenskap
Ås, desember 2010

Eva Mette J. Husaas

2.0. Abstract

This thesis is partly based on data from the thesis of Arild Helberg and Merete Bekkevoll (Bekkevoll and Helberg, 2009). This was a part of a pilot project, "Den robuste førstekalvsku", that was initiated to identify and follow the heifer rearing in herds with an overall high milk yield (>8000 kg milk/year). Eleven herds (>30 animals) were chosen based on data selected from the Norwegian Dairy Herd Record. Seven of the herds were located in Østfold and Akershus, and four herds in the Trøndelag region. These were data on average milk yield of all the animals in the herd, average milk yield on the primiparous cows, fertility and health.

In this thesis the data collected was from the same herds, but among these only the primiparous cows with at least 5 milk yield measurements registered in the Norwegian Dairy Herd Record were used.

The focus of this thesis is mainly on the effect of a high daily gain in the postpubertal period (11-30 mnd) on the milk yield of the first lactation. Other variables examined, concerning milk yield, were age at first calving, days in milk and age at the measurements of growth. The daily gain measurements are taken from the dataset of Arild Helberg and Merete Bekkevoll. The data concerning the milk yield and age at calving are collected from the Norwegian Dairy Herd Record.

The results of this thesis support the hypothesis that to have a high average daily gain (700-1000g/d) in the postpubertal age has a positive effect on the future milk yield. The results also showed a positive connection between age at calving and the future milk yield.

Optimal weight and daily gain is not a constant factor but changes with the genetic progress. That is the reason body condition score is a useful tool in the heifer rearing, because fat accumulation on the body is a good indicator on how strongly the heifer can be fed (under the assumption that the heifer get enough protein for growth).

3.0. Sammendrag

Denne masteroppgaven er basert på data fra masteroppgaven til Arild Helberg og Merete Bekkevoll (Bekkevoll and Helberg, 2009). Denne var en del av pilotprosjektet ” *Den Robuste Førstekalvsku* ”, som ble satt i gang for å identifisere og følge kvigeoppdrettet i besetninger med høy avdrått. Elleve store besetninger (>30 dyr) ble valgt ut på grunnlag av data fra kukontrollen med basis i avdrått på besetningsnivå, avdrått på førstekalvskyrne, helsestatus og fruktbarhet. Syv av besetningene befant seg i Østfold og Akershus og fire besetninger i Trøndelagsfylkene.

I denne masteroppgaven benyttes de samme besetningene men kun data på de kvigene som nå har fått første kalv siden tilvekstmålingene og begynt å produsere melk. De må også ha hatt minimum 5 melkemålinger registrert i kukontrollen. 159 dyr ble i denne sammenheng plukket ut.

Målet med denne oppgaven er å se på hva slags effekt tilveksten sent i oppdrettsperioden(11-30mnd) har på melkeytelsen i første laktasjon. Andre variabler som ble undersøkt mot melkeytelse var kalvingsalder, laktasjonsstadie og alder ved tilvekstmålinger. Tilvekstdataene i denne oppgaven baseres på hva slags tilvekster som ble målt av Arild Helberg og Merete Bekkevoll i deres masteroppgave. Melkeytelsesdataene og kalvingsalder er hentet fra kukontrollen.

Resultatene i denne oppgaven viser at høy tilvekst(ca. 700-1000g/dag) i postpubertal alder virker positivt på melkeytelsen i første laktasjon. Det er også en positiv sammenheng mellom kalvingsalder og melkeytelsen i første laktasjon.

Optimal vekt ved kalving og tilvekst er ikke konstant, men vil forandre seg med genetisk fremgang. Derfor er holdvurdering et viktig verktøy, da fettavleiring på kroppen har vist seg å være en god indikator på hvor hardt kvigene tåler å fôres(forutsatt at kviga får nok protein for den økte tilveksten).

Innhold

1.0.	Forord.....	ii
2.0.	Abstract.....	iii
3.0.	Sammendrag.....	iv
	Innhold.....	1
4.0.	Innledning.....	2
	Teoridel.....	4
5.0.	Juret.....	4
5.1.1.	Jurets anatomi.....	4
5.1.2.	Når juret fylles med melk.....	8
5.2.	Mammogenesen – jurets utvikling.....	9
5.2.1.	Fosterlivet.....	9
5.2.2.	Post partum.....	9
5.2.3.	Puberteten.....	11
5.2.4.	Drektighet.....	12
5.3.	Hormonell kontroll av jurutvikling.....	14
5.4.	Effekt av fôring og fôringsintensitet for mammogenesen og konsekvens av dette for senere ytelse 18	
5.4.1.	Effekt av fôringsintensitet på senere ytelse.....	18
5.4.2.	Spesifikke næringsstoffers effekt på jurutviklingen.....	28
5.4.3.	Andre faktorer som kan påvirke jurutviklingen.....	29
	Egne undersøkelser.....	32
6.0.	Materiale og metode.....	32
6.1.	Kriterier for utvelgelse av besetninger og dyr.....	32
6.2.	Tilvekstmåling.....	33
6.3.	Data fra Kukontrollen.....	33
6.4.	Statistisk metode.....	34
7.0.	Resultater og diskusjon.....	35
7.1.	Effekt av kalvingsalder på melkeytelse.....	37
7.2.	Kvigas vekt ved kalving og dens innvirkning på melkeytelse i første laktasjon.....	41
7.3.	Tilvekst i siste del av oppdrettsperioden(11-30mnd), og dets effekt på melkeytelse i første laktasjon.....	44
7.4.	Tilvekst i prepubertal alder og dets effekt på melkeytelse.....	45
8.0.	Konklusjon.....	47
9.0.	Referanser.....	48

4.0. Innledning

I dagens landbruk er økonomi og effektivisering viktige faktorer. Det er økende krav til hvordan man skal føre dyra optimalt for å få best mulig kvalitet på produktet i tillegg til god velferd hos dyrene. Det er også økt fokus på høyere melkeytelse hos melkeprodusentene. I denne sammenheng har kvigeoppdrettet vist seg å være viktig for å oppnå høy melkeytelse, i tillegg til en mer holdbar ku.

Det har vært mye diskutert hvor man skal legge anbefalingene for å få et optimalt kvigeoppdrett. Med optimalt menes her det som gir best økonomisk gevinst i form av høy produksjon, i kombinasjon med god helse og holdbarhet. Problemstillingen for denne oppgaven er hvilke effekter høy tilvekst (700-1199 g/dag) i siste del av oppdrettsperioden har på melkeytelse i første laktasjon. I tillegg fokuseres det på effekten av tilvekst i første del av oppdrettsperioden, effekt av kalvingsalder, vekt ved kalving og hold på senere melkeytelse.

Tidligere forsøk har vist at høy postpubertal tilvekst har en positiv innvirkning på melkeytelse i første laktasjon (Sejrsen et al., 1982, Mäntysaari et al., 1999). Det er også flere kilder som har funnet en positiv sammenheng mellom kalvingsalder og melkeytelse (Abeni et al., 2000, Dobos et al., 2000). TINE Rådgivning anbefaler å legge kalvingsalderen på mellom 23 og 28 mnd. (TINE-Rådgivning, 2010). Ut i fra dette antas det at egne resultater vil vise at høy postpubertal tilvekst har en positiv innvirkning på melkeytelsen i første laktasjon, i tillegg til at kalvingsalder vil være positivt korrelert med melkeytelse.

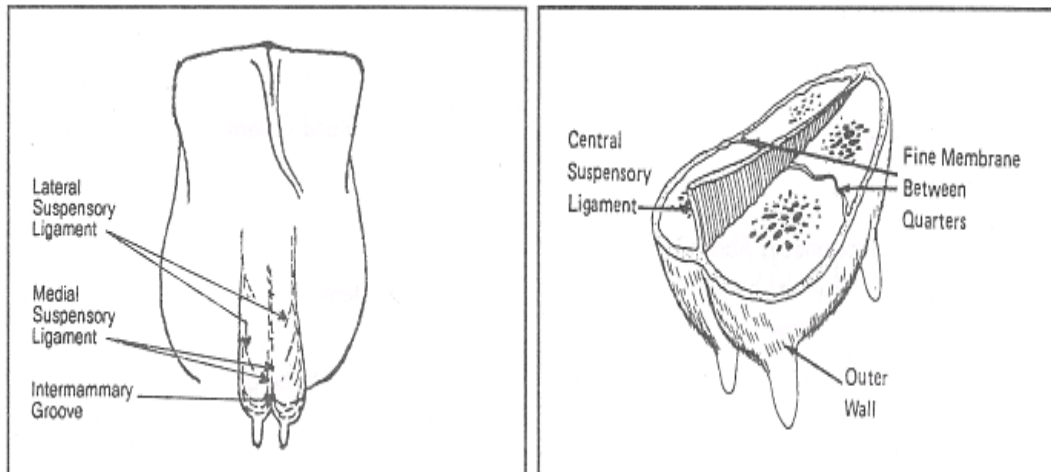
Det er mange faktorer som kan virke inn på jurutvikling og melkeytelse i første laktasjon. I litteraturdelen i denne oppgaven fokuseres det på hva som skjer under vekst og utvikling av juret og hvilke faktorer som kan påvirke utviklingen før og etter puberteten, og da også påfølgende melkeytelse. Det omtales også hva slags innvirkning høye tilvekster har på utvikling av jur og konsekvenser dette har for kommende laktasjon.

I forsøksdelen presenteres metodikk og resultater fra egne undersøkelser. I tillegg inneholder den en diskusjon rundt resultatene. Denne diskusjonen har som hensikt å sammenligne egne resultater med tidligere forskning og finne ut om dagens normer for optimal tilvekst i oppdrettsperioden stemmer overens med egne resultater. I tillegg vil det også være en diskusjon rundt hva som er optimal alder og optimal vekt ved første kalving, samt optimalt hold.

Teoridel

5.0. Juret

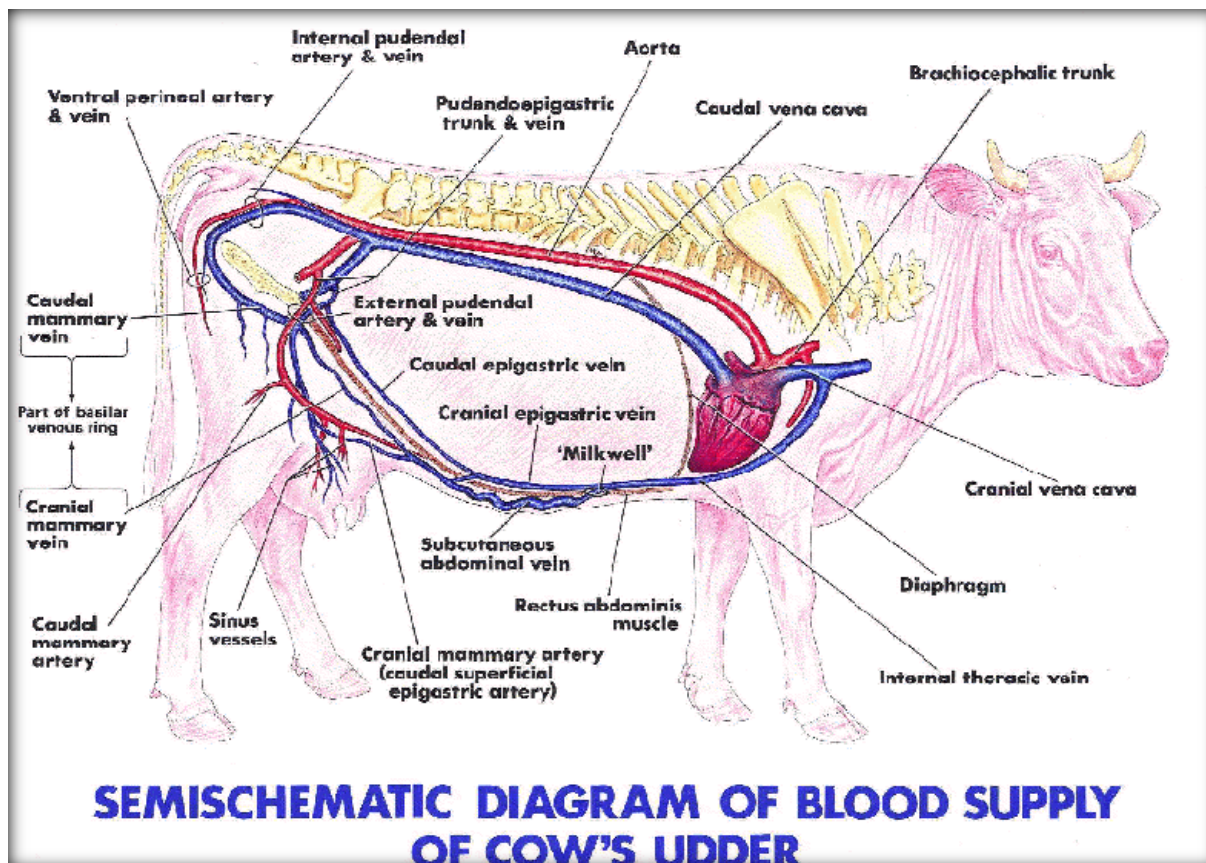
5.1.1. Jurets anatomi



Figur 1. Her vises en oversikt over de suspensoriske ligamentenes plassering i juret (Bilde1).

Det ferdig utviklede juret hos kua består av 4 kjertler, med en spene per kjertel. Disse holdes adskilte ved hjelp av bindevev. Det er flere ligamenter som støtter juret og holder det på plass. Midtre støtteligamenter (medial suspensory ligament, Figur 1) skiller høyre og venstre side av juret fra hverandre. De laterale (på hver sin side) støtteligamentene (lateral suspensory ligament, Figur 1) sitter på yttersidene av juret (Figur 1). Disse inneholder en større andel kollagenfiber enn de midtre ligamentene og er derfor mye mindre elastiske. Både de midtre og de laterale støtteligamentene har utløpere/tråder som går inn i jurvevet og er festet til bindevevet rundt lobusene (samling av flere lobulus bundet sammen ved hjelp av bindevev.) og lobulusene (samling av mange alveoler bundet sammen ved hjelp av bindevev). Fremre og bakre delen av juret er også adskilt av bindevev (Figur 1). Dette systemet av støtteligamenter holder juret oppe og på plass (Sjaastad, 2003).

Det meste av jurets overflate er dekket av tynne hår, men rundt spenen er huden hårløs. Dette området er meget sensitiv for stimuli. Når kalven slikker og masserer juret, vil dette stimulere kua til å gi ned melk (Sjaastad, 2003).

