



Forord

Høsten 2010 var starten på et nytt kapittel i både studietiden og livet for øvrig. Reisen gikk til Ås med oppstart på studiet Husdyrvitenskap. Årene har rast avgårde, og har blant annet gitt mye faglig kunnskap, personlig utvikling samt nye og gode bekjenskaper. Studietiden på NMBU, avsluttes nå med masteroppgaven, med tema innen brunst på kviger.

Skriveprosessen har i all hovedsak vært interessant og lærerik, men har også til tider vært tøff. Flere personer må ha en takk for at masteroppgaven har blitt en realitet. Takk til Bjørg Heringstad for gode tilbakemeldinger på de statistiske utfordringene. Takk til stipendiatene Hilde Kristine Lyby Wærp og Kristin Sivertsen Storli, og til biveileder Egil Prestløkken for god hjelp. Takk til hovedveileder Ragnar Salte for god hjelp, og stor entusiasme rundt valg av masteroppgave.

En takk må også rettes til Storsteigen videregående skole, min nye arbeidsplass, for stor fleksibilitet under skriveprosessen i høst, en spesiell takk til min kjære kollega, Gunn.

Mamma og pappa må takkes for barnepass og all støtte. Våre gode naboer og venner fra Ås, Ingvild og Kim, må takkes for gode ord, motivasjon, korrekturlesing, samt innspill på statistikk og resultater. Til sist må jeg takke min kjære Even for at du er den du er, og våre to tålmodige småjenter, Lea og Ada, for god motivasjon til å komme i mål med oppgaven.

Nå er et nytt kapittel påbegynt i

Folldal, som bønder med et yrende dyreliv av ymse slag ☺



Foto: Christine Victoria Waaler

Institutt for Husdyr- og Akvakulturvitenskap, NMBU

Ås, 11. desember 2015

Malin Olsen Krokmoen

Sammendrag

Den første brunsten som fører til eggøsning hos ei kvige innleder puberteten. Første brunst og første eggøsning er ikke nødvendigvis sammenfallende. Før puberteten er et faktum, kan det oppstå korte og uregelmessige sykluser der brunsttegnene kan utebli, såkalt stille brunst.

Pubertet hos kviger inntreer normalt rundt 11 måneders alder, men kan variere mellom 5 og 19 måneder. Dessuten er inntredelse av pubertet i større grad bestemt av individets vekt enn den kronologiske alderen.

Formålet med denne oppgaven var å studere om NRF-kviger viser synlige brunsttegn første gang samtidig med at de hadde sin første eggøsning, eller om brunsttegn og eggøsning var asynkrone. Tilleggsspørsmål som skulle besvares var om fôring med forskjellig energi- og proteinnivå, når kvigene var født på året, og avslinje påvirket brunsten, samt om NRF-kvigenes første eggøsning og første synlige brunst opptrer ved en bestemt vekt.

Det ble benyttet totalt 128 kviger, fordelt på 8 fôringsgrupper med ulik kombinasjon av tre energinivå (moderat (ME), høy (HE) og ekstra høyt energinivå (EE)) og tre proteinnivå (moderat, moderat m/urea og høy protein). Første eggøsning ble definert med serum progesteronnivå over 2 ng/ml. Blodprøver tatt ut etter 6 måneders alder (5 for EE kvigene) ble benyttet til analyse av progesteronverdier, mens den synlige brunsten ble registrert ved hjelp av fire daglige brunstobservasjoner fra 6 måneders alder (5 for EE kvigene).

I dette materialet ble det funnet at kun 30,3 % av kvigene viste synlig brunsttegn i forkant av første eggøsning. Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom den synlige brunsten ved første eggøsning og avslinje, energinivå, proteinnivå eller årstid ved fødsel ($P > 0,05$). Det ble heller ikke funnet noen effekt av stille første brunst på vellykket inseminering ($P > 0,05$). Kvigene fôret på moderat, høyt og ekstra høyt energinivå var gjennomsnittlig 298 kg, 284 kg og 267 kg ved første eggøsning. Den første observerte brunsten og blødningen oppstod i gjennomsnitt ved 302 kg og 323 kg.

Det konkluderes med at de fleste NRF-kviger vil ha påbegynt brunstsyklus før passerte 300 kg, men at kun 1/3 vil vise synlige brunsttegn ved første eggøsning. For å få en god oversikt over kviger i påbegynt syklus og for planlegging av inseminering i besetningen, er det viktig med regelmessige brunstobservasjoner allerede fra 5-6 måneders alder, samt god kunnskap om brunsttegnene. Forekomst av stille brunst ved første eggøsning har ingen signifikant effekt på tidspunkt for vellykket inseminering ($P < 0,05$), såfremt kvigene er omkring 400 kg ved inseminering.

Abstract

The first oestrus that leads up to ovulation in heifers, enters puberty. First oestrus and first ovulation is not necessarily congruent. Before the puberty is a fact, it may occur short and irregular cycles where oestrus signs may be missing, called silent oestrus. Puberty in heifers occurs normally around 11 months of age, but may vary between 5 and 19 months. Furthermore, the entrance of the puberty is determined in a greater extent by the animal weight, than chronological age.

The aim of this study was to investigate whether NRF-heifers showed visible oestrus signs first time at the same time they had their first ovulation, or whether oestrus signs and ovulation was asynchronous. Additional questions to be answered was whether feeding with different energy and protein level, season at birth, and breeding lines affected oestrus, including whether the NRF heifers first ovulation and first visible oestrus at a certain weight.