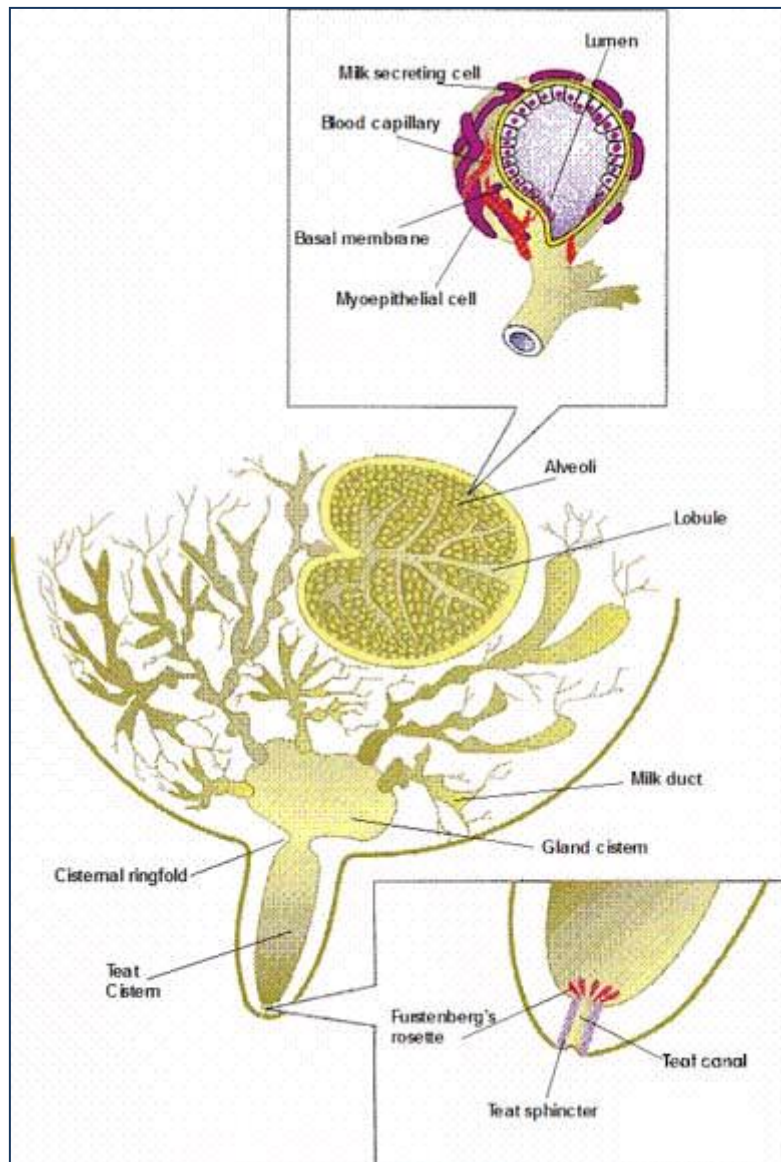


Figur 2. Denne figuren viser en oversikt over blodtilførsel til jur. (Bilde2)

Juret har et omfattende nettverk av blodårer og blodtilførselen til juret er svært effektiv. Arteriene ligger parvis gjennom lyskekanalen, og går ned til juret ovenfra. Disse ligger krøllet sammen slik at de vil rette seg ut når juret fylles med melk. Dette gir da en økt blodtilførsel. Man kan dele jurarteriene inn i kraniale og caudale arterier. Disse forgreiner seg henholdsvis til den fremre og den bakre delen av juret, og forsyner bindevev og kjertelvev med blod (Sjaastad, 2003). En skjematisk fremstilling av jurets blodtilførsel kan sees i Figur 2.

Veneblod fra juret har to muligheter for hvordan det fraktes tilbake til hjertet. Den ene veien er via en stor vene på oversiden av juret, som går gjennom lyskekanalen og ut i vena cava, og derfra tilbake til hjertet. Den andre veien er via melkeveinen (subcutaneous abdominal vein, Figur 2). Denne venen ligger i underhuden og er synlig på undersiden av magen. Herfra går den ut i den kraniale vena cava i brystregionen og tilbake til hjertet via denne (Figur 2) (Sjaastad, 2003). Om lag 1/3 av blodet går tilbake til hjertet via melkeveinen. For å produsere 1 l melk passerer det ca 4-500 l blod gjennom juret (Sjaastad, 2003).

I bindevevet i den bakre delen av juret sitter det to store lymfeknuter som går under navnet ”supramammary lymph nodes”, som betyr lymfeknuter som sitter over juret (*supra* = over). Disse vil utvide seg i en betennelsessituasjon (Sjaastad, 2003).



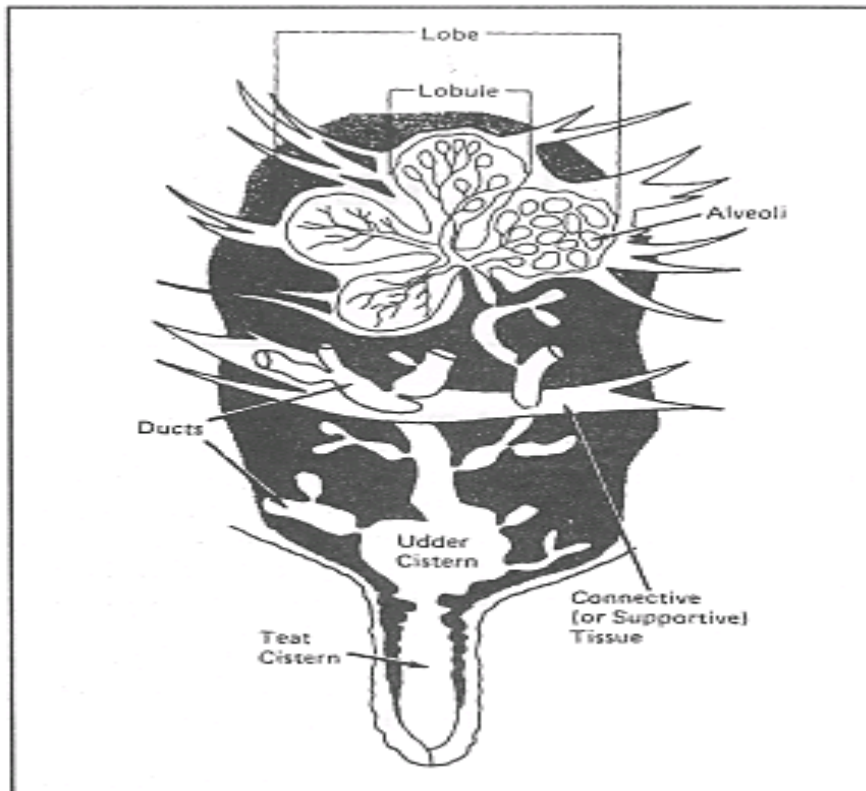
Figur 3. Denne figuren viser en oversikt over de funksjonelle delene av jurkjertelen. (Bilde3)

Melken produseres i sekretoriske epitelceller i jurkjertelen. Disse sekretoriske cellene danner alveoler, som er kuler med hulrom i midten bygget opp av sekretorisk epitel. Epitelcellene holdes sammen ved at de er omsluttet av en basalmembran (Figur 3). Hos kyr er hver alveole om lag 0,1-0,3 mm i diameter, og rommer ca. 0,01 ml melk (Sjaastad, 2003).

Utenpå alveolenes basalmembran ligger glatte muskelceller (myoepitelceller) på kryss og tvers (Figur 3). Når disse cellene påvirkes av hormonet oxytocin vil de trekke seg sammen, og slik presse melken ut av alveolen. Rundt hver alveole ligger det også et nettverk av kapillærer. Disse har som oppgave å transportere næring og byggekomponenter til alveolene og fjerne avfallsstoffer, i tillegg til å formidle informasjon til og fra juret (via hormoner/signalstoffer) (Sjaastad, 2003).

I hulrommet i alveolene samles melken som dannes i de sekretoriske cellene. Disse strekker seg helt ut til den første melkegangen som leder melken ut av alveolene og ut til melkegangsystemet. Dette systemet leder melken fra alveolene, via små ganger som øker i størrelse jo nærmere spenen de kommer, og til slutt tømmes i jurkjertelcisternen (gland cistern, Figur 3). Hos kyr er det både en cisterne over spenen og inne i spenen (jurkjertelcisternen og spenecisternen). Der kan melken lagres før den går ut via spenespissen når kalven dier/kua melkes. Glatte muskelceller er plassert rundt melkegangene. Disse medvirker til å transportere melken ned til jurcisternen ved å trekke seg sammen rundt kanalene (Sjaastad, 2003).

I spenespissen sitter det epitelceller organisert i parallelle folder. Denne organiseringen fører til en forsegling av spenekanalen. Hos kua er disse tvunnet sammen på en slik måte at de danner en rosett (Fürstenbergs rosett). Spenekanalen hos kyr er mellom 7-16 mm lang (Sjaastad, 2003).



Figur 4 oversikt over komponenter i juret. (Bilde1)

Jurkjertelen er organisert slik at 150-200 alveoler er bundet sammen i klaser ved hjelp av bindevev. Disse kalles da lobulus (Figur 4: lobule). Lobulus er igjen organisert slik at flere lobulus bindes sammen til Lobuser (Figur 4: lobe) ved hjelp av bindevev. Hele dette systemet er igjen koblet sammen via forgrenede melleganger som går sammen i større og større ganger og til slutt munnner ut i jurkjertelcisternen (Sjaastad, 2003).

5.1.2. Når juret fylles med melk

Når juret er fylt med melk vil de midtre delene synke, og juret vil utvide seg. Måten bindevevene og støtteligamentene er organisert, gjør at den ekstra vekten får spenene til å peke utover. Denne organiseringen gir juret en optimal støtte ved fylling av melk, og det at spenene peker litt utover gjør det lettere for kalven å finne dem (Sjaastad, 2003).

Når kua er i laktasjon vil blodstrømmen til juret øke. Dette, kombinert med hormonell påvirkning, fører til opprettholdelse av laktasjonen. Hvis juret ikke tømmes regelmessig vil dette føre til et press på blodårene som da igjen reduserer blodstrømmen. Dette er en medvirkende faktor til reduksjon/avslutning av laktasjonen (Sjaastad, 2003).

Juret stimuleres til å tømme melken fra alveoler og ut til cisternene ved at kalven masserer og slikker rundt spenen. Dette gjør at kua øker produksjonen av prolaktin og oxytocin. Prolaktin er med på opprettholdelse av laktasjonen, og oxytocin får den glatte muskulaturen rundt alveolene og melkegangene til å kontrahere. Dermed presses melken i retning cisternene (nedgivningsrefleks) (Sjaastad, 2003).

Jurepitelcellene påvirkes ikke direkte av det autonome nervesystemet, slik som annet kjertelepitel i kroppen. (Sjaastad, 2003)

Mer om hormonene og deres funksjon omtales i kapittel 5.3.

5.2. Mammogenesen – jurets utvikling

5.2.1. Fosterlivet

Mammogenesen er jurets utvikling fra dyret er foster til det begynner å produsere melk. De første cellene er synlige allerede 30 dager etter befruktning (Akers, 2002). Etter ca 3 mnd vil også spener og spenekanaler være synlige (Sjaastad, 2003). Det vil dannes en fettpute som ligger som ett beskyttende lag, og inne i denne begynner utviklingen av melkeganger. Når spener og melkeganger er dannet, avtar utviklingen av juret i fosterlivet (Sjaastad, 2003). Ved fødsel er derfor basisstrukturer (blodkar, lymfevev, nervevev, bindevev med mer) og ytre strukturer relativt godt utviklet, mens epitelvevet er relativt lite utviklet (Garnsworthy, 2005, Sejrsen, 1994).

5.2.2. Post partum

Etter fødsel og frem til 2-3 mnd alder vokser juret i takt med resten av kroppen. Jurets vekst er da isometrisk. I perioden fra fødsel til pubertet skjer det hovedsakelig en vekst av stromalt vev (binde/støttevev) og fettvev (Akers, 2002).

Etter 2-3 mnd og frem til pubertet (ca ettårs alderen) vil juret ha en hurtigere vekst enn resten av kroppen. Dette kalles allometrisk vekst (Akers, 2002). I denne perioden skjer det en hurtig vekst av fettvevet og melkekanalene som strekker seg inni en del av fettvevet (Sejrsen and Purup, 1997). I motsetning til hva som er tilfellet hos gnagere ser det ut til at melkegangene hos drøvtyggere holdes adskilt fra fettvevet ved hjelp av bindevev (Sejrsen and Purup, 1997).

I den allometriske vekstfasen ser det ut til å være en konkurranse mellom fettvev og funksjonelle celler, noe som kan påvirkes av fôringsintensitet (Sjaastad, 2003, Garnsworthy, 2005). Intensiv fôring i denne perioden har i flere forsøk vist seg å virke negativt på jurutviklingen, og som konsekvens av dette, den kommende melkeytelsen (Sejrsen and Purup, 1997). Dette fordi det ser ut til at høy tilveks fører til økt vekst av fettvev på bekostning av det sekretoriske vevet (Sjaastad, 2003, Garnsworthy, 2005). Det skjer ingen alveolær utvikling i denne perioden. Det er derimot en ekstensiv vekst og utvikling av melkegangsystemet, som igjen danner grunnlaget for den alveolære utviklingen og differensieringen av sekretorisk vev. Derfor regnes denne perioden, av noen, som kritisk (Garnsworthy, 2005).

Det har vært mye omdiskutert når den kritiske perioden starter. Sejrsen og Foldager konkluderer med at for moderat fôrede kviger (6-700 g/dag) starter den ved omlag 3 mnd alder (Strudsholm and Sejrsen, 2003). Petitclerc fant i 1999 at kalver med høye tilvekster (ca. 950g/dag) etter avvenning og fram til 4 mnd fikk en dramatisk økning i fettvev. Dette antyder at den kritiske perioden starter før 4 mnd. Likevel fant man ingen negativ effekt av denne økningen på mengde parenchymalt vev, det vil si den funksjonelle delen av jurvevet, senere i utviklingen (D. Petitclerc, 1999).

Ikke alle har funnet en negativ virkning av økt fôringsintensitet på jurutviklingen i den kritiske perioden. Blant annet ble det i et forsøk fra 2009 ikke funnet noen effekt av høy tilvekst (950 g/d) på jurets histologiske utvikling (Daniels et al., 2009). Dette omtales nærmere i kapittel 5.4.

5.2.3. Puberteten

Fra kviga er rundt ett år gammel kommer den i puberteten. Forsøk har vist at vekt er mer avgjørende enn kronologisk alder for når kviga kommer i puberteten og i første brunst (Stelwagen and Grieve, 1990, Capuco et al., 1995, Macdonald et al., 2005). Sesong og daglengde kan også ha en innvirkning på dette. Det har vist seg at kviger født på høsten kommer tidligere i pubertet enn kviger født på våren. I tillegg førte økt daglengde ved 6 mnd alder (antall timer lys) til at dyrene kom tidligere i pubertet (Schillo et al., 1992).

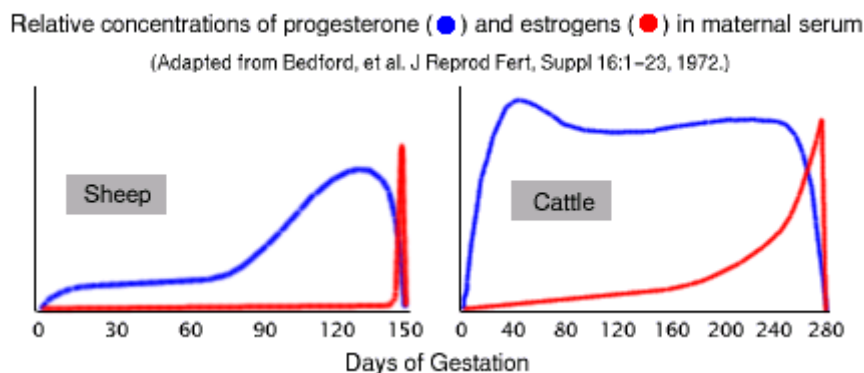
Hos store raser kommer kvigene vanligvis i puberteten ved 9-11 mnd alder, og ved en gjennomsnittlig vekt på 250-280 kg (Sejrsen, 1994). Alder varierer mye både innen og mellom raser. I et forsøk fra 1988, gjort på Rød dansk melkeku og Holstein-Friser, var de yngste mellom 5-6 mnd gamle, og de eldste mellom 18-20 mnd gamle. Det ble funnet stor individuell variasjon i vekt, men de aller fleste lå mellom 200 og 300 kg kroppsvekt ved første brunst (Sejrsen and Purup, 1997).

I puberteten blir jurets vekst igjen isometrisk (Garnsworthy, 2005). Når kua kommer i puberteten vil østrogennivået periodevis stige (som følge av brunstsyklus). Denne varierte hormonproduksjonen stimulerer til økt størrelse og antall forgreininger på melkegangene. (Sjaastad, 2003). Det vil ikke dannes alveoler før etter befruktning (Akers, 2002). For å få en videre utvikling av jurkjertelen må progesteron og østrogen virke samtidig. Derfor vil det ikke skje noe videre utvikling før kviga blir drektig (Sjaastad, 2003).

GH (veksthormon, sekret fra hypofysen (Sjaastad, 2003)), via IGF-1, og glukokortikoider spiller en viktig rolle for utvikling av juret, i tillegg til progesteron og prolaktin (Sjaastad, 2003). Den hormonelle påvirkningen av jurutviklingen omtales nærmere i kapittel 5.3.

5.2.4. Drektighet

Jurkjertelens vekst er eksponentiell under drektigheten (Swanson and Poffenbarger, 1979). Økningen i østrogennivå stimulerer til økt antall reseptorer for både østrogen og progesteron (Sjaastad, 2003).



Figur 5 viser konsentrasjon av progesteron og østrogen relativt til hverandre under drektighet (bilde4).

Progesteronet ligger på et høyt nivå gjennom hele drektigheten, frem til like før fødsel. Dette illustreres godt i figur 5, der man kan se at det er en kraftig stigning i progesteronnivået ved starten av drektigheten som vedvarer til rundt 260 dager ute i drektigheten, der progesteronnivået faller brått. Det høye progesteronnivået under drektigheten er viktig for å opprettholde drektigheten (Sjaastad, 2003). Progesteronnivået fører også til at dannelsen av melk holdes tilbake, og initieres når progesteronnivået faller like før fødsel (Neville et al., 2002).

I første del av drektigheten skjer det i hovedsak en vekst og utvikling av melkeganger i tillegg til noe alveolær vekst. Den største alveolære utviklingen skjer imidlertid ca 5 mnd. etter befruktning (Akers, 2002).

Sekretjonen av hormonet prolaktin øker også under drektigheten. Morkaken (Placenta) vil i tillegg begynne å produsere et hormon som heter somatomammotropin, eller placentalt laktogen (Sjaastad, 2003). Dette binder seg til de samme reseptorene som prolaktin, og er dermed med på å stimulere til økt vekst og differensiering av det sekretoriske vevet i juret, på samme måte som prolaktin (Sjaastad, 2003).

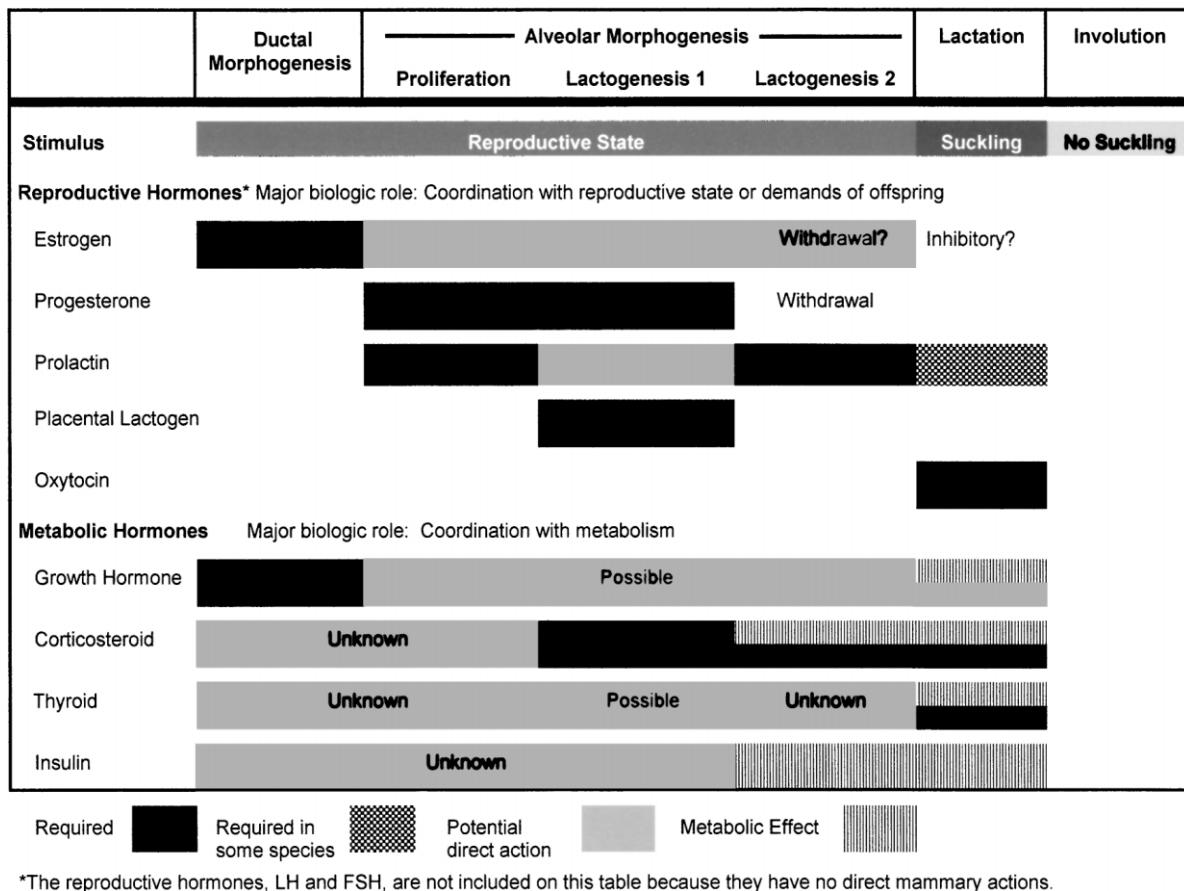
I løpet av drektigheten vil andel fettvev avta og kjertelvev, lobulære strukturer og alveoler utvikles (Sjaastad, 2003).

Tabell 1 oppsummerer kort jurutviklingens stadier.

Tabell 1. Denne tabellen viser en oppsummering av jurutviklingen

Hovedpunkter i jurutviklingens stadier	
Fosterlivet	<ul style="list-style-type: none"> • De første cellene synlige etter rundt 35 dager (Sjaastad, 2003). • Spener og basisstrukturer ferdigutvikles i løpet av fosterlivet (Sejrsen, 1994). • Epitelvevet fortsatt lite utviklet (Garnsworthy, 2005).
Post partum (fra fødsel til 2-3 mnd)	<ul style="list-style-type: none"> • Isometrisk vekstfase (Akers, 2002). • Hovedsakelig vekst av bindevev og fettvev (Akers, 2002).
2-3 mnd post partum	<ul style="list-style-type: none"> • Allometrisk vekstfase (Akers, 2002). • Vekst og utvikling av melkekanaler, bindevev og fettvev (Sejrsen and Purup, 1997). • Perioden regnes av noen som en kritisk periode i jurutviklingen (Garnsworthy, 2005).
Pubertet	<ul style="list-style-type: none"> • Kommer i puberteten mellom 2-300 kg levendevekt (Sejrsen and Purup, 1997). • Isometrisk vekst (Garnsworthy, 2005). • Økning i størrelse og antall forgreininger på melkegangene (Sjaastad, 2003). • Ingen alveolær vekst og utvikling (Akers, 2002).
Drektighet	<ul style="list-style-type: none"> • Eksponentiell vekst (Swanson and Poffenbarger, 1979). • Andel fettvev avtar, og alveoler og lobulære strukturer utvikles (Sjaastad, 2003).

5.3. Hormonell kontroll av jurutvikling



Figur 6. Figuren viser de forskjellige hormonenes roller i forskjellige deler av jurutviklingen (Neville et al., 2002).

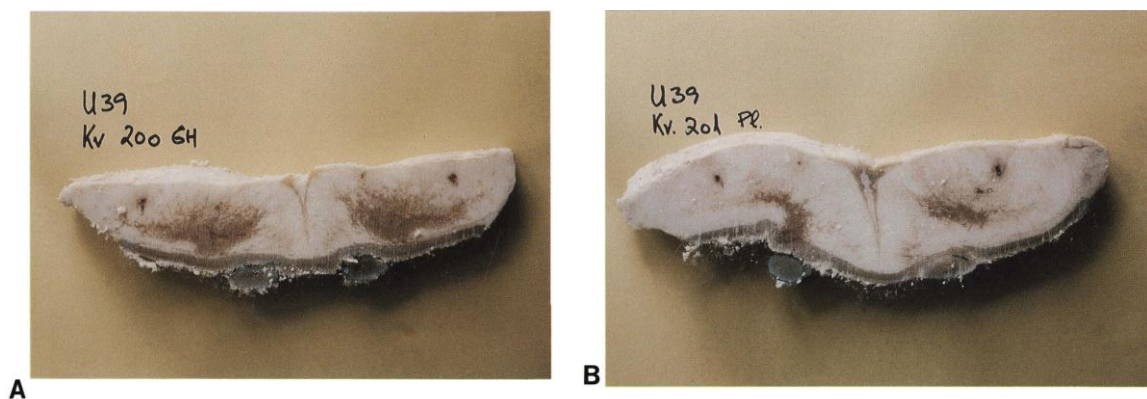
Det er flere hormoner som påvirker utviklingen av juret. Figur 6 viser en oversikt over disse. Man kan dele hormonene som påvirker jurutviklingen i 2 grupper:

- Reproduksjonshormoner (østrogen, progersteron, placentalt laktogen, oxytocin og prolaktin).
- Metabolske hormoner (GH (Growth Hormone), thyroidhormoner, glukocorticoider (Corticosteroid) og insulin) (Figur 6).

Forandringer av nivåene av de metabolske hormonene vil ikke i seg selv ha en negativ innvirkning på utvikling av jurkjertelvev, eller på reguleringen av melkesyntesen. Disse kan derimot ha en indirekte negativ effekt. Dette ved at de styrer næringstilgang og opptak av næring til vev. Ubalanse i disse kan også gjøre kjertelvevet i juret mindre sensitivt for stimuli fra reproduksjonshormonene (Neville et al., 2002). Hva slags virkning de forskjellige

hormonene har på jurutviklingen og laktogenesen (differensieringen av jurkjertelceller og alveolær utvikling) illustreres i Figur 6.

Man kan dele opp jurutviklingen i flere faser etter utviklingsstadier og hvilke hormoner som er dominerende. Før drektigheten skjer det stort sett kun en utvikling av melkeganger. Hormonelt sett er det østrogen og GH som er de viktigste hormonene i denne perioden (se Figur 6) (Neville et al., 2002). Kyr som har fått eggstokkene fjernet, vil få en utviklingsstopp av melkeganger, som induseres igjen ved tilføring av østrogen (Garnsworthy, 2005).



Figur 7. Kvige A får tilført ekstra GH, mens tvillingen, kvige B, ikke får tilført ekstra GH. Hentet fra (Sejrsen et al., 1986)

Man har lenge trodd at GH har en effekt på jurutvikling. Blant annet ble det i 1986 gjort ett forsøk på tvillingkalver. Den ene fikk da tilført GH, og den andre ikke. For dyret som fikk tilført GH ble det da observert en økning i mengde parenchymalt vev, og en nedgang i mengde ekstraparenchymalt vev (Sejrsen et al., 1986). Resultater fra dette forsøket er vist i figur 7, der kvige A har fått tilført ekstra GH, og kvige B, dens tvilling, er i kontrollgruppen.

Det er funnet reseptorer for GH i jurvevet, men forsøk *in vitro* har vist at GH alene ikke gir noen respons på vekst av jurvev (Garnsworthy, 2005). Dette indikerer at GH har en indirekte virkning på jurvevet. Dette støttes av forsøk som har vist at økt mengde GH har vist seg å gi en økning i sirkulerende IGF-1. Det er funnet reseptorer for IGF-1 i jurvevet, og IGF-1 har også gitt økt utvikling *in vitro* (Garnsworthy, 2005).

Studier *in vivo* har gitt motstridende resultater av *in vitro* studiene. Blant annet har man sett at dyr på et høyt fôrnivå (med tilvekster på 1000-1200 g/dag) får en økning i IGF-1 i blod, og en senkning av GH, i forhold til kviger på ett lavt fôrnivå (med tilvekster på rundt 500 g/dag) (Vestergaard et al., 2003). En mulig forklaring på dette er at sensitiviteten for IGF-1 synker ved økt fôrnivå (Garnsworthy, 2005).

Denne hypotesen bekreftes også av *in vitro* studier der man har sammenlignet effekten av IGF-1 på vev fra en kvige på et høyt fôrnivå, mot en kvige på moderat fôrnivå. Det ble registrert en lavere respons hos dyrene som lå på et høyt fôrnivå. Det ble derimot ikke funnet noen forandring i antall reseptorer, noe som tyder på at den hemmende effekten er noe som skjer etter reseptorbinding (Garnsworthy, 2005). Dette støttes av forsøk der det har blitt tilsatt IGFBP-3 (BP=binding protein) *in vitro*. Dette proteinet viser seg å hemme effekten man får av å tilsette IGF-1. Man vet fortsatt for lite til å kunne forklare disse effektene fullstendig. Det er en stor mulighet for at andre lokale faktorer også har en rolle i dette samspillet (Garnsworthy, 2005).

I første del av drektigheten skjer det i hovedsak en sterk økning av jurkjertelceller. Det er progesteron og prolaktin som er de dominerende hormonene i denne perioden (Neville et al., 2002). Fra ca fem mnd ut i drektigheten starter laktogenesens første fase (lactogenesis 1, Figur 6). Man vet lite om den hormonelle reguleringen i denne perioden, men det ser ut til at progesteron, placentalt laktogen, korticosteroider og hos noen arter GH, er viktige. Progesteron er et viktig hormon blant annet for å undertrykke melkesekresjon i denne perioden (Neville et al., 2002).

Noen dager før fødsel går utviklingen over i den andre laktogene fasen. I denne perioden faller progesteronnivået (Figur 5) og melkesekret kan derfor dannes (Neville et al., 2002). Det første sekretet kalles colostrum, eller råmelk. Denne første melken inneholder ett høyt nivå av immunstoffer, i tillegg til ett høyere nivå av fett, protein, mineraler og vitaminer enn vanlig melk (Sjaastad, 2003). Fallet i progesteronnivået og en økning i prolaktinnivået er viktige faktorer i denne fasen (Neville et al., 2002). Prolaktin er viktig for kontroll av melkesyntesen (Sjaastad, 2003).

Nivået av leptin i blod i prepubertal alder er også en faktor som ser ut til å ha innvirkning på jurutviklingen. Leptin er et cytokin som hovedsakelig produseres av adipocytter. Det er også registrert lave nivåer av mRNA for leptin i andre vev som lever, morkake, veggen i magesekken og jurkjertelen (Radin et al., 2009). I et *in vivo* forsøk fra 2006 ble det funnet at leptinnivået i blodet øker hos dyr på et høyt fôrnivå (950g/d vs 650 g/d). Den økte mengden leptin i serum hadde derimot ingen effekt på jurutviklingen (Meyer et al., 2006). Dette støttes også av en upublisert studie av Vestergaard, Boisclair og Sejrson (nevnt i Garnsworthy, 2005) der de ikke klarte å påvise noen effekt av leptin *in vitro*. I en studie fra 2008 ble det derimot påvist at leptin har en hemmende effekt på celledelingen i jurepitellev (Silva et al., 2008). Disse resultatene tilsier at det fortsatt er mye man ikke vet om effektene av denne cytokinen.

5.4. Effekt av fôring og fôringsintensitet for mammogenesen og konsekvens av dette for senere ytelse

5.4.1. Effekt av fôringsintensitet på senere ytelse

5.4.1.1. *Effekt av kalvingsalder på jurutvikling og senere melkeytelse*

Flere studier har vist at kalvingsalder er positivt korrelert med melkeytelse (Abeni et al., 2000, Dobos et al., 2000). Dette kan ha en sammenheng med at dyr som kalver når de er eldre har en høyere vekt og er bedre utviklet enn dyr som kalver ved en lavere alder. Større dyr har også større fôropptakskapasitet (Strudsholm and Sejersen, 2003). Dyr selektert for en høy melkeytelseskapasitet har oftere en høyere tilvekstkapasitet (Strudsholm and Sejersen, 2003). Fordi de er mer utviklede ved kalving vil større dyr også bruke mindre energi på vekst etter kalving (TINE-Rådgiving, 2010).

I et forsøk utført av Dobos et al.(2004) ble det funnet at en økning i kalvingsalder hadde en positiv effekt på melkeytelse, fettprosent og proteinprosent. Gjennomsnittlig kalvingsalderen i dette forsøket var fordelt på 3 grupper; 25.1, 29.9 og 33.9. Effekten ble observert over flere laktasjoner og resultatene viste at økning i kalvingsalderen kun gav positiv respons i de to første laktasjonene, for deretter å jevne seg ut ved den tredje laktasjonen, uavhengig av kalvingsalder (Dobos et al., 2004). Dyrene i dette forsøket kalvet ved forskjellig vekt. Meningen var å se på den kombinerte effekten av kalvingsalder og vekt ved kalving, og disse to faktorene viste seg å være veldig sterkt korrelerte. De kom til slutt fram til at det å øke vekt ved kalving kunne kompensere for en del av de negative effektene av å senke kalvingsalderen (Dobos et al., 2004). Dette diskuteres nærmere i kapittel 5.4.1.2.