There were used a total of 128 heifers, distributed in eight feeding groups with different combination of three energy levels (moderate (ME), high (HE) and extra high energy level (EE)) and three protein levels (moderate, moderate with urea and high protein). First ovulation was defined with serum progesterone levels above 2 ng/ml. Blood samples taken after 6 months of age (5 for the EE heifers), were used for analysis of the progesterone concentration, while the visible oestrus was recorded using four daily oestrus observations from 6 months of age (5 for the EE heifers).

In this material there was found that only 30,3 % of the heifers showed visible oestrus signs in advance of the first ovulation. There were no significance between the visible oestrus at first ovulation and type of breeding, energy levels, protein levels or season at birth ($P > 0,05$). Neither no effect of the silent first oestrus on successful insemination ($P > 0,05$). Heifers fed on moderate, high and extra high energy level was on average 298 kg, 284 kg and 267 kg at the first ovulation, The first observed oestrus and bleeding occurred on average at 302 kg and 323 kg.

It is concluded that most NRF heifers will be commenced oestrus cycle before passed 300 kg, but only 1/3 will show visible oestrus signs at first ovulation. There is important to already have regular oestrus observations from 5-6 months of age, as well as good knowledge of oestrus signs, to get a good overview of heifers in commenced oestrus cycle, and for planning inseminations in the herd. Incidence of silent oestrus at first ovulation has no significant effect on time for successful insemination ($P > 0,05$), if heifers are about 400 kg at insemination.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Innhold	IV
1.0 Innledning	1
2.0 Teori	3
2.1 Vekst hos kviger	3
2.1.1 Generell vekst	3
2.1.2 Behov til vekst	3
2.1.3 Vevenes vekst og utvikling	4
2.2 Reproduksjonsfysiologi hos storfe	5
2.2.1 Kvigas reproduksjonsorganer	5
2.2.2 Hormonproduksjon og igangsetting av brunstsyklus	6
2.2.3 Eggstokkenes syklus	6
2.2.4 Eggceller og follikkelvekst	8
2.2.5 Progesteron og det gule legemet	11
2.3 Alder ved pubertet hos kviger	12
2.3.1 Rase	12
2.3.2 Kvigas energistatus og valg av fôringsstrategi	12
2.3.3 Management	13
2.3.4 Årstid og daglengde	14
2.4 Brunst og inseminering av kviger i praksis	14
2.4.1 Brunstfasene og brunsttegn	14
2.4.2 Inseminere til rett tid	16
2.4.3 Forekomst av stille brunst	16
3.0 Materiale og metode	18
3.1 Dyrematerialet	18
3.1.1 Årgang 2010	18
3.1.2 Årgang 2011	18
3.1.3 Årgang 2012	18
3.2 Fôringsgruppene	18
3.2.1 Fôringsgruppe 1-6	19
3.2.2 Fôringsgruppe 7	20
3.2.3 Fôringsgruppe 8	21
3.3 Vekt og holdvurdering	21
3.4 Mål under kvigeoppdrettet	22

3.5 Innsamling av datamaterialet	23
3.5.1 Progesteronmåling	23
3.5.2 Registrering av synlig brunst	23
3.5.3 Inseminering og drektighet	24
3.6 Behandling av registrerte data.....	24
3.6.1 Målt brunst vs. synlig brunst	24
3.6.2 Øvrige brunsttegn	24
3.6.3 Maksimal progesteronproduksjon.....	25
3.6.4 Levendevekt ved brunst og inseminering	25
3.6.5 Årstid	25
3.6.6 Alder	25
3.7 Statistisk analyse.....	25
3.7.1 Modeller.....	26
3.7.2 Figur.....	27
4.0 Resultater.....	28
4.1 Brunsttegn før første eggøsning	28
4.2 Årstid.....	28
4.3 Maksimal progesteronkonsentrasjon.....	29
4.4 Alder og vekt.....	30
4.5 Progesteronproduksjon gjennom syklusen.....	33
4.6 Vellykket inseminering	34
5.0 Diskusjon.....	35
5.1. Dyrematerialet.....	35
5.2 Brunsttegn ved første eggøsning.....	35
5.3 Årstid.....	37
5.4 Progesteron i serum.....	38
5.5 Alder og vekt.....	39
5.6 Vellykket inseminering	40
6.0 Konklusjon	42
Litteraturliste	43
Vedlegg	49
Vedlegg A – Næringsinnhold melkefôring	49
Vedlegg B – Kraftfôrblendingene.....	50
Vedlegg C – Innhold i totalrasjonen	52

1.0 Innledning

Den første brunsten som fører til eggøsning hos ei kvige innleder puberteten. Den markerer overgangen til en livfase hvor kviga kan reprodusere. I husdyrproduksjonen vil tidspunktet for når puberteten inntre være viktig for rekruttering av produksjonsdyr og for kostnadene knyttet til oppdrett. I Norge er 25-30 % av de variable kostnadene i melkeproduksjonen knyttet til oppdrett av rekrutteringskviger (TINE 2012).

Puberteten er resultat av en kompleks prosess som er sammensatt av endokrine (hormonelle) og fysiologiske forandringer i kroppen. Første brunst og første eggøsning er ikke nødvendigvis sammenfallende. Før puberteten er et faktum, kan det oppstå korte og uregelmessige sykluser der brunsttegnene kan utebli, såkalt stille brunst (Moran et al. 1989).