Ettema og Santos (2004) som kom frem til at det var mest lønnsomt å legge kalvingsalderen til mellom 23 og 24,5 mnd for Holstein. Det ble også observert en negativ respons på melkeytelsen når kalvingsalderen gikk under 23 mnd (Ettema and Santos, 2004). Nilforooshan og Edriss (2004) fant også at lav kalvingsalder (<21mnd) hadde en negativ innvirkning på melkeytelse (hos Iransk Holstein). Resultatene fra dette forsøket tilsa at det

optimale var å legge kalvingsalder til 24 mnd alder for optimal utnyttelse og produksjon (Nilforooshan and Edriss, 2004).

Tabell 2. Denne tabellen viser forholdet mellom gjennomsnittlig alder ved første kalving og påfølgende levetid og produktivitet hos 442 australske holstein(Haworth et al., 2008). Symbolforklaring: + = enveis analyse av varians innen rad a<b<c, † = Varierte mellom grupper så t-testen brukte a<b (P<0.05), MDY_{lact.1} = gjennomsnittlig daglig melkeytelse i første laktasjon, DIM = laktasjonsstaidet i dager, ELP= estimert produksjon i løpet av livet.

Age at first calving(AFC): years(days)	<2 (<730)	2-2.5 (730-912)	2.5-3 (913-1095)	>3 (>1095)	P*
Number of cows	25	282	102	28	
Longevity (days)	1321(119)^a	1706(47)^b	1778(70)^b	2108(144)^c	0,002
Longevity index(%)	33.4(3,3)^{ab}	35.7(1.5)^b	30.7(1.5)^b	29.2(2.9)^b	0,021
Paritis per lifetime	2.0(0,26)	2.6(0,11)	2.3(0,16)	2.6(0,35)	0,284
MDY_{lact.1}(l/day)	21.6(0,02)^{ab}	21.9(0,20)^b	20.6(0,48)^a	20.2(0,85)^a	0,007
Lifetime DIM	519(88)	720(34)	633(51)	712(105)	0,225
ELP(I)	12,456(2341)^a	18,415(1011)^b	14,876(1423)^a	17,695(3289)^{ab}	†

*one way analysis of variance within rows a<b<c

†Variances differed between groups, so t test used a<b (P<0.05)

MDY_{lact.1}Mean daily milk yield in first lactation, DIM Days In Milk, ELP Estimated lifetime production

I en studie med Australsk Holstein fra 2008 ble sammenhengen mellom alder ved første kalv, holdbarhet og et lengst mulig produktivt liv undersøkt. I denne studien fant de at holdbarheten var mye lavere for dyr som kalvet når de var under 24 mnd. De fant også at hvis dyret var over 28 mnd ved første kalv slo dette negativt ut fordi dette gav en lavere levetidsindeks (produksjon (days in milk) i løpet av livet/ levetid (fødselsdato til dato fjernet fra

besetningen). Dette kommer godt frem i tabell 2. I tillegg ble det observert en nedgang i melkeytelse i første laktasjon hos disse. Lav produksjon ved første laktasjon har også vist seg å ha sterk sammenheng med melkeytelse i senere laktasjoner. På grunnlag av dette kom de frem til at det var mest lønnsomt å legge kalvingsalderen til mellom 24 og 28 mnd. (Haworth et al., 2008).

Tabell 2 viser at både livslengde målt som antall laktasjonsdager i løpet av livet, $MDY_{lact.1}$ (gjennomsnittlig daglig melkeytelse i første laktasjon) og LI (levetidsindeks) er høyest for dyrene som kalver ved 2-2.5 års alder. I tillegg ligger også ELP (estimert produksjon i løpet av livet) høyere for denne gruppen. Disse resultatene støtter da TINE Rådgivnings anbefalinger om å legge kalvingsalderen til mellom 23mnd og 28 mnd (TINE-Rådgiving, 2010).

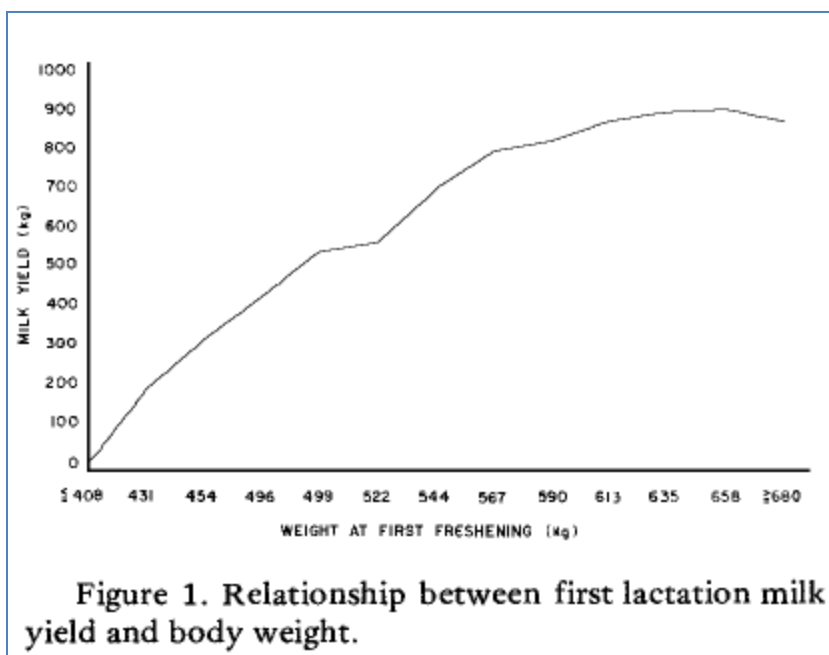
En annen årsak til at for lav kalvingsalder kan virke negativt er en økning i risiko for kalvingsvansker. I en studie fra 1991 ble det funnet at en kalvingsalder under 22 mnd og over 27 mnd gav en økt i risiko for kalvingsvansker (Simerl et al., 1991).

5.4.1.2. Effekt av kvigas vekt ved kalving

I forsøket av Dobos et al. (2004), nevnt i kapittel 5.4.1.1., ble det også observert at økt kroppsvekt ved kalving hadde en positiv effekt på melkeytelse. Ved å øke kalvingsvekten fra 498 til 549kg, ble det observert en positiv respons, mens det fra 549 til 595kg ikke ble observert noen respons. Dette tyder på ett øvre tak på 549kg for Australsk Holstein-Friser (Dobos et al., 2004).

Carson et al. (2002) fant at å øke vekt ved kalving fra rundt 540kg til rundt 620kg gav positivt utslag på melkeytelsen i første laktasjon. I dette forsøket ble kviger plukket ut på grunnlag av høy genetisk verdi. Disse ble delt i 4 grupper etter rasjonssammensetning, der gruppe 1 hadde som mål å oppnå 640 kg vekt ved kalving, og de resterende gruppene 620 kg ved kalving. Rasjonssammensetning viste seg å ha liten innvirkning på melkeytelsen i dette forsøket (Carson et al., 2002). Større kviger ved kalving har, som tidligere nevnt, ofte en større fôropptakskapasitet og derfor en høyere melkeytelse (Strudsholm and Sejersen, 2003).

I et forsøk i 2000 ble det derimot funnet at kviger som veide rundt 568kg ved kalving hadde et høyere tørrstoffinntak ved starten av første laktasjon enn kviger som veide 620 kg. Dette så ut til å være relatert til holdet, da kviger med holdpoeng på 3,1 hadde et høyere tørrstoffinntak enn kviger med 3,5 i holdpoeng (Carson et al., 2000 via Carson et al., 2002). Ulempen med å øke kalvingsvekten fra 540 til 620 kg hos Holstein-Friser kviger var at disse hadde en tendens til å ha et høyere kalvingsintervall. Dette kan ha en sammenheng med at tyngre kviger taper seg mer i hold i starten av laktasjonen. Disse bruker også lenger tid etter kalving på å komme i ny brunst (Carson et al., 2002).



Figur 7. Denne figuren viser sammenhengen mellom vekt ved kalving og melkeytelse første laktasjon. Her ser man at det er en økning i melkeytelse ved økt vekt ved kalving. Eksempelvis vil en kvige som veier 567kg ved første kalving produsere rundt 800 kg mer melk i første laktasjon enn en kvige som veier 408 kg eller mindre (Keown and Everett, 1986).

Keown og Everett (1986) så på effekten av drektighetstid, tørrperiodens lengde og vekt ved kalving hos holsteinkviger. Data ble hentet fra "the Northeast Dairy Record". Dette var data som var registrert mellom juli 1980 og august 1984. De fant at melkeytelsen i første laktasjon stiger drastisk ved en vekt mellom 544 og 568. Dette kan man tydelig se i Figur 8. Disse anbefaler derfor å legge vekt ved kalving i dette intervallet. Ved høyere vekt enn dette er stigningen i melkeytelsen så lav for hver kg økning at det derfor ikke vil lønne seg

økonomisk. Det ble også observert at vekt ved kalving hadde et høyere signifikansnivå enn alder ved første kalv i forhold til melkeytelse (Keown and Everett, 1986).

I 1976 fant A.W.F. Davey ifølge Thomas og Mickan (1987) at 420 kg kroppsvekt ved kalving var det optimale for Frisere (Thomas and Mickan, 1987). At anbefalingene har økt de siste årene kan være et resultat av genetisk fremgang. Dette støttes også av en kanadisk studie fra 2006, der de kunne observere at Holstein og Ayshirekviger kalvet ved en lavere alder og ved en høyere vekt i 1993-2003 enn det de gjorde på 80-tallet (Pietersma et al., 2006).

Tabell 3. Effekten av kalvingsalder på melkeytelse, for dyr med samme vekt ved kalving. Tallene er hentet fra (Gardner et al., 1977).

	Gruppe A	Gruppe B
Kalvingsalder, mnd	19,7	26,9
Melkeytelse første laktasjon, kg (gjennomsnitt over 100 dager)	4436	5415
Melkeytelse 2. laktasjon, kg(gjennomsnitt over 100 dager)	5295	5903

Resultater fra tidligere forsøk indikerer at ved å øke vekten ved kalving kan man, som tidligere nevnt, til en viss grad kompensere for tidligere kalvingsalder (Dobos et al., 2004). Forsøk gjort på kviger med kalvingsalder 20-21 mnd. viser derimot at når alderen synker så lavt vil ikke engang økt vekt ved kalving kompensere for drastisk nedgang i melkeytelse. Resultatene viste en enda større nedgang i melkeytelse når tilveksten økte så mye at kvigene hadde tilsvarende vekt ved kalving som de som kalver senere (Strudsholm and Sejersen, 2003). Et eksempel på dette er fra et forsøk gjort i 1977, der kvigene ble delt i 2 grupper; en gruppe med kalvingsalder på 19,7 mnd. (Gr. A, tabell 3) og en på 26,9 mnd. (Gr. B, tabell 3). I begge gruppene ble dyrene fôret etter en ønsket kalvingsvekt på 560 kg Kroppsvekt. Her så

man en tydelig forskjell på melkeytelsen både i første og andre laktasjon (Gardner et al., 1977). Resultatet fra dette forsøket er vist i tabell 3.

Hva som er optimalt hold ved kalving er også et mye omdiskutert tema. Friggens et al. (2004) kom fram til at det mest optimale holdet å ligge på er rundt 3, mens Mäntysaari et al. (1999) fant at hold på 3,27-3,47, gav en høyere melkeytelse enn et hold på mellom 3,11 og 3,23. TINE Rådgivning anbefaler et hold på mellom 3,5 og 3,7. Det er også vist at ett hold på over 3,5 gir en økt risiko for fettlever og ketose (Strudsholm and Sejrsen, 2003). Ut fra dette kan man konkludere med at holdet bør ligge i intervallet 3,23 og 3,7.

5.4.1.3. Effekt av tilvekst i prepubertal og postpubertal alder på jurutvikling og melkeytelse i 1.laksasjon

I 1982 fant Sejrsen et al. At mengde kjertelvev i juret ble redusert ved et høgt fôrnivå i den prepubertale perioden. Dette så derimot ikke ut til å ha noen negativ innvirkning i den postpubertale perioden (Sejrsen et al., 1982). I disse forsøkene ble det benyttet 2 fôrnivå: Begrenset energitilførsel, som gav tilvekster på rundt 613 g/dag, og ad libitum fôring, som gav tilvekster på rundt 1218 g/dag. Kvigene ble slaktet ved 320 kg kroppsvekt for de prepubertale kvigene og 440 kg for de postpubertale kvigene (Sejrsen et al., 1982). At høy prepubertal tilvekst kan virke negativt på jurutviklingen og videre på melkeytelse i 1. laktasjon støttes fra flere hold (Sejrsen et al., 1982, Sejrsen et al., 2000, Rincker et al., 2008). Alle disse hadde definert høy tilvekst som tilvekst over 1000 g/dag.

I ett forsøk fra 1995 ble det observert at dyrene som hadde tilvekster på over 1000 g/dag fikk en tydelig reduksjon i mengde parenchymale epitelceller, i tillegg til en økt mengde adipocytter i jur (Capuco et al., 1995). Dette stemmer overens med tidligere forskning som kom fram til at man får en reduksjon i jurutviklingen ved høye tilvekster i prepubertale alder (Sejrsen et al., 1982). Til tross for dette ble det ikke her funnet noen nedgang i melkeytelse i første laktasjon (Capuco et al., 1995).

Dyrene i de forskjellige gruppene hadde like stor mengde jurepitelvev. De var også kommet like langt med hensyn til elongeringen av primære melkekanaler. Hos gruppen med høyest fôrintensitet kunne man derimot se en reduksjon i videre forgreiningen av melkekanaler, noe

som tyder på at det er denne fasen som hemmes hos denne gruppen (HC gruppen i figur 10). I forsøket av Sejrson et al. fra 1982, fant de at selve elongeringen av primære melkekanaler ble hemmet, og ikke bare forgreiningene (Sejrson et al., 1982 via Capuco et al., 1995).

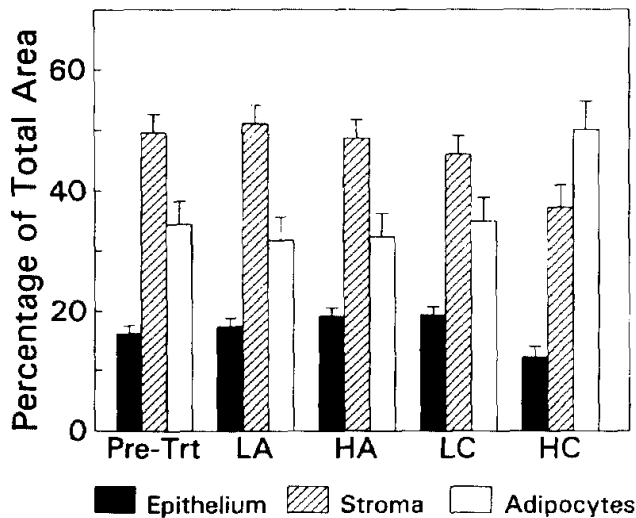


Figure 1. Influence of prepubertal dietary regimen on area of mammary parenchyma occupied by epithelium, stroma, and adipocytes.

Figur 8. Denne figuren viser effekten av fôringsintensitet på fordeling av vev i juret. Her har LA gruppen den laveste tilvekst på gjennomsnittlig 766g/dag, LC gruppen har hacket høyere tilvekst enn LA gruppen med en gjennomsnittlig tilvekst på 792g/dag, HA gruppen har tilvekst på gjennomsnittlig 974 g/dag, og HC gruppen har den høyeste tilveksten med et gjennomsnitt på 1011 g/dag. Pre-Trt er pretreatment group, som består av dyrene som ble slaktet før forsøket (Capuco et al., 1995).

Fordelingen av jurkomponenter for de forskjellige gruppene vises i Figur 9. Der kan man se at spesielt dyrene med en gjennomsnittlig tilvekst på 1011 g/d (HC gruppa) skiller seg ut med en markant høyere andel fettvev, og en mye lavere andel epitelvev. Andel stromalt vev er også noe lavere. Dyrene som hadde høy fôringsintensitet og en gjennomsnittlig tilvekst på 974g/dag (HA gruppen) fikk ingen tydelige negative utslag av fôringsregime på organiseringen av jurkomponenter (Capuco et al., 1995). Hos HC gruppen ble det også observert en større grad av fettavleiring på kroppen, noe som stemmer godt overens med Drackleys påstand om at fettavleiring i jur og fettavleiring på resten av kroppen er to tett korrelerte faktorer (Drackley, 2008).

Det ser generelt ut til at den histologiske utviklingen av juret styres av kroppsvekt i større grad enn alder. Daniels med flere så på histologisk utvikling av juret hos kviger slaktet ved 100, 150, 200, 250, 300 og 350 kg kroppsvekt. Resultatene av dette forsøket motstrider en del tidligere forsøk om at høye tilvekster virker negativt på utviklingen av juret. Disse kvigene fikk tildelt en rasjon som enten gav en tilvekst på 650 g/dag eller 950g/dag. Resultatene viste at tilvekstene ikke hadde noen signifikant innvirkning på den histologiske utviklingen i dette tilfellet. Her så det ut til at selve kvigevekten var mer avgjørende for utviklingen av jur enn fôringsintensitet (Daniels et al., 2009). Dette støttes også av Drackley, som heller ikke fant noen reduksjon i jurutviklingen hos kviger med høye tilvekster (8-900 g/dag). En forutsetning som ble lagt til grunn da var at dyrene fikk tilstrekkelig proteintilførsel i forhold til behov til vekst (Drackley, 2008).

I en studie fra 2006 ble cellevekst i jurkjertelen, parenchymal vekstrate og dynamikken i den allometriske parenchymale veksten i forhold til tilvekst i prepubertal alder, undersøkt. Resultatene viste at veksthastighet (950 g/dag) i prepubertal alder ikke hadde noen innvirkning på disse faktorene (Meyer et al., 2006).

I et forsøk utført av Mäntysaari et al. (1999) der de så på fôringsintensitet hos drektige kviger, ble det heller ikke funnet negative effekter av høy tilvekst (rundt 800-1000 g/dag mot rundt 6-700g/dag) og fôringsintensitet i postpubertal alder. Det ble derimot funnet at høy fôringsintensitet hadde en positiv effekt hos kviger i siste trimester, relativt til melkeytelse i kommende laktasjon. Grunnen til dette kan være forskjeller i fysiologisk status. Kviger som vokser raskt siste delen av drektigheten får høyere vekt ved kalving, og har større kroppsreserver til å takle det ekstreme energibehovet i starten av laktasjonen (Mäntysaari et al., 1999). Her er det viktig å balansere tilvekst og vekt ved kalving i forhold til hold. Som tidligere nevnt gir et hold på over 3,5 en større risiko for produksjonssykdommer som ketose og fettlever (Strudsholm and Sejersen, 2003).

I et forsøk fra 1996 ble det observert at høy tilvekst i postpubertal alder (933 g/dag vs. 778 g/d) gav en reduksjon i melkeytelse. I dette forsøket ble den kombinerte effekten av høy tilvekst i postpubertal alder og tidlig kalving på melkeytelse i første laktasjon undersøkt. kvigene i testgruppen hadde derfor lavere kalvingsalder og høyere tilvekst enn kontrollgruppen (21.7 mnd, vs. 24.6 mnd). Det kunne derfor kun konkluderes med at tidlig

kalvingsalder som et resultat av høy postpubertal tilvekst har en negativ effekt på melkeytelsen i første laktasjon (Hoffman et al., 1996).

Macdonald et al. (2005) så på effekten av tilvekst i både pre- og postpubertal alder med tilvekster på 0,77, 0,53 og 0,37 kg/dag hos Holstein-Frieser kviger (noe lavere for Jersey kviger). Konklusjonen i dette forsøket var at høy prepubertal tilvekst virket negativt for melkeytelse i tredje laktasjon og ikke i første og andre. Når det derimot ble korrigert for kroppsvekt ved kalving, så man også her en tydelig nedgang i melkeytelse når tilvekstene økte. Både høy vekt ved kalving og høy tilvekst i postpubertal alder virket derimot positivt på melkeytelsen i første laktasjon.

Van Amburg et al. (1998) gjorde et forsøk der de brukte 3 forskjellige rasjoner, som gav tilvekster på 0,68, 0,83 eller 0,94 kg/dag. Dette gav kalvingsalder på henholdsvis 24.5, 22.0 og 21.3 mnd. Kvigene ble inseminert ved en vekt på ca 340 kg. Her ble det også observert en nedgang i melkeytelse hos dyr med de høyeste tilvekstene, men kun en liten del av dette så ut til å ha direkte sammenheng med tilvekstene. Derimot så holdpoeng og kroppsvekt ved kalving ut til å være mer avgjørende for melkeytelsen i første laktasjon. Derfor støtter ikke denne studien påstanden om at høye tilvekster i den prepubertale perioden i seg selv har en hemmende effekt på melkeytelse i første laktasjon.

Drackley påpeker i sin doktorgradsavhandling at det ofte er en tett sammenheng med akkumulering av fett i jur og fettavleiring på resten av kroppen. Han mener at de negative virkningene på jurutviklingen sett i mange forsøk mest sannsynlig har en sammenheng med for godt hold (Drackley, 2008). Denne påstanden støttes også av Silva et al. (2002) som kom frem til at hold og kroppsfett er en bedre indikator på reduksjon i jurutviklingen enn tilvekst i prepubertal alder (Silva et al., 2002).

Tabell 4. Denne tabellen viser en oversikt over konsekvens av tilvekst i prepubertal og postpubertal alder.

Oppsummeringstabell for konsekvens av høy tilvekst i prepubertal og postpubertal alder (>800 g/dag).	
Effekten av tilvekst i prepubertal alder på jurutvikling og melkeytelse i førstelaktasjon.	Effekten av tilvekst i postpubertal alder på jurutvikling og melkeytelse i første laktasjon.
<ul style="list-style-type: none"> • Negativ effekt på melkeytelse og jurutvikling ved høy prepubertal tilvekst (>1000g/dag) (Rincker et al., 2008, Capuco et al., 1995, Sejrsen et al., 1982) • Tidspunkt for når tilveksten er forhøyet har noe å si for hvilken del av jurutviklingen som reduseres (Capuco et al., 1995). • Fettavleiring på kroppen og holdpoeng er mer avgjørende for jurutvikling og melkeytelse i første laktasjon, enn det tilveksten i seg selv er (Silva et al., 2002, Drackley, 2008, Van Amburgh et al., 1998). • Få av de som har registrert en negativ effekt av høy tilvekst i prepubertal alder har registrert hold. • Flere kilder har ikke funnet noen negativ effekt av høy prepubertal tilvekst (Daniels et al., 2009, Meyer et al., 2006, Drackley, 2008). • Vekt er mer avgjørende for histologisk utvikling av juret enn alder (Daniels et al., 2009). 	<ul style="list-style-type: none"> • Høy postpubertal tilvekst har en positiv effekt på melkeytelse i første laktasjon. Spesielt i siste trimester (Mäntysaari et al., 1999, Macdonald et al., 2005, Sejrsen et al., 1982). • Høy kvigevækt ved kalving ser ut til å ha positiv effekt på kommende melkeytelse (Macdonald et al., 2005). • Hold over 3,5 gir økt risiko for produksjonssykdommer (Strudsholm and Sejrsen, 2003). • Hold mellom 3,26-3,45 positivt på melkeytelse i forhold til et hold på mellom 3,11 og 3,26 (Mäntysaari et al., 1999). • Den eneste som har funnet negativ effekt av høy postpubertal tilvekst er Hoffman et al. (1997), men dette var i kombinasjon med lav kalvingsalder.

I tabell 4 er effektene av høy tilvekst i pre- og postpubertal alder oppsummert. Denne viser at både vekt ved kalving, alder ved kalving og hold har stor innvirkning, og er kanskje enda viktigere enn tilveksten i seg selv i disse periodene.

5.4.2. Spesifikke næringsstoffers effekt på jurutviklingen

Det har vært diskutert om både energiinntak og proteininntak har noe betydning for utvikling av juret og da også effekt på senere produksjon.

I et forsøk fra 1997 ble det ikke funnet noen effekt av råproteinnivået i fôret på melkeytelse de første 36 ukene av laktasjonen, når de fikk 110 % av anbefalt mengde (Pirlo et al., 1997).

Dobos et al. (2000) målte kviger mellom 5-10 mnd, som fikk samme mengde energi (som gav en tilvekst på om lag 900g/dag) i rasjonen, men forskjellige mengder råprotein og forskjellig andel av råproteinet nedbrytbart i vom. Der fant de at totalt råprotein gav utslag i en høyere tilvekst. De som fikk høyest andel råprotein i rasjonen hadde dessuten en lavere andel fettvev i juret, og ett lavere forhold mellom fettvev og parenchymalt vev. Men dette gav ingen utslag på melkeytelse i påfølgende laktasjon (Dobos et al., 2000).

Det ble heller ikke funnet noe effekt av proteinnivå hos kviger med veldig høy prepubertal tilvekst (>1000g/dag) (Whitlock et al., 2002), men her ble det poengtert ut at for lite protein ved en veldig høy veksthastighet kan virke hemmende på jurutviklingen. Dette støttes også av Drackley som kom fram til at høy veksthastighet ikke er skadelig forutsatt at man har nok protein til vekst (Drackley, 2008).

Ut fra dette kan man konkludere med at et proteininntak over norm ikke har noen hensikt.

Det har også vært fokus på om høy andel olje (Spesielt høy andel flerumettede fettsyrer) i fôret har noen innvirkning på melkeytelse og jurutvikling. I et forsøk fra 2003 ble effekten av høy andel soyaolje(20 %) (som inneholder mye linolsyre) i fôret frem til 6 mnd alder undersøkt. Etter 6 mnd. alder fikk de tildelt samme fôr som kontrollgruppen. De dyrene som fikk mest olje i rasjonen hadde ganske lik jurutvikling som kontrollgruppen ved 4 mnd. alder. De dyrene som fikk høy andel soyaolje i rasjonen, slaktet ved 12 mnd alder, hadde en større andel totalt parenchymalt DNA og tørt fettfri vev enn kontrollgruppen. Denne sammenhengen nådde derimot ikke statistisk signifikansnivå til tross for at de lå hele 15 % og 21 % høyere enn kontrollgruppa, respektivt. Ved 12 mnd. alder var lipidinnholdet lavere og konsentrasjon av parenchymalt DNA høyere. Høy andel flerumettede fettsyrer i rasjonen gav derfor en svakt

forbedret jurutvikling, men for lite til at det hadde noe effekt på melkeytelse (Thibault et al., 2003).

5.4.3. Andre faktorer som kan påvirke jurutviklingen

5.4.3.1. Daglengde

Det er i flere forsøk vist at antall timer lys per dag kan ha innvirkning på både fruktbarhet og melkeytelse.

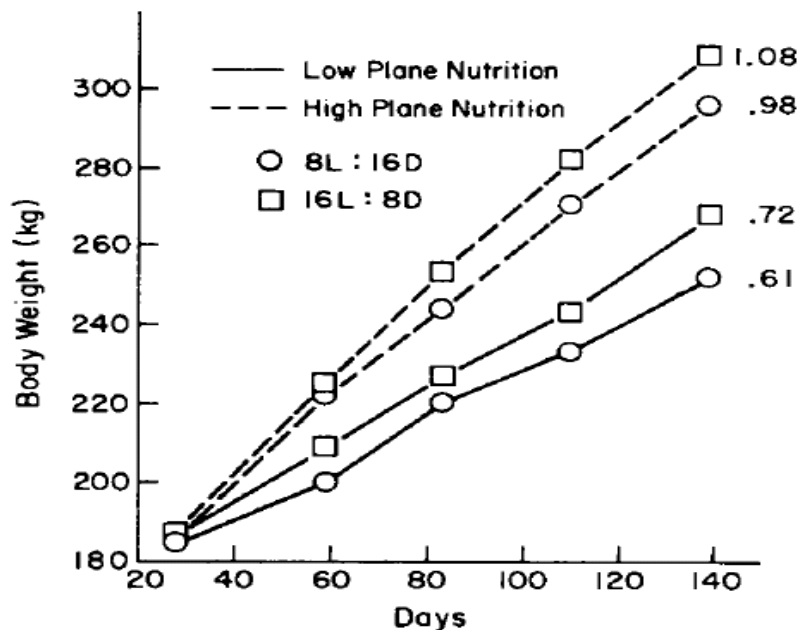


Figure 1. Changes in body weight of Holstein heifers in response to photoperiod and plane of nutrition. Each point represents the mean of 14 or 15 animals. Pooled SE = 3.6 kg. Average daily gains throughout the experiment are shown on the right for each treatment.

Figur 9. Denne figuren viser at antall timer lys hadde stor innvirkning på tilvekst innen hvert fôringsregime. Her er dyrene med firkant de som ble utsatt for 16 timer lys, og sirkelen de som ble utsatt for 8 t lys. Den striplete linjen symboliserer dyrene på høy fôringsintensitet, mot den heltrukne linjen som symboliserer dyrene på lav fôringsintensitet (Petitclerc et al., 1983).

I ett forsøk fra 1983 (Petitclerc et al., 1983) ble 60 kviger delt i 2 grupper. En gruppe ble fôret mot en høy tilvekst (>1000g/dag) og en ble fôret mot en lav tilvekst (ca. 700 g/dag). Disse ble igjen delt i 2 undergrupper der en gruppe fikk 16 t lys, og 8 t mørke, og en fikk 16 t mørke og 8 t lys. De kom i puberteten ved ca samme vekt (257-278 kg). Resultatet av dette forsøket var at de som fikk flest timer lys hadde en høyere tilvekst, kom tidligere i puberteten og var mer effektive fôrutnytttere enn de som fikk en kortere daglengde (Petitclerc et al., 1983). Dette

vises tydelig i Figur 10, der man ser tydelig forskjell på de med 16 timer lys (firkant) og de med 8 timer lys(sirkel) per dag.

Resultatene fra 1983 støttes også av senere forskning gjort på NRF, der de fant at besetninger i Norge i mørketiden (november-februar)trengte minst 12t lys per dag for å bedre både melkeytelse og fruktbarhet. Det viste seg også at svakt lys om natten hadde en positiv effekt på melkeytelse (Reksen et al., 1999).

5.4.3.2. Kompensatorisk vekst

Kompensatorisk vekst, eller kompensasjonsvekst, er økningen i vekst som kan observeres hvis et dyr går fra lav til høy fôringsintensitet, ofte med høyere tilvekst enn et dyr som har gått jevnt på høy fôringsintensitet (Garnsworthy, 2005). Noen årsaker til kompensasjonsvekst kan være at dyr som har gått en periode med underfôring har større appetitt, større vomfylde, muskelhypertrofi og vil, ved økt tilvekst, avleire mer protein i forhold til fett enn et dyr med jevn tilvekst og fôringsintensitet. En større andel av energien vil gå til produksjon hos disse dyrene fordi vedlikeholdsbehovet, som synker i underfôringsperioden, trenger tid for å tilpasse seg et høyere fôropptak (Berg and Matre, 2001). I mange tilfeller ser man at disse dyrene vil ha høyere tilvekst ved kompensasjonsvekst enn det de ville ha på et jevnt høyt fôringsnivå(Garnsworthy, 2005).

Choi et al. (1997) testet ut effekten av trappetrinnsfôring fra 6 mnd alder (rundt 172 kg kroppsvekt). I dette forsøket ble kvigene delt i en kontrollgruppe og en testgruppe. kontrollgruppen ble fôret til å kalve ved 24-26 mnd alder. Testgruppen ble ”trappetrinnsfôret” etter en plan med følgende intervaller: 3mnd vedlikeholdsfôring, 2mnd der de fikk 20 % under vedlikeholdsbehov, 4 mnd vedlikeholdsfôring, 2mnd der de fikk 25 % over vedlikeholdsbehov, 5mnd vedlikeholdsfôring og til slutt 2 mnd der de fikk 20 % under vedlikeholdsbehov. De kom fram til at det å bruke trappetrinnsfôring som fôringsregime i prepubertal alder gav positivt utslag på både fôrutnyttelse og melkeytelse (Choi et al., 1997). Dette støttes også av senere forsøk som fant en signifikant forbedring i melkeytelse både i første og andre laktasjon (21 % og 15 % respektivt)(Ford and Park, 2001).