Kviger når gjerne puberteten rundt 11 måneders alder, men den kan inntre allerede fra 5-6 måneders alder. De eldste kan faktisk være så gamle som 18-20 måneder (Foldager et al. 1988). Variasjonen vil være avhengig av både genetikk og miljø. Tidspunktet vil også i stor grad være styrt av valg av fôringsstrategi. Dette fordi tidspunktet for når puberteten inntre i større grad vil være bestemt av individets vekt og kroppssammensetning, enn av den kronologiske alderen (Capuco et al. 1995; Macdonald et al. 2005; Stelwagen & Grieve 1990). Det er dessuten vist at puberteten hos melkeraser gjerne inntre når kvigene har nådd 30-40 % av sin forventede voksenvekt (Heinrichs 1993; Van Amburgh et al. 1998). Hos NRF-kviger opptrer ofte den synlige brunsten før 325 kg kroppsvekt og alderen vil normalt være omkring 12 måneder (Refsdal et al. 2014).

Det å ha god kontroll over brunsten i besetningen er avgjørende for å finne riktig insemineringstidspunkt (Foote 1975), og dermed for å lykkes med å få kvigene drektige. Dette gjør det nødvendig med en viss kunnskap om brunsten, brunsttegnene og brunstfasene. For å lykkes med insemineringen er det dessuten nødvendig med kunnskap om hvilken alder og vekt det er gunstig å inseminere ved. På grunn av økt risiko for kalvingsvansker hos unge kviger, anbefaler TINE en minimum innkalvingsalder på 23 måneder (TINE 2012). Dette innebærer at kviga ikke bør være drektig før ved 14 måneders alder. I følge tall fra *Kukontrollen* i 2014 var landsgjennomsnittet for alder ved første inseminasjon 16,3 måneder og 25,9 måneder for første kalving.

Formålet med denne oppgaven var å studere om NRF-kviger viser synlige brunsttegn første gang samtidig med at de har sin første eggøsning, eller om brunsttegn og eggøsning er asynkrone. Tilleggsspørsmål som skulle besvares var om fôring med forskjellig energi- og

proteinnivå, når kvigene var født på året, og avslinje påvirket brunsten, samt om NRF-kvigenes første eggøsning og første synlige brunst opptrer ved en bestemt vekt.

2.0 Teori

2.1 Vekst hos kviger

I alle typer husdyroppdrett vil dyrenes vekst og utvikling stå sentralt. Årsaken til dette er gjerne at det ønskede produktet ikke kan hentes ut før dyret har nådd en viss alder og vekt. I melkeproduksjonen kan for eksempel ikke levering av melk finne sted før kviga har fått sin første kalv.

2.1.1 Generell vekst

Vekst hos et individ er meget kompleks, men den forbindes hovedsakelig med dyrets økende størrelse og vekt (Warriss 2010). I den praktiske husdyrproduksjonen omfatter dette vekst av bein, muskler og fett, og forholdet mellom disse vevene. Utvikling av jur og melkekjertel er dessuten essensiell i melkeproduksjonen. I tillegg vil vekst og utvikling av indre organer være viktig for å opprettholde individets livsfunksjoner (Lawrence et al. 2012).

Individets rase og genetikk vil bestemme kvigas vekstpotensial (Lawrence et al. 2012), mens faktorer som fôringsstrategi, fôrstyrke, oppstallingsform, sykdom og bondens atferd vil være avgjørende for hvor mye av vekstpotensialet som faktisk utnyttes. Derfor kan tilveksten være ulik mellom gårder selv om produksjonen er basert på samme rase (Bond et al. 2015; Place et al. 1998). Den faktiske tilveksten hos kviga vil ha betydning for når kviga når pubertet og kjønnsmodning, som i sin tur vil være avgjørende for når kviga er klar til reproduksjon (Hoffman & Funk 1992; Le Cozler et al. 2009; Rincker et al. 2011). Sein pubertet vil bety at kvigene har hatt en lav tilvekst i forkant (Anderssen et al. 2010), noe som kan skyldes for dårlig fôring, sykdom eller er rett og slett et bevisst valg fra bondens side. Videre vil kvigas vekst og hold frem til første kalving legge grunnlag for melkeytelse og melkas kjemiske innhold i første laktasjon (Archbold et al. 2012). Vekst og hold vil også være avgjørende for kvigas fruktbarhet etter første kalving (Refsdal et al. 2014), og dermed også for holdbarhet som melkeku.

2.1.2 Behov til vekst

Vekst drives av tilført energi i fôret. Dyret henter energien fra hovednæringsstoffene karbohydrater og fett, mens protein i hovedsak går til oppbygging og vedlikehold av vev. Samtlige hovednæringsstoffer må brytes ned til mindre enheter før dyret klarer å gjøre seg nytte av næringen. Denne nedbrytningen foregår ved hjelp av mekanisk, enzymatisk og mikrobiell fordøyelse (McDonald 2011).

Vitaminer og mineraler har ikke direkte påvirkning på dyrets vekst, men fordi mineraler og vitaminer inngår i flere nødvendige funksjoner i kroppen, vil de ha en indirekte påvirkning.

For eksempel bidrar enkelte vitaminer i metabolske prosesser, mens andre inngår som del av dyrets immunsystem. Dessuten opptrer mineralene i både fysiologiske, strukturelle og regulerende funksjoner i kroppen (McDonald 2011). Og tilstrekkelige mengder av ulike vitaminer og mineraler er også essensielt for å sikre god fruktbarhet og helse (Refsdal et al. 2014). Ekstra supplement vil være nødvendig i tilfeller der behovet er større enn innholdet i rasjonen (McDonald 2011).

2.1.3 Vevenes vekst og utvikling

Et individ er bygd opp fra en enkelt celle, en zygote, og ved fødselen består en ferdig utviklet kropp av omkring 200 ulike typer celler (Sjaastad et al. 2010). Cellene er vevenes byggesteiner og vev er sammensatt av mange celler med like egenskaper (Lawrence et al. 2012). Cellevekst omfatter to prosesser; hyperplasi og hypertrofi. Hyperplasi er økning av antall celler. Hyperplasi vil hovedsakelig foregå på fosterstadiet (McDonald 2011; Warriss 2010). Antall muskelceller er derfor allerede bestemt ved fødselen. Det samme gjelder antall celler i hypofysen. Hypertrofi er vekst i form av økt cellestørrelse og muskelvekst etter fødsel foregår kun ved hypertrofi (Lawrence et al. 2012). Men for å opprettholde normale cellefunksjoner har muskelcellene fysiologiske grenser for vekst, og energien som eventuelt ikke blir utnyttet til vekst vil bli avleiret som fett (Berg & Matre 2001).

Vevene vil vokse og utvikle seg med ulikt tempo, derfor vil kvigas kroppssammensetning og kroppsform være forskjellig avhengig av vekststadium (Lawrence et al. 2012). Som følge av dette vil kroppsvevene være modne ved forskjellige stadier, og vevene vil ha forskjellig prioritet til de tilgjengelige næringsstoffene. For eksempel har nerve- og beinvev prioritet for tilgjengelige næringsstoffer i fosterlivet. Derfor fødes kalven med et relativt stort hode i tillegg til lange tynne ben. Fra fødselen er det hovedsakelig muskler og skjelett som skal vokse, mens fettavleiringen skyter fart først når muskelveksten avtar (Berg & Matre 2001; McDonald 2011; Warriss 2010).

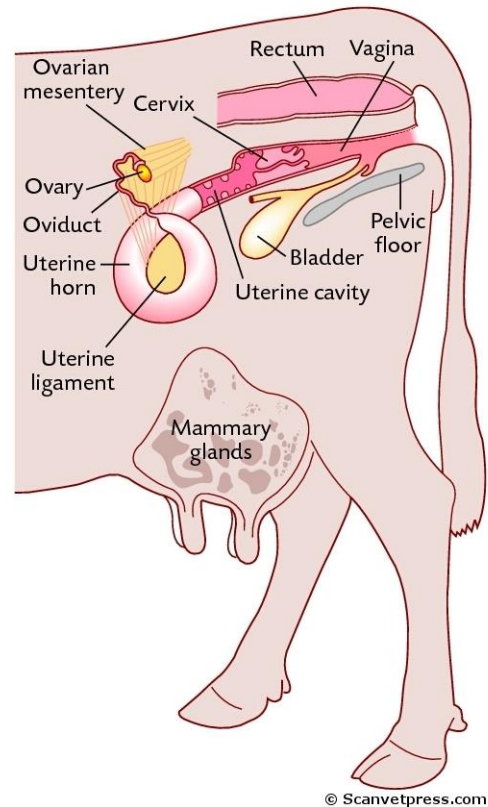
Individets alder når fettavleiringen akselerer er blant annet avhengig av kjønn, rase og fôring. Fordi hunndyrene har en større andel fettvev og en mindre andel muskelfibre enn hanndyrene (Berg & Matre 2001), vil kvigene begynne fettavleiringen ved en lavere alder og vekt enn oksene, forutsatt lik fôring (McDonald 2011).

2.2 Reproduksjonsfysiologi hos storfe

2.2.1 Kvigas reproduksjonsorganer

De indre reproduksjonsorganene hos hunnkjønnnet består av to eggstokker (ovaries) og to eggledere (oviducts), en livmor (*uterus*), en livmorhals (*cervix*) og en skjede (vagina) (Figur 1). Den ytre skjedeåpningen omgis av kjønnslepper (vulva) og klitoris. Eggløsningen skjer i eggstokkene, mens en eventuell befruktning finner sted i den øvre tredjedelen av den aktuelle egglederen. I løpet av 6-8 dager fraktes det befruktede egget (zygoten) videre til livmoren hvor det slår seg til rette for vekst og utvikling. Resultatet er et levedyktig foster klar for fødsel, omlag 280 dager etter befruktning (Sjaastad et al. 2010). Livmora deles for øvrig inn i to deler: en livmorhule (uterine cavity) og to horn (uterine horn), hvor hornene er forbundet med hver sin eggstokk som begge munnene ut i livmorhulen. Ved fødsel åpner den lukkede livmorhalsen seg, og fosteret passerer ut gjennom livmorhals, skjede og vulva. Figur 1 viser også plassering av urinblære (bladder), endetarm (*rectum*), bekkenbunn (pelvic floor) og jurkjertel (mammary glands). Ved inseminering manipuleres livmorhalsen rektalt for å gjøre det mulig å føre insemineringsstangen inn til livmorhulen, mens plasseringen av inngangen til urinblæren kan bidra til feilinseminering (Prange & Duby 2015; Refsdal et al. 2014).

Fra kvigekalvens fødsel og frem til pubertal alder vil reproduksjonsorganene vokse parallelt med resten av kroppen, kalt isometrisk vekst. Veksten vil derimot akselerere i forhold til andre organ i kroppen, kalt allometrisk vekst, når kviga når puberteten. På grunn av økt hormonsekresjon fra eggstokkene vokser reproduksjonsorganene da raskere enn resten av kroppen (Sjaastad et al. 2010). Blant annet vil den sovende, infantile livmoren forstørres og forandres for å kunne ta imot eventuelle befruktede egg (Lawrence et al. 2012).



Figur 1. De indre reproduksjonsstrukturene hos kyr, samt jurkjertel, urinblære og endetarm. Kilde: Sjaastad et al. 2010.