Det er imidlertid ikke bare funnet positive effekter av trappetrinnsfôring. Kompensasjonsvekst kan være vanskelig å oppnå i slik grad at dette er lønnsomt. Det ser ut til at en underfôring på over 50 % under vedlikeholdsbehov gir dårlig kompensasjonsvekst. Det er også perioder (aldere) dette er mer effektivt enn andre. I noen perioder, blant annet prenatal periode, kan underfôring føre til varige negative effekter, som færre muskelceller. Flere studier har også funnet for liten grad av kompensasjonsvekst til at dette lønner seg i forhold til jevn tilvekst. Det er mye som enda gjenstår å undersøke på dette temaet med hensyn til hvordan man skal oppnå en optimal kompensasjonsvekst (Garnsworthy, 2005).

Egne undersøkelser

6.0. Materiale og metode

Datasettet for å studere effekten av tilvekst og innkalvingsalder ble hentet fra tilvekstdata målt i prosjektet ”Den Robuste Førstekalvsku”, som var basert på masteroppgaven til Bekkevoll og Helberg (Bekkevoll and Helberg, 2009). Kvigene som ble valgt ut til denne oppgaven var dyr målt i alderen 11-30 mnd. Melkeytelsesdata og kalvingsalder for de aktuelle dyrene ble hentet fra Kukontrollen.

6.1 Kriterier for utvelgelse av besetninger og dyr

Kriterier for utvelgelse av besetningene i ”Den Robuste Førstekalvsku” var at førstegangskalverene hadde en avdrått på over 6500 kg melk/år og at besetningsstørrelsen var på over 30 årskyr. Det var også krav til en generell høy avdrått hos resten av besetningen (>8000 kg melk/år). Utvelgelsen av besetninger baserer seg på data fra artikkelen ”De Høystytende Buskaper i 2007” i Buskap i tillegg til avdråttsopplysninger fra Kukontrollen (Bekkevoll and Helberg, 2009).

Kriterier for utvelgelse av dyr til denne oppgaven var at de hadde fått sin første kalv siden tilvekstmålingene startet. De måtte også ha minst 5 målinger registrert i Kukontrollen. Hensikten med å sette 5 målinger som ett minimum var å få et sikrere tall for gjennomsnittlig melkeytelse.

Det er til sammen 159 dyr som inngår i datasettet for denne oppgaven. Disse er fordelt på 11 besetninger, 4 i trøndelagsfylkene og 7 i Østfold/Akershus. Av disse er ett båsfjøs, og resten løsdriftsfjøs med melkerobot.

6.2 Tilvekstmåling

Tilvekstmålingene ble utført av Arild Helberg og Merete Bekkevoll i sammenheng med deres masteroppgave. Kviger mellom 50 dager og 30 mnd alder ble brystmålt ved hjelp av målband ca. 1 gang per mnd. For hvert dyr foreligger det 3-5 målinger for beregningen av tilvekst i forsøksperioden. Dette var antall målinger som viste seg å være ett minimum for å få god sikkerhet og mest mulig korrekt beregnet gjennomsnittlig tilvekst (Bekkevoll and Helberg, 2009). I denne oppgaven er kun dyr som er målt mellom 11 og 30 mnd tatt med i datasettet. Dette innebærer at dyrene er på slutten av den pre-pubertale eller i den post-pubertale perioden.

For ytterligere informasjon om tilvekstmålingene vises det til Bekkevoll og Helberg (2009).

6.3 Data fra Kukontrollen

Kukontrollen er en sentral database der informasjon om besetningene til registrerte medlemmer samles. Noen eksempler på opplysninger som registreres er melkemålinger. Disse skal foretas ca. 1 gang per mnd, minimum 11 ganger per år (maksimum 12 ganger per år). Andre registreringer er blant annet fôringsopplysninger, kalvingsalder og informasjon om helse og fruktbarhet.

Registreringene som er utgangspunktet for denne oppgaven er melkeregistreringer og kalvingsalder. Det var dessverre ikke mulig å basere seg på kraftfôringsopplysningene i disse besetningene. Dette fordi flere av besetningene benyttet fullfôr. Derfor gav ikke kraftfôrmengden som var registrert noe godt bilde på fôringsintensitet i besetningene. Det stod heller ikke registrert noe sted hva slags type kraftfôr som ble benyttet.

6.4 Statistisk metode

De statistiske analysene i denne oppgaven ble gjennomført i SAS (Versjon 9.1.; SAS institute Inc., Cary, NC, USA) ved hjelp av regresjonsmodeller i Proc mixed.

For å teste hvilke regresjonsvariabler som hadde effekt på melkeytelse, ble melkeytelse satt som avhengig variabel. Besetning ble betraktet som fast effekt og individ innen besetning ble satt som tilfeldige effekt. Regresjonsvariabler som ble testet var tilvekst, alder ved måling av tilvekst (AMT), laktasjonsstadium (days in milk (DIM)) og kalvingsalder.

Statistisk modell:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + DIM_j H_j + \beta_1 + Zu + \varepsilon_{ijk}$$

Der:

- Y= observasjoner, her melkemålinger per dyr.
- H = besetning.
- DIM= laktasjonsdag.
- Zu= matrisen av tilfeldige effekter (individ innen besetning).
- $\beta_{0,1}$ = regresjonsvariabler som beskriver de uavhengige regresjonsvariablene.
- ε_{ijk} = residualen (forutsatt normalfordelt).

For å teste sammenhengen mellom AMT og alle de andre variablene ble AMT satt som avhengig variabel, og melkeytelse, DIM, tilvekst og kalvingsalder satt som regresjonsvariabler.

Statistisk sikre forskjeller ble satt til et signifikansnivå på $P < 0,05$.

7.0. Resultater og diskusjon

Formålet med denne oppgaven var å se om det er noen sammenheng mellom tilveksten i den siste delen av kvigeoppdrettet (11-30 mnd) og melkeytelsen i første laktasjon.

Tabell 5. Denne tabellen viser en oversikt over hvilke variabler som har en signifikant effekt på melkeytelse. Her er også tilvekstens effekt på alder ved måling tatt med for å understreke at disse ikke er korrelerte.

Avhengig variabel: Melkeytelse	
Responsvariabler	P-verdi
Tilvekst	< 0,05
Kalvingsalder	< 0,05
Laktasjonsstadiet	Ikke signifikant
Alder ved måling av tilvekst	< 0,05
Avhengig variabel: Alder ved måling av tilvekst (AMT)	
Tilvekst	Ikke signifikant
Laktasjonsstadiet	<0,05

Den statistiske analysen viste at kalvingsalder og tilvekst i postpubertal alder (11-30 mnd) hadde en signifikant effekt på melkeytelsen (tabell 5).

Alder ved måling av tilveksten (AMT) hadde signifikant betydning for melkeytelsen, men hvorfor dette er tilfelle, er uvisst. AMT er sterk korrelert ($P < 0,05$) med DIM. Dette er naturlig fordi jo senere tilvekstmålingene ble utført, dess lenger ut i laktasjonen har kviga kommet. Grunnen til dette er at de ble målt i samme periode, men ved forskjellig aldersintervall. Det var imidlertid ingen sammenheng ($P > 0,05$) mellom AMT og tilveksten i denne perioden (tabell 5). Tidspunktet for måling hadde derfor ingen innvirkning på hva slags tilvekster som ble målt.

Tabell 6. Denne tabellen viser gjennomsnittstall for laktasjonsstadium (DIM), mjølkeytelse, tilvekst i den postpubertale fasen, alder ved måling av tilvekst (AMT) og kalvingsalder. Her ser man at besetningene er temmelig jevne.

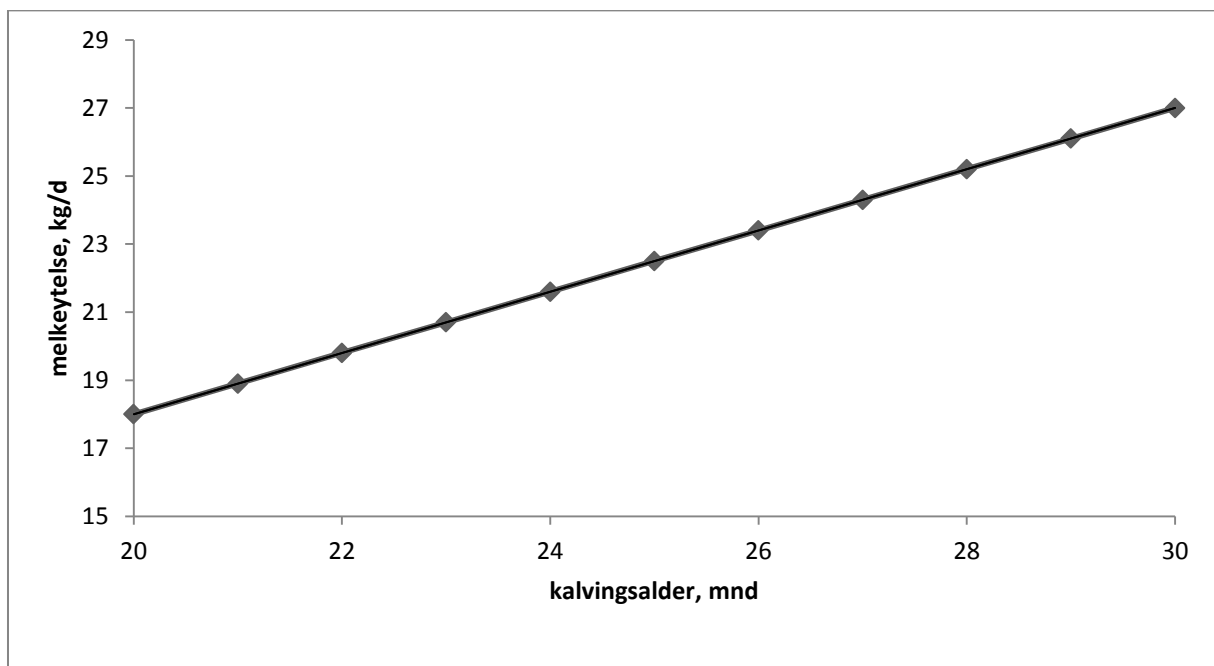
Gård	DIM	SD DIM	Melk, kg	ECM, kg	Ant. Dyr	Tilvekst, g	Kalvingsalder, mnd	AMT, mnd	SD AMT
1	140	23,0	31,1	35,2	11	1199	25,8	17,7	1,4
2	124	20,6	24,2	24,3	24	848	25,9	18,7	1,3
3	130	22,7	31,4	31,7	14	696	26,4	17,9	1,4
4	125	20,5	27,9	27,9	18	671	25,9	18,5	1,3
5	129	20,7	25,8	27,2	10	718	26,6	18,8	1,3
6	143	20,2	23,6	25,6	12	964	26,8	16,9	1,2
7	117	20,5	26,9	26,6	15	1081	25,0	18,8	1,3
8	140	20,7	25,5	26,6	17	1088	25,8	17,5	1,3
9	145	19,1	25,4	26,1	12	1009	26,3	17,7	1,2
10	104	21,4	30,0	28,8	9	505	25,7	19,4	1,4
11	130	20,0	25,1	25,4	17	1037	25,7	18,5	1,2
Gjennomsnitt	129,7	20,8	27,0	27,7		892,4	26,0	18,2	1,3

Tabell 6 viser at besetningene ligger forholdsvis jevnt med hensyn til både melkeytelse, tilvekst og kalvingsalder. Alle besetningene ligger på en kalvingsalder mellom 25.0-26.8 mnd. Dette stemmer godt overens med gjennomsnittlig insemineringsalder over de samme besetningene funnet av Bekkevoll og Helberg (2009) på 15-20 mnd alder (stort sett i første halvdel av dette intervallet). Gjennomsnittlig kalvingsalder på tvers av alle besetningene tyder på at de fleste ble inseminert rundt 17 mnd alder. Besetning 10 skiller seg ut med hensyn til tilvekst. Dette er også besetningen med færrest dyr, og dette kan gjøre at enkeltdyr gir større utslag.

7.1. Effekt av kalvingsalder på melkeytelse

Kalvingsalder er en økonomisk viktig faktor i kvigeoppdrettet. Å senke kalvingsalderen vil føre til en kortere oppdrettsperiode og en tidligere start på produksjonen. Derfor vil dette redusere oppdrettskostnader. Kalvingsalder kan til en viss grad reguleres ved å styre tilveksten. Det er blant annet vist at vekt er mer avgjørende enn alder for når kviga kommer i første brunst (Stelwagen and Grieve, 1990, Capuco et al., 1995, Macdonald et al., 2005). Dess tidligere kviga viser brunst, jo tidligere kan man inseminere.

Datamaterialet i denne oppgaven viste at melkeytelse og kalvingsalder er positivt korrelerte ($P < 0,05$), som vist i Figur 11. Daglig melkeytelse stiger med 0,9 kg for hver måned kalvingsalderen øker.



Figur 10. Denne figuren viser en oversikt over sammenhengen mellom kalvingsalderen og melkeytelsen. Når kalvingsalderen øker med ca. 1 mnd, vil ytelsen stige med om lag 0,9 kg/d.

Den negative effekten man får av å senke kalvingsalderen kan til en viss grad kompenseres ved å ha store dyr ved kalving (Dobos et al., 2004). Dette ser ut til å være tilfellet i disse besetningene, som vist i tabell 7, som viser beregnet vekt ved kalving. Dette diskuteres nærmere i kapittel 7.3.

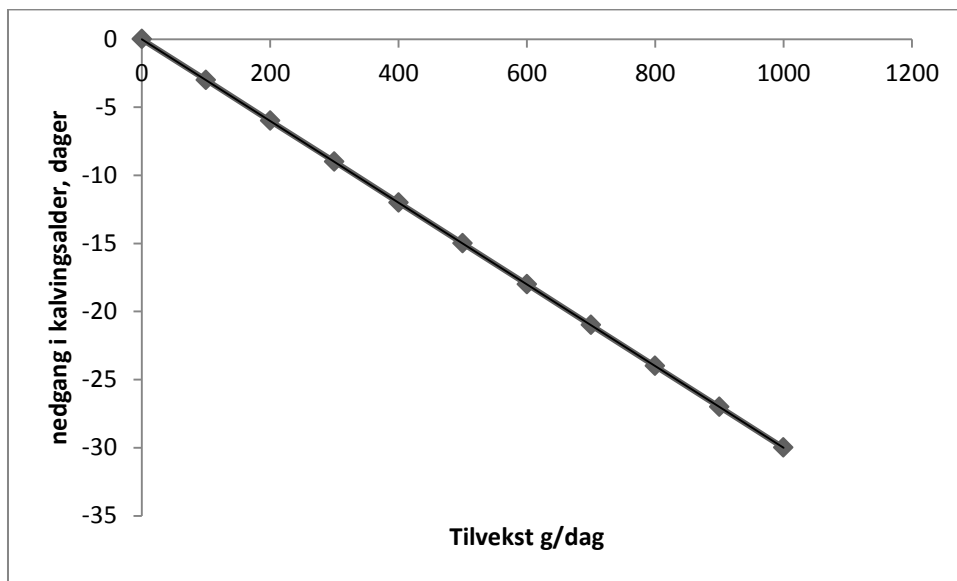
Tabell 7. Denne tabellen viser gjennomsnittstall fra de samme besetningene med ett større dyreutvalg. Forventet vekt ved kalving er tall beregnet ut fra vekstkurven de følger ved målingene utført av Bekkevoll og Helberg (Bekkevoll and Helberg, 2009).