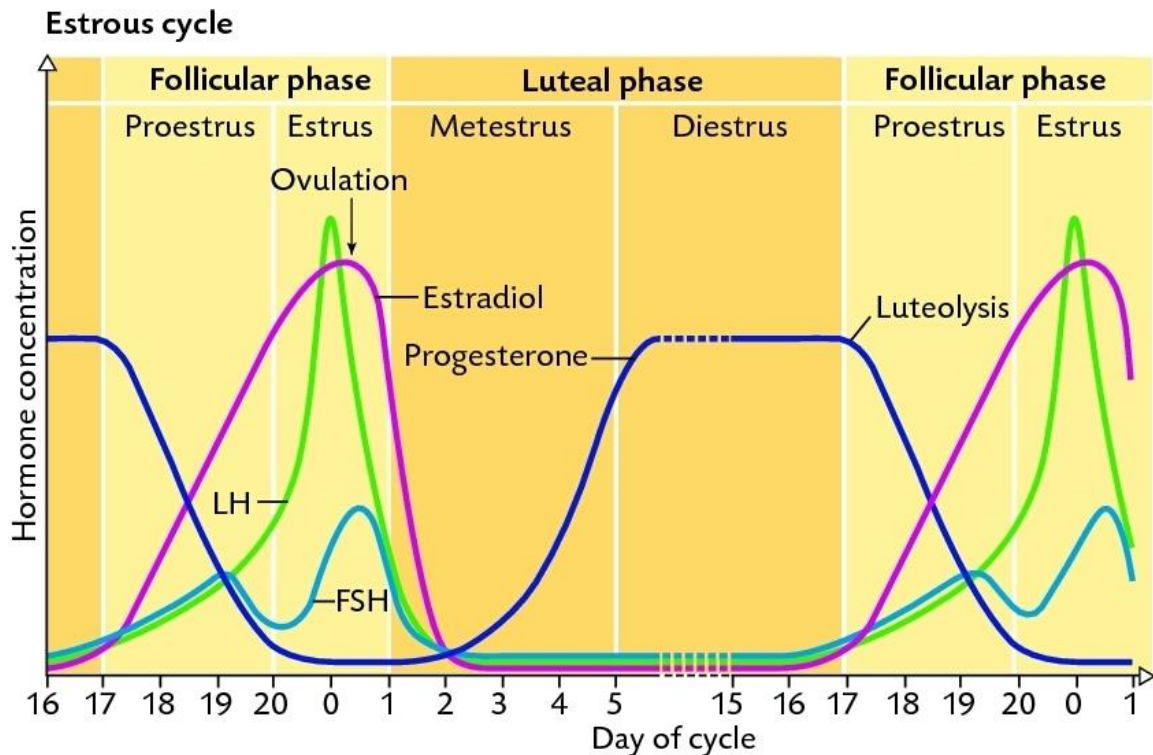
2.2.2 Hormonproduksjon og igangsetting av brunstsyklus

Hormonene som styrer brunstsyklus hos storfe er: gonadotropin-frigjørende hormon (GnRH) produsert i *hypothalamus*, luteiniserende hormon (LH) og follikkelstimulerende hormon (FSH) produsert i hypofyse-forlappen, østrogen (østradiol) og inhibin produsert i gonadene (eggstokkene), progesteron produsert i gonadene og i det gule legemet (*corpus luteum*), samt androgener produsert i binyrebarken (Sjaastad et al. 2010).

Hypothalamus er overordnet senter for styring av kroppens endokrine system (kroppens hormonsystem) og dermed også av brunstsyklus og reproduksjon. Styringen utøves gjennom hypofysen. Hypothalamus danner bunnen i pattedyrenes storhjerne, og rett under hypothalamus ligger hypofysen bundet til hypothalamus via hypofysestilken (Sjaastad et al. 2010). Det endokrine systemet er utviklet før puberteten inntreffer, og produksjonen av kjønnshormoner er allerede påbegynt i fosterlivet (Sjaastad et al. 2010). Både gonadene (eggstokkene) og binyrebarken produserer små mengder kjønnshormoner. Disse mengdene utøver en negativ feedback på hypothalamus som gjør at GnRH-produksjonen undertrykkes og puberteten settes på vent. Puberteten inntreffer trolig som følge av en genetisk styrt modning av hypothalamus, der sensitiviteten til å undertrykke GnRH-produksjonen overstyres. Dermed øker GnRH-sekresjonen, og med den øker produksjonen og utskillelsen av gonadotropinene FSH og LH fra hypofyse-forlappen. FSH stimulerer den første follikkelbølgen og syklusen er dermed satt i gang (Day et al. 1987; Lawrence et al. 2012; Sjaastad et al. 2010).

2.2.3 Eggstokkenes syklus

En syklus defineres som perioden fra en eggløsning til neste. Hos storfe varer hver syklus normalt i 21 dager (Sjaastad et al. 2010), men den kan variere fra 17-23 dager hos kviger og fra 18-24 dager hos voksne kyr (Refsdal et al. 2014). Eggstokksyklusen kan avhengig av aktivitet i eggstokkene, deles inn i follikkelfasen og lutealfasen. Mens selve brunstsyklusen (østrussyklusen) deles opp i fire faser ut ifra kuas atferd og hendelser i eggstokkene: proøstrus, østrus (den virkelige brunsten), metøstrus og diøstrus (Figur 2). Perioder der kua ikke viser noen form for eggstokkaktivitet betegnes som anøstrus (Sjaastad et al. 2010).



Figur 2. Oppdeling av østrussyklusen hos storfe, og forandringer av hormonproduksjonen gjennom syklusen. Kilde: Sjaastad et al. 2010.