Gård	Tilvekster 3-9mnd alder, g/dag	tilvekster 9- 15mnd alder, g/dag	tilvekster 15-20 mnd alder, g/dag	Forventet kvigevekt ved kalving, Kg LV	Forventet alder ved kalving, mnd.
1	859	1071	1266	600	26
2	575	719	806	550	27
3	752	887	688	600	27
4	749	645	637	560	26
5	1004	720	675	560	28
6	939	1057	860	600	27
7	1004	1031	1140	550	25
8	834	1001	1049	550	24
9	717	1053	1031	530	24
10	835	564	615	570	27
11	728	1079	1094	550	25
Gjennomsnitt	817,82	893,36	896,45	565,45	26

Tabell 7 viser en oversikt over gjennomsnittstall for besetningene fra Bekkevoll og Helbergs masteroppgave (2009). Dette vil si at dette er gjennomsnittstall for de samme besetningene som er benyttet i datasettet for denne oppgaven, men ikke nødvendigvis de samme dyrene innen besetningene. Disse tallene gir likevel en indikasjon på hva dyrene i dette datasettet har ligget på ved de samme aldersintervallene, fordi det er vanlig innen besetning å bruke samme fôringsregime på alle dyr innen samme aldersintervall.

I datamaterialet for denne oppgaven var postpubertal tilvekst og kalvingsalder negativt korrelerte med hverandre ($P < 0,05$), selv om begge var positivt korrelert med melkeytelse. Dette betyr at hvis tilveksten øker med 100 g/dag vil kalvingsalderen synke med ca. 6 dager som vist i Figur 12. Dette er et resultat av at kvigene kan insemineres tidligere. Samtidig vil høy tilvekst gi større kviger ved kalving. De fleste kvigene i disse besetningene insemineres, som sagt innledningsvis, ved 15-20 mnd alder. De fleste befinner seg i første halvdel av dette

intervallet. Dette til tross for at de blir kjønnsmodne mellom 9-15 mnd alder. Hadde de blitt inseminert så raskt som fysiologisk mulig hadde sannsynligvis sammenhengen mellom tilvekst og alder ved kalving vært enda tydeligere. Dette er fordi drektighetslengden er relativt upåvirkelig, mens når kua kommer i puberteten kan påvirkes av tilveksten før puberteten (se kapittel 5.1.3.). I eget datasett er dyrene stort sett målt i postpubertal alder, men besetningsdata fra Bekkevoll og Helberg (tabell 6) antyder at tilvekstene ligger ganske høyt også i prepubertal alder.



Figur 11. Denne figuren viser effekten av å øke tilvekst på nedgang i kalvingsalder. For eksempel vil en økning i tilveksten med 100g/dag vil føre til en nedgang i kalvingsalder på 6 dager.

Litteraturdata har vist at det er en tydelig negativ effekt av lav kalvingsalder når kviga kommer under 23 mnd (Strudsholm and Sejersen, 2003, Ettema and Santos, 2004, Nilforooshan and Edriss, 2004). Det vil da si at alder for inseminering blir ved om lag 13 mnd. Laveste kalvingsalderen for dyrene i dette datasettet er på 22 mnd, mens gjennomsnittet ligger på 26 mnd alder. Ergo ligger de fleste dyrene i dette datasettet innenfor intervallet for kalvingsalder anbefalt av TINE Rådgivnings informasjonshefte om kvigeoppdrett 2010, som ligger på mellom 23 og 28 mnd (TINE-Rådgiving, 2010). Disse anbefalingene støttes også av litteraturen (Haworth et al., 2008). Hvor det lønner seg å ligge innenfor dette intervallet bestemmes av driftsopplegg på gården. Faktorer som er med på å påvirke dette kan være om kalvingen er spredt eller konsentrert, hva slags fôr man har tilgang på samt prisene på disse med mer (TINE-Rådgiving, 2010).

Den gjennomsnittlige Kalvingsalderen for alle besetningene i datasettet for denne oppgaven (Tabell 6) stemmer overens med gjennomsnittlig kalvingsalder for alle besetningene i tabell 7, funnet av Bekkevoll og Helberg (2009). Hvis man ser på den enkelte besetning så ligger det stort sett litt lavere eller litt høyere. Dette kan ha med at det ved utregning av forventet kalvingsalder ble brukt tilvekstkurver basert på flere dyr, så faren for at individuelle dyr i datasettet for denne oppgaven påvirker mer er større. Det er heller ikke sikkert at kvigene ble inseminert ved forventet alder.

Tabell 8 Denne tabellen viser gjennomsnittlig innkalvingsalder, DIM, AMT og melkeytelse når sortert etter tilvekst i postpubertal alder. Gruppe 1: ≤ 700 g/d, Gruppe 2: >700 g/d, <900 g/d, Gruppe 3: ≥ 900 g/d

Gruppe	Melk, kg/d	Tilvekst, g/dag	AMT, dager	DIM, dager	Kalvingsalder, mnd
1	26,6	569	551	122	26,9
2	25,8	806	549	132	26
3	27,2	1148	543	133	25,4

At kalvingsalder og tilvekst i siste del av oppdrettsperioden har en sammenheng kommer tydeligere frem i tabell 8, der dyrene sorteres etter tilvekst i stedet for besetning. Her er gjennomsnittstallene sortert etter tilvekst, der gruppe 1 er lavere enn 700 g/dag, gruppe 2 er 700-900 g/dag og gruppe 3 er høyere enn 900 g/dag. Her ser man at gruppe 3 gir en tydelig lavere kalvingsalder og høyere melkeytelse i forhold til gruppe 1.

Tabell 8 viser også at melkeytelsen ligger veldig jevnt i besetningene. Derfor ville utslagene mest sannsynlig være større om det var benyttet tilfeldig utvalgte besetninger, og ikke besetninger plukket ut på bakgrunn av høy melkeytelse.

Tabell 8 viser en tydeligere effekt av tilvekst i postpubertal alder enn effekt av kalvingsalder. Kalvingsalderen synker ved økt melkeytelse. Dette er mest sannsynlig fordi tilvekst og kalvingsalder er negativt korrelerte med hverandre. Når man da sorterer etter tilvekst vil man se en tendens til økning i melkeytelse og nedgang i kalvingsalder. Man kan også se at dyrene er veldig jevne både på melkeytelse og kalvingsalder uavhengig av besetning.

7.2. Kvigas vekt ved kalving og dens innvirkning på melkeytelse i første laktasjon

I denne oppgaven har dessverre ikke kvigevektene ved kalving blitt registrert. Derfor er det heller ikke kjørt noe statistisk analyse av dette i forhold til melkeytelse. I datasettet til Bekkevoll og Helberg ble gjennomsnittlig forventet vekt ved kalving regnet ut fra tilvekstene som ble målt i besetningene. Disse er vist i tabell 7, hvor den forventede vekten ved kalving ligger høyt for alle besetningene, og er i intervallet 530-600 kg.

Tabell 9. Denne tabellen gir en oppsummering av hva kilder har kommet frem til at er den mest gunstige vekten ved kalving, sammenlignet med forventet vekt ved kalving i dette datasettet.

Dobos et al., 2004	Carson et al., 2002	Keown og Everett, 1986	Egne data:
Anbefaler en vekt på rundt 550 kg. Å øke vekten mer viste seg ikke å ha noe hensikt i dette forsøket	Fant positiv respons på å øke vekt ved kalving fra 540 kg til 620 kg. Dyrene som veide rundt 620 kg hadde ett lenger kalvingsintervall, som dempet den positive effekten vekten hadde på ytelse.	Fant at det var mest gunstig å legge vekta ved kalving på mellom 544-567kg	530-600kg

Tabell 7 viser at gjennomsnittlig forventet vekt ved kalving for alle besetningene ligger på rundt 565 kg kroppsvekt. Dobos med flere kom fram til at kvigevekter på rundt 550 kg kroppsvekt ved kalving er det mest gunstige i forhold til melkeytelse i kommende laktasjoner (Dobos et al., 2004), mens Carson med flere fant en positiv effekt på melkeytelse av å øke vekten fra 540 til 620 kg hos Holstein (Carson et al., 2002). Keown og Everett (1986) anbefaler å legge kalvingsvekta på mellom 544 -567 kg. Disse oppsummeres i tabell 9

Dyrene i datasettet til Carson et al.(2002) ble valgt ut på grunnlag av høy genetisk verdi i forhold til melkeytelse. Dette betyr at disse dyrene generelt har et høyt vekst- og melkeyteslespotensiale. Dyr som er selektert for ett høyt melkeytelsespotensiale, har også ofte ett høyt vektspotensiale og tåler da en raskere tilvekst uten å avleire for mye fett (Sejrson et al., 2000, Berg and Matre, 2001).

Ut fra tabell 9 kan man se at kalvingsvekten i disse besetningene stort sett ligger innenfor det de forskjellige kildene har funnet er gunstig. Om det å legge vekten ved kalving på mellom 530-620 kg virker gunstig på melkeytelsen i første laktasjon, kan det ikke sies noe sikkert om her. Dette kommer av at det kun er forventet vekt ved kalving som er registrert her, i tillegg til at det ikke er tall på kun dyrene i dette datasettet men hele besetningsgjennomsnitt. Effekt av vekt ved kalving er derfor heller ikke tatt med i de statistiske analysene. Det foreligger heller ingen informasjon om kalvingsintervall for dyrene i dette datasettet enda i og med at alle disse dyrene er førstegangskalvere. Litteraturen gir likevel en indikasjon på at det gunstigste intervallet for vekt ved kalving ligger på mellom 544 og 567kg, som tabell 9 viser (Så høyt som 620 kg virket også positivt på melkeytelse, men dette hadde også en negativ effekt på kalvingsintervallet (Carson et al., 2002).

Som en pekepinn mener TINE Rådgivning at NRF kviger bør ligge på 560 kg ved kalving hvis de kalver ved 24 mnd, hvis ønsket årsavdrått er på minst 7500 kg (TINE-Rådgivning, 2010).

Høy vekt ved kalving har altså vist seg å ha en positiv innvirkning på melkeytelse i første laktasjon. Tidligere forsøk har vist at høy vekt ved kalving også til en viss grad kan kompensere for lav kalvingsalder (se kapittel 5.4.1.1). Derfor er det viktig å finne riktig balanse mellom vekt ved kalving og kalvingsalder. Det er forskjellige meninger om hva som er optimal vekt og optimal alder ved kalving, og dette vil også hele tiden forandre seg på grunn av genetisk fremgang. Det ser ut til at det mest gunstige for Holstein og NRF er, som tidligere nevnt, å legge kalvingsalderen mellom 23-28 mnd (se kapittel 7.1.).

Hva som er mest gunstig vekt ved kalving ser ut til å være ganske tett korrelert med genetisk potensiale for vekst. I denne sammenhengen er holdvurdering et ganske nyttig verktøy da

holdet sier noe om vekstpotensialet til kviga, i og med at en kvige som føres for sterkt i forhold til vekstpotensialet vil avleire mer fett, fordi den får mer energi enn den har bruk for (Berg and Matre, 2001). Dette kan føre til både kalvingsvansker, økt risiko for sykdommer (som ketose og fettlever), redusert fôropptak og nedgang i melkeytelse (Hoffman et al., 1996, Strudsholm and Sejersen, 2003) (Carson et al., 2000 via Carson et al., 2002).

Ifølge Drackley er fettavleiring i jur og fettavleiring på resten av kroppen tett korrelerte. Dette kan være grunnlaget for de negative resultatene en del forsøk har fått av høy tilvekst i prepubertal alder (Drackley, 2008). Her er spiller også proteintilførsel i forhold til energi i fôr en viktig rolle, fordi ett dyr som ikke får nok aminosyrer til å bygge proteiner heller vil lagre energien som fett (McDonald et al., 2002). Dette ser spesielt ut til å gjelde dyr som har hatt en meget høy tilvekst (>1000g/dag). Et eksempel på dette er et forsøk av Sejrsen et al. fra 1982, der han sammenligner tilvekster på 1218 g/dag vs. 613 g/dag. Denne teorien stemmer også med forsøk av Van Amburgh et al. (1998) der han fant at nedgang i melkeytelse var tettere korrelert med hold enn med tilvekst i prepubertal alder. Dette støttes også av Silva et al. (2002) (se kapittel 5.4.1.3).

Dette viser at holdvurdering i løpet av kvigeoppdrettet er viktig. TINE Rådgivning anbefaler et hold på mellom 3,5 og 3,75 ved kalving (TINE-Rådgivning, 2010), men ifølge Friggens et al. er det optimalt å legge holdet på rundt 3,0 (Friggens et al., 2004). Det har også vist seg at et hold på over 3,5 øker faren for ketose og fettlever (Strudsholm and Sejersen, 2003).

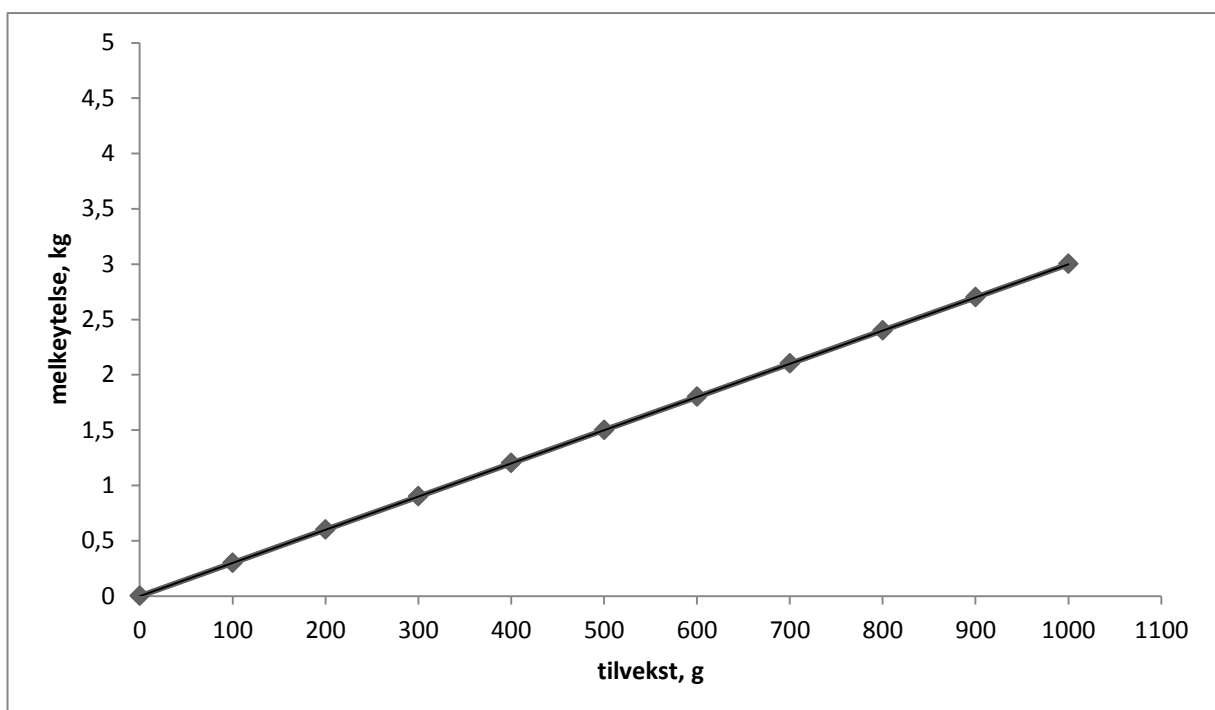
Mäntysaari med flere fant at hold på 3.27-3.47 (oppnådd ved hjelp av høy tilvekst i drektighetsperioden) gav høyere melkeytelse enn dyrene som var mindre og hadde et hold på 3.11-3.23. Disse resultatene kan tyde på at det er gunstig å ha ett hold på rundt 3.27 - 3.7, men mye over dette vil øke faren for blant annet ketose og fettlever.

I 1976 ble det funnet at 420 kg ved kalving var det optimalt for Friser (A.W. F. Davey, 1976, etter Thomas og Mickan, 1987). At anbefalingene har økt de siste årene kan være ett resultat av genetisk fremgang. Undersøkelser har blant annet vist at kvigene har blitt større siden 80-tallet (Pietersma et al., 2006).