I follikkelfasen inngår både proøstrus og østrus, der eggceller modnes og eggløsningen inntreffer. Reproduksjonshormonenes konsentrasjon i denne fasen domineres innledningsvis av østroget østradiol, fordi folliklene under proøstrus utskiller gradvis økende mengder. Videre innleder dette brunsten, østrus, med atferdsendring og mottakelighet for hanndyret. Østrus ender tilslutt i eggløsning, som følge av en østradiol-forårsaket LH-topp. Gjerne anses eggløsningen som starten på en ny syklus (dag 1), mens brunsten avslutter syklusen (dag 21) (Refsdal et al. 2014; Sjaastad et al. 2010).

Lutealfasen omfatter metøstrus og diøstrus. I eggstokkene vil det gule legemet (*corpus luteum*) utvikles under metøstrus. I diøstrus vil det gule legemet være modent og skille ut store mengder progesteron. Om ikke en befruktning har funnet sted vil diøstrus avsluttes med et raskt fall i progesteronkonsentrasjonen, som følge av tilbakedanning, luteolyse, av det gule legemet (Sjaastad et al. 2010).

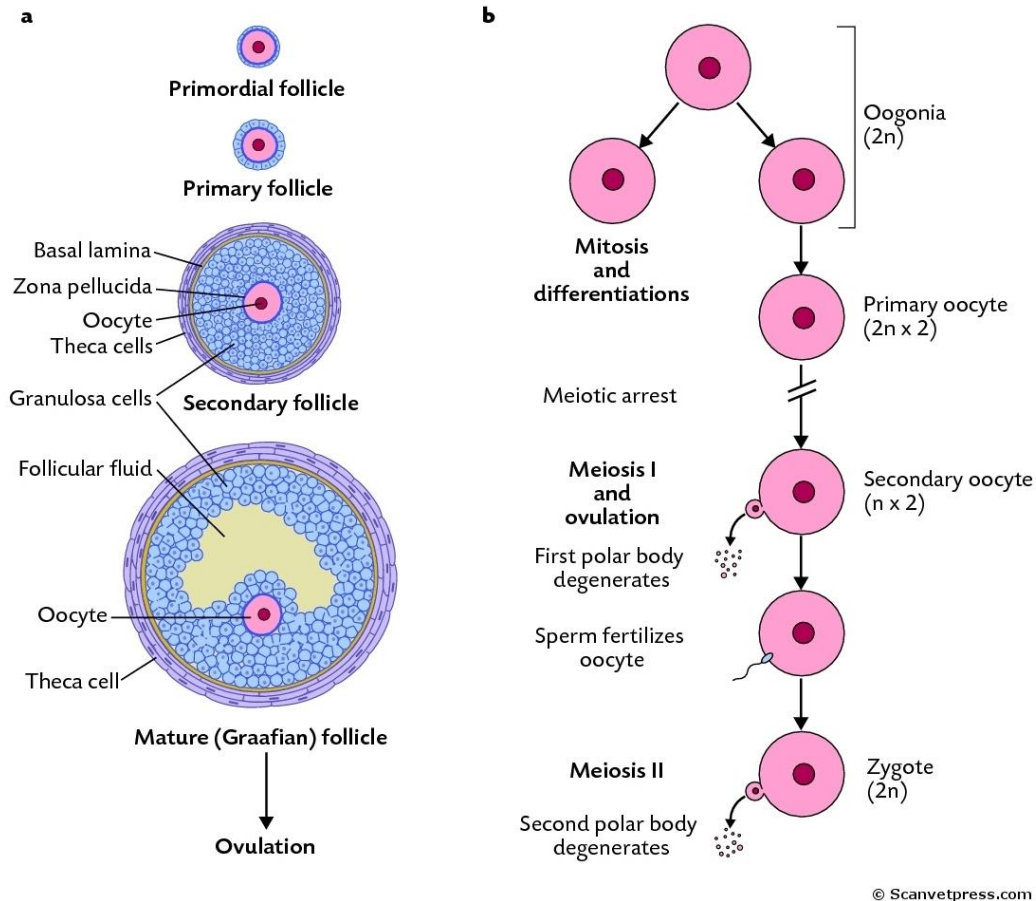
Det er for øvrig vanskelig å eksakt skille fasene i østrussyklusen, fordi det vil være glidende overganger (Sjaastad et al. 2010).

2.2.4 Eggceller og follikkelvekst

Eggstokkenes oppgave er å produsere kjønnshormoner samt å fullføre modning av eggceller (oocytter) frem til eggløsning. Eggcellene dannes allerede i fosterlivet (Sand et al. 2011; Sjaastad et al. 2010). En kvigekalv fødes faktisk med over 100 000 eggceller, og det dannes ingen nye eggceller etter fødselen. Antallet vil derimot gradvis reduseres pga. programmert celledød, og det er trolig redusert til 10 000-20 000 når kviga nærmer seg toårsalderen. Til tross for denne enorme reduksjonen vil bare noen få av de gjenværende eggcellene modnes frem mot en eggløsning. En eggløsning vil heller ikke alltid føre til en befruktning og videre resultere i en nyfødt kalv (Refsdal et al. 2014). Faktisk får ikke ei NRF-ku mer enn 2-3 kalver i gjennomsnitt før utrangering (GENO 2014).

Opphavet til eggceller er stamceller i eggstokkene. I fosterlivet deler stamcellene seg mitotisk og gir opphav til nye stamceller og primære oocytter. Gjennom siste tredjedel av drektigheten går en mengde av de primære oocyttene til grunne som følge av programmert celledød. Rundt fødselen starter samtlige gjenværende primære oocytter den første meiotiske delingen (reduksjonsdeling), hvorpå de går i dvale fram til hunndyret kommer i puberteten. Hver av disse primære oocyttene er omgitt av et enkelt lag med flate epitelceller. Sammen utgjør primær oocytt og epitelcellelag en primordial follikkel (Figur 3). Dette er hunndyrets follikkelreserve (Sjaastad et al. 2010; Smitz & Cortvrindt 2002).

Når dyret nærmer seg pubertet øker utskillelsen og produksjonene av gonadotropinene (FSH og LH). Frem til dette tidspunktet er det kun primordiale follikler i eggstokkene. En gruppe follikler begynner å svare på FSH-stimuleringen (follikkelbølge) og utvikles i første steg til primære follikler hvor epitellaget rundt eggcellen blir en mer firkantede karakter (kubiske celler). Epitellaget består av hormonproduserende granulosaceller. Når granulosacellene har dannet en ekstracellulær hinne rundt eggcellen, *zona pellucida*, og follikkelen i tillegg inneholder flere lag granulosaceller, en basalmembran og noen lag thecaceller, er den en sekundær follikkel. Videre vil et lite antall sekundære follikler selekteres til det antrale modningsstadiet. Disse folliklene inneholder et hulrom fylt med østrogenholdig væske utskilt av granulosacellene. Væsken inneholder også blant annet næringsstoffer til vekst av eggcellen, og enzymer nødvendig for eggløsningen. Hos storfe fullfører normalt bare en antral follikkel hele modningsprosessen (Burns et al. 2005). Denne follikkelen betegnes som dominant (Graafs follikkel), og når tilslutt eggløsning (Figur 3) (Sjaastad et al. 2010).



Figur 3. Illustrasjon av modningsprosessen fra premordial til moden follikkel klar for til eggløsning (a), og reduksjonsdelingen (meiotisk deling) av oocytten (b). Kilde: Sjaastad et al. 2010.

Både folliklenes granuloceller og thecaceller produserer hormoner. Under påvirkning av LH produserer thecacellene androgener som diffunderer over til granulocellene via basalmembranen. Her konverterer granulocellene androgenet til østrogen (østradiol). Dette gir negativ feedback til hypofyse-forlappen som hemmer frisettingen av FSH og LH. Under påvirkning av FSH produserer granulocellene inhibin, som i sin tur også undertrykker utskillelsen av FSH. Det lave FSH-nivået hindrer utvikling og vekst av nye follikler, og bidrar til en gradvis tilbakedanning av de voksende folliklene, med unntak av den dominante (Sjaastad et al. 2010).

Folliklenes østrogenproduksjon øker kraftig med folliklenes utviklingsprosess. En kraftig økt østrogenproduksjonen gir positiv feedback til *hypothalamus* sitt bølgesenter, som normalt vil gi stigende frisetting av både LH og FSH. Det er derimot et unntak i forkant av eggløsningen fordi inhibin-sekresjonen hemmer frisettingen av FSH. Dette gir kun en kraftig økt, men kortvarig sekresjon av LH (Sjaastad et al. 2010). LH stimulerer enzymer til å bryte ned follikkelveggen, mens prostaglandiner blir stimulert til å sette i gang kontraksjon av glatte

muskelceller rundt follikkelen. Eggcellen presses ut gjennom follikkelveggen og skylles ut i egglederen, hvor eggcellen fester seg i påvente av en eventuell befruktning (Sjaastad et al. 2010).

Ved eggløsning har eggcellen økt sin opprinnelige størrelsen med mer enn 50 ganger, og har en størrelse mellom 100 og 150 μm (Sjaastad et al. 2010). Hele follikkelen har derimot en diameter på 12-20 mm (Fortune 1994; Ginther et al. 1996). Umiddelbart før eggløsningen, fullføres første meiotiske deling. Første polarlegemet går derfor til grunne, mens en sekundær oocyt løser. Etter en eventuell befruktning fullføres andre meiotiske deling, hvorpå andre polarlegemet går under og det befruktede egget, zygoten, er et faktum (Figur 3). Om egget ikke befruktes skjer det ikke mer med egget før det går under (Sjaastad et al. 2010).

Studier har vist at antallet follikler i en follikkelbølge variere fra 8 til 54 (Burns et al. 2005). Hos storfe vil det normalt oppstå to til tre separate follikkelbølger i løpet av en syklus, hvor hver bølge varer i 7-10 dager (Sirois & Fortune 1988). Første og andre follikkelbølge oppstår i lutealfasen, hvor samtlige follikler vanligvis går under. Den tredje bølgen oppstår i follikkelfasen og lykkes, på grunn av de hormonelle forholdene, med å føre en moden follikkel til eggløsning (Ireland et al. 2000; Sjaastad et al. 2010). Dette gjør at hunndyret til enhver tid etter første eggløsning vil ha både primordiale, primære og sekundære follikler i eggstokkene. I tillegg vil det finnes follikler på ulike stadier i tilbakedanningsprosessen, mens modne follikler kun er tilstede inn mot ny eggløsning (Sjaastad et al. 2010).