Det er viktig med en balanse mellom vekt og hold. Høy vekt ved kalving er derfor positivt såfremt holdet ikke blir for høyt. Som tidligere nevnt, er vekstpotensiale og

melkeytelsespotensiale positivt korrelerte (Sejrsen et al., 2000). Derfor vil optimal vekt ved kalving hele tiden øke med økt genetisk fremgang. Holdet vil derimot si noe om vekstpotensialet. Dette er fordi en rask økning i hold indikerer at vekstpotensialet er nådd (såfremt kviga ikke får for lite protein til vekst). Samtidig er det viktig å utnytte vekstpotensialet fullt ut, og derfor er det greit å vite hva anbefalingene for vekt ved kalving er, og tilpasse dette etter kvigas hold.

7.3. Tilvekst i siste del av oppdrettsperioden(11-30mnd), og dets effekt på melkeytelse i første laktasjon



Figur 12 viser tilvekst på x-aksen og økning i melkeytelse på y-aksen. Hvis man for eksempel har en økt tilvekst på 100 g/dag vil man få en økning i ytelse på 0,3kg/dag.

Tilvekst før kalving og melkeytelse i første laktasjon er et mye omdiskutert tema.

Dyreutvalget i denne oppgaven ligger generelt på en høy daglig tilvekst (gjennomsnittlig 892.4 g/dag) i den postpubertale perioden (11-30 mnd). Disse tallene samsvarer godt med de gjennomsnittlige tallene for besetningene mellom 9-20 mnd., som står oppført i tabell 7. I dette datasettet ble det observert at en høy tilvekst mellom 11 og 30 mnd hadde en positiv

effekt ($P < 0.05$) på melkeytelse. Figur 13 viser at dagsytelsen stiger med 0,3kg per 100 gram økning i tilvekst i perioden 11-30 mnd.

Disse resultatene samsvarer med flere kilder som heller ikke har observert noen negativ effekt av høye tilvekster ($>1000\text{g/d}$) i postpubertal alder. Det er til og med funnet positive effekter av høy postpubertal tilvekst (Sejrsen et al., 1982, Mäntysaari et al., 1999, Macdonald et al., 2005). Hvorfor dette er tilfelle er mye diskutert. Mäntysaari et al. (1999) kom fram til at det hovedsakelig kommer av fysiologisk status ved kalving. Dyrene som hadde høy tilvekst i den siste delen av oppdrettsperioden oppnådde i dette forsøket både høyere vekt ved kalving (544-545kg mot 503-522kg) og høyere holdpoeng (3.27-3.47 mot 3.11-3.23).

Det var et forsøk som så negativ effekt av høy tilvekst (950g/d) i postpubertal alder, men her ble det fokusert på den kombinerte effekten av høy postpubertal tilvekst og lav kalvingsalder (21,7mnd) (Hoffman et al., 1996). Flere kilder har, som tidligere nevnt, sett negative effekter av å senke kalvingsalderen under 23 mnd (se kapittel 5.4.1.2.). Dette kan derfor være noe av grunnen til den negative responsen av lav kalvingsalder sett på melkeytelsen i dette tilfellet. En annen faktor som også kan ha en innvirkning her er at det også ble observert en tydelig økning i hold hos dyrene som hadde høy postpubertal tilvekst. For godt hold kan, som tidligere nevnt, være problematisk.

7.4. Tilvekst i prepubertal alder og dets effekt på melkeytelse

Data for tilvekst i prepubertal alder er dessverre ikke tilgjengelige for dyrene i dette datasettet i og med at dyrene som har fått målt prepubertale tilvekster i masteroppgaven til Bekkevoll og Helberg (2009) ikke har begynt å produsere melk enda. Gjennomsnittstallene for besetningene står oppført i tabell 7. Fordi en besetning vanligvis har samme fôringsregime for dyr innen samme aldersgruppe er det en stor sannsynlighet for at dyrene i datasettet for denne oppgaven også ligger på om lag samme nivå, men dette vil bare gi indikasjoner.

I tabell 7 vises noen tall på gjennomsnittlige tilvekster 3-9 mnd. alder for disse besetningene. Her ligger ett par besetninger litt over 1000g/dag, men gjennomsnittet for alle besetningene er på 818 g/dag i prepubertal alder, og litt høyere i postpubertal alder. Bekkevoll og Helberg kom til den konklusjonen at høy prepubertal tilvekst ikke er så avgjørende som man tidligere

har trodd (Bekkevoll and Helberg, 2009). Dette stemmer overens med et forsøk fra 1997 der det ble funnet at italienske friserkviger fint kunne tåle en gjennomsnittlig tilvekst på rundt 800 g/dag uten at dette hadde negativ effekt for senere ytelse (Pirlo et al., 1997).

Det er flere studier som har sett negative virkninger av høy prepubertal tilvekst (>700g/dag) på jurutvikling og påfølgende melkeytelse (Sejrsen et al., 1982, Capuco et al., 1995).

Resultatene rundt dette er imidlertid ganske sprikende. I de fleste studiene der man har funnet tydelig negativ effekt av høye tilvekster, ligger tilvekstene på over 1000 g/dag (Sejrsen et al., 2000, Sejrsen et al., 1982, Rincker et al., 2008). Drackley mener at dette er mer relatert til hold enn til den høye tilveksten i seg selv (Drackley, 2008). Det er også ganske sannsynlig at kvigene vil tåle en høyere og høyere tilvekst i denne perioden uten for stor økning i hold fremover. Dette fordi den genetiske framgangen gir, som tidligere nevnt, større dyr og gir både et økt vekstpotensiale og et større melkeytelsespotensial (i og med at vekstpotensiale har en positiv sammenheng med melkeytelse) (Sejrsen et al., 2000, Pietersma et al., 2006).

8.0. Konklusjon

Resultatene i dette forsøket støtter hypotesen om at høy postpubertal tilvekst (700-1199 g/d) har en positiv virkning på melkeytelse i første laktasjon. Det er imidlertid også viktig med kontroll på holdet i denne perioden, da generelt hold over 3.5 vil gi økt risiko for produksjonssykdommer. Resultatene støtter også påstandene om at økt kalvingsalder har en positiv innvirkning på kommende melkeytelse. Det å legge kalvingsalderen til 23-28 mnd, som er anbefalingene fra TINE Rådgivning, har derfor en gunstig effekt på melkeytelsen.

Resultatene indikerer også at høy vekt ved kalving har en positiv effekt på melkeytelsen, og at en høy prepubertal tilvekst (560-1070g/d) ikke trenger å være så negativt som tidligere forsøk skal ha det til, såfremt kviga får tilstrekkelig mengde protein i forhold til tilveksthastigheten, og at kviga ikke blir for feit. Holdvurdering gjennom hele kvigeoppdrettet er derfor et viktig verktøy. Anbefalt hold bør ligge i intervallet 3.26-3.7.

Optimal alder og vekt ved kalving er ikke konstant, men vil forandre seg med årene som følge av genetisk framgang. Litteraturen gir likevel en indikasjon på at gunstig vekt ved kalving ligger i intervallet 530-569kg.

9.0. Referanser

- 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 Production1. *Journal of Dairy Science*, 83, 1468-1478.
- AKERS, R. M. 2002. Lactation and the mammary gland. Blackwell publishing professional.
- BEKKEVOLL, M. & HELBERG, A. 2009. *Vekst og utvikling hos kviger i melkebesetninger med høy melkeavdrått*. master masteroppgave, UMB.
- BERG, J. & MATRE, T. 2001. *Produksjon av storfekjøtt*, Landbruksforlaget.
- BILDE1. Available:
http://agriculture.kzntl.gov.za/publications/production_guidelines/dairying_in_natal/dairy6_1.htm [Accessed 15.07.2010 2010].
- BILDE2. Available: <http://www.ucd.ie/vetanat/images/47.gif> [Accessed 16.08.2010 2010].
- BILDE3. Available: <http://www.quranandscience.com/images/stories/mammary%20gland.jpg> [Accessed 20.08.2010 2010].
- BILDE4. Available:
http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/reprod/placenta/pe_ruminants.gif [Accessed 17.08.2010 2010].
- CAPUCO, A. V., SMITH, J. J., WALDO, D. R. & REXROAD JR, C. E. 1995. Influence of Prepubertal Dietary Regimen on Mammary Growth of Holstein Heifers. *Journal of Dairy Science*, 78, 2709-2725.
- CARSON, A. F., DAWSON, L. E. R., MCCOY, M. A., KILPATRICK, D. J. & GORDON, F. J. 2002. Effects of rearing regime on body size, reproductive performance and milk production during the first lactation in high genetic merit dairy herd replacements. *Animal Science*, 74, 553-565.
- CHOI, Y. J., HAN, I. K., WOO, J. H., LEE, H. J., JANG, K., MYUNG, K. H. & KIM, Y. S. 1997. Compensatory Growth in Dairy Heifers: The Effect of a Compensatory Growth Pattern on Growth Rate and Lactation Performance. *Journal of Dairy Science*, 80, 519-524.
- D. PETITCLERC, P. D., H. RINGUET, J. MATTE, AND C. GIRARD 1999. Plane of nutrition and folic acid supplementation between birth and four months of age on mammary development of dairy heifers. *CANADIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*.
- DANIELS, K. M., MCGILLIARD, M. L., MEYER, M. J., VAN AMBURGH, M. E., CAPUCO, A. V. & AKERS, R. M. 2009. Effects of body weight and nutrition on histological mammary development in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, 92, 499-505.
- 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. 2000. The effect of dietary protein level during the pre-pubertal period of growth on mammary gland development and subsequent milk production in Friesian heifers. *Livestock Production Science*, 63, 235-243.
- DRACKLEY, J. K. 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24, 55-86.

- 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*, 87, 2730-2742.
- FORD, J. A., JR. & PARK, C. S. 2001. Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. *J Dairy Sci*, 84, 1669-78.
- FRIGGENS, N. C., ANDERSEN, J. B., LARSEN, T., AAES, O. & DEWHURST, R. J. 2004. Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. *Anim. Res.*, 53, 453-473.
- GARDNER, R. W., SCHUH, J. D. & VARGUS, L. G. 1977. Accelerated Growth and Early Breeding of Holstein Heifers. *Journal of Dairy Science*, 60, 1941-1948.
- GARNSWORTHY, P. C. 2005. *Calf and heifer rearing - principles og rearing the modern dairy heifer from claf to calving*, Nottingham university press.
- 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. *Vet Rec.*, 162, 643-647.
- HOFFMAN, P. C., BREHM, N. M., PRICE, S. G. & PRILL-ADAMS, A. 1996. Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. *J Dairy Sci*, 79, 2024-31.
- KEOWN, J. F. & EVERETT, R. W. 1986. Effect of Days Carried Calf, Days Dry, and Weight of First Calf Heifers on Yield. *J. Dairy Sci.*, 69, 1891-1896.
- 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. *J. Dairy Sci.*, 88, 3363-3375.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D. & MORGAN, C. A. 2002. *Animal nutrition*, Pearson Education Limited.
- MEYER, M. J., CAPUCO, A. V., ROSS, D. A., LINTAULT, L. M. & VAN AMBURGH, M. E. 2006. 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.
- MÄNTYSAARI, P., INGVAARTSEN, K. L. & TOIVONEN, V. 1999. Feeding intensity of pregnant heifers: Effect of feeding intensity during gestation on performance and plasma parameters of primiparous Ayrshire cows. *Livestock Production Science*, 62, 29-41.
- NEVILLE, M. C., MCFADDEN, T. B. & FORSYNTH, I. 2002. Hormonal Regulation of Mammary Differentiation and Milk Secretion. *journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 7.
- 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*, 87, 2130-2135.
- PETITCLERC, D., CHAPIN, L. T., EMERY, R. S. & TUCKER, H. A. 1983. Body Growth, Growth Hormone, Prolactin and Puberty Response to Photoperiod and Plane of Nutrition in Holstein Heifers. *J. Anim Sci.*, 57, 892-898.
- PIETERSMA, D., LACROIX, R., LEFEBVRE, D., CUE, R. & WADE, K. M. 2006. Trends in growth and age at first calving for Holstein and Ayrshire heifers in Quebec. *Canadian Journal of Animal Science* 86.
- PIRLO, G., CAPELLETTI, M. & MARCHETTO, G. 1997. Effects of Energy and Protein Allowances in the Diets of Prepubertal Heifers on Growth and Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 80, 730-739.
- RADIN, M. J., SHARKEY, L. C. & HOLYCROSS, B. J. 2009. Adipokines: a review of biological and analytical principles and an update in dogs, cats, and horses. *Veterinary Clinical Pathology*, 38, 136-156.
- REKSEN, O., TVERDAL, A., LANDSVERK, K., KOMMISRUDE, E., BØE, K. E. & ROPSTAD, E. 1999. Effects of Photointensity and Photoperiod on Milk Yield and Reproductive Performance of Norwegian Red Cattle. *Journal of Dairy Science*, 82, 810-816.

- RINCKER, L. E. D., NIELSEN, M. S. W., CHAPIN, L. T., LIESMAN, J. S., DANIELS, K. M., AKERS, R. M. & VANDEHAAR, M. J. 2008. 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.
- SCHILLO, K. K., HALL, J. B. & HILEMAN, S. M. 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J. Anim Sci.*, 70, 3994-4005.
- SEJRSEN, K. 1994. Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53, 103-111.
- SEJRSEN, K., FOLDAGER, J., SORENSEN, M. T., AKERS, R. M. & BAUMAN, D. E. 1986. Effect of Exogenous Bovine Somatotropin on Pubertal Mammary Development in Heifers. *Journal of Dairy Science*, 69, 1528-1535.
- SEJRSEN, K., HUBER, J. T., TUCKER, H. A. & AKERS, R. M. 1982. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers. *J. Dairy Sci.*, 65, 793-800.
- SEJRSEN, K. & PURUP, S. 1997. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *J. Anim Sci.*, 75, 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*, 19, 93-104.
- SILVA, L. F. P., ETCHEBARNE, B. E., WEBER NIELSEN, M. S., LIESMAN, J. S., KIUPEL, M. & M.J., V. 2008. Intramammary Infusion of Leptin Decreases Proliferation of Mammary Epithelial Cells in Prepubertal Heifers *Journal of Dairy Science*, 91, 3034-3044.
- 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. *J. Dairy Sci.*, 85, 2600-2602.
- SIMERL, N. A., WILCOX, C. J., THATCHER, W. W. & MARTIN, F. G. 1991. Prepartum and Peripartum Reproductive Performance of Dairy Heifers Freshening at Young Ages. *Journal of Dairy Science*, 74, 1724-1729.
- SJAASTAD, H., SAND (ed.) 2003. *Physiology of Domestic Animals*.
- STELWAGEN, K. & GRIEVE, D. G. 1990. Effect of Plane of Nutrition on Growth and Mammary Gland Development in Holstein Heifers. *Journal of Dairy Science*, 73, 2333-2341.
- STRUDSHOLM, F. & SEJRSEN, K. 2003. Kvægets ernæring og fysiologi bind 2 - fodring og produktion. *DJF rapport husdyrbrug*, 54, 411.
- SWANSON, E. W. & POFFENBARGER, J. I. 1979. Mammary Gland Development of Dairy Heifers during Their First Gestation. *Journal of Dairy Science*, 62, 702-714.
- THIBAUT, C., PETITCLERC, D., SPRATT, R., LEONARD, M., SEJRSEN, K. & LACASSE, P. 2003. Effect of Feeding Prepubertal Heifers with a High Oil Diet on Mammary Development and Milk Production. *J. Dairy Sci.*, 86, 2320-2326.
- THOMAS, G. & MICKAN, F. 1987. Effect of heifer size at mating and calving on milk production during first lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27, 481-483.
- TINE-RÅDGIVING. 2010. *Godt kvigeoppdrett* [Online]. Available: <http://medlem.tine.no/trm/tp/binary?id=24650> [Accessed].
- 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. *J. Dairy Sci.*, 81, 527-538.
- VESTERGAARD, M., PURUP, S., FRYSTYK, J., LOVENDAHL, P., SORENSEN, M. T., RIIS, P. M., FLINT, D. J. & SEJRSEN, K. 2003. Effects of growth hormone and feeding level on endocrine measurements, hormone receptors, muscle growth and performance of prepubertal heifers. *J. Anim Sci.*, 81, 2189-2198.
- WHITLOCK, B. K., VANDEHAAR, M. J., SILVA, L. F. P. & TUCKER, H. A. 2002. Effect of Dietary Protein on Prepubertal Mammary Development in Rapidly Growing Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 85, 1516-1525.