Studier har imidlertid vist at kviger følger et bølgelignende mønsteret for follikkelutvikling som voksne kyr, sett bort ifra at folliklene hos voksne kyr fører frem til en eggløsning vanligvis hver tredje uke (Evans et al. 1994a; Evans et al. 1994b; Hopper et al. 1993). Det er faktisk funnet at kviger så unge som to uker utviser et bølgelignende mønster av follikkelvekst (Evans et al. 1994b). Eggløsning vil likevel ikke inntreffe før de hormonelle forholdene er lagt til rette. Frem mot pubertetens inntredelse vil LH sekresjonen øke, spesielt de siste 50 dagene før den første eggløsningen. Denne økningen kan forsinkes ved restriktiv energitildeling og resultatet er en utsatt pubertet (Day et al. 1986). I en studie utført av Bergfeld et al. (1994) ble det også funnet utsatt pubertet hos en gruppe kviger føret med en lavere energikonsentrasjon. I tillegg viste det seg at den dominante follikkelen ved første eggløsning var mindre enn hos kvigene føret med en høyere energikonsentrasjon.

2.2.5 Progesteron og det gule legemet

Etter eggløsningen vil stimulering av LH bidra til at restene etter follikkelblæren omdannes til progesteronproduserende lutealceller. Luteinvevet øker, og en midlertidig endokrin kjertel vokser opp, kalt det gule legemet (*corpus luteum*) (Sjaastad et al. 2010). På grunn av et stort innhold av små blodkar vil kjertelen være rød de første dagene, men blir gradvis gul med økende størrelse (Refsdal et al. 2014). De første 5-6 dagene etter eggløsning vil progesteronkonsentrasjonen i blodet gradvis øke, og konsentrasjonen vil være på topp mellom 10 og 14 dager etter eggløsningen (Adams et al. 2008). Det gule legemet er imidlertid ferdig utviklet i midten av lutealfasen (Sjaastad et al. 2010).

Progesteronproduksjonen er viktig for etablering og vedlikehold av svangerskapet (Webb et al. 2002). Sentralt er det at progesteron hemmer GnRH utskillelsen fra *hypothalamus* gjennom negativ feedback. Dette gjør også at sekresjonen av LH og FSH fra hypofysen undertrykkes, og en ny follikkelutvikling settes på vent frem til et eventuelt fall av progesteronnivået (Refsdal et al. 2014; Sjaastad et al. 2010). Økt progesteronproduksjon vil føre til vekst og sekresjon av kjertler i livmorens slimhinne (endometrium), samt reduksjon av kontraksjoner av livmormuskelen (myometrium). Til sammen gir dette et egnet miljø for implantering av et befruktet egg, og for vekst og utvikling hos fosteret. Reduksjonen av kontraksjonene vil også forebygge prematur (for tidlig) fødsel. For å forberede den kommende melkeproduksjonen, er også en av progesteronets oppgave å stimulere melkekjertlenes utvikling og vekst. Likevel vil progesteron virke hemmende på selve melkeproduksjonen (Sjaastad et al. 2010).

Ved en vellykket befruktning vil det gule legemet bli værende i eggstokken og progesteronproduksjonen forblir høy. Om ikke en befruktning har funnet sted vil derimot det gule legemet tilbakedannes (luteolyse). Dette oppstår under andre halvdel av lutealfasen som følge av økt syntetisering av prostaglandiner i endometrium. Progesteronkonsentrasjonen vil følgelig synke raskt, og i løpet av 1-3 dager er *corpus luteum* fullstendig fjernet. GnRH-sekresjon vil igjen tillates og den økte sekresjonen av FSH og LH gjør at follikkelutviklingen gjenopptas. En ny brunst og eggløsning oppstår derfor etter kort tid (Sjaastad et al. 2010).

I en studie utført av Adams (1994) ble det funnet at kyr med to follikkelbølger i syklusen hadde en kortere syklus enn kyr med tre follikkelbølger. Dette som følge av en tidligere påbegynte degenerering av det gule legemet hos kyr med to follikkelbølger (henholdsvis dag 16 vs. dag 19). Det er også funnet at kvigers første syklus er kortvarig bestående av 7-8 dager, mens neste syklus er av normal 21 dagers lengde. Den korte syklusen hos kvigene ble i studien assosiert med et lite utviklet *corpus luteum* med en lav progesteronkonsentrasjon,

sammenlignet med den normale syklusen (henholdsvis 19,9 mm i dm og 2,75 ng/ml vs. 25,8 mm i dm og 10,15 ng/ml) (Evans et al. 1994a).

2.3 Alder ved pubertet hos kviger

2.3.1 Rase

Store melkeraser vil normalt nå pubertet mellom 9-11 måneders alder med en levendevekt mellom 250-280 kg (Sejrsen 1994). I en studie med Jersey- og Holsteinkviger, ble det funnet at Holsteinkviger i gjennomsnitt nådde puberteten ved 251 kg, mens Jerseykvigene ved 180 kg. Kvigene fra begge rasene ble delt opp i tre grupper avhengig av ønsket tilvekstkurve, hvor hver gruppe ble føret med hver sin førstyrke tilpasset rasen. Det viste seg at Jerseykvigene generelt hadde en lavere alder ved pubertet enn Holsteinkvigene. Med henholdsvis 291, 344 og 398 dagers alder for Jerseykvigene og 355, 383 og 419 dagers alder for Holsteinkvigene (Macdonald et al. 2005). Det samme er funnet hos kjøttferasene, der de lettere rasene blir kjønnsmodne ved en yngre alder og lavere vekt enn de tyngre (Jones et al. 1991). Det er for øvrig viktig å være klar over at også variasjonen innen rasene kan være stor (Foldager et al. 1988).

2.3.2 Kvigas energistatus og valg av føringstrategi

Ernæringen påvirker storfeets igangsettingen av pubertet, utviklingen av eggceller, eggløsning, befruktning, overlevelse av embryo og etablering av svangerskap. Den vil også indirekte påvirke de sirkulerende konsentrasjonene av hormoner og metabolitter, som er essensielle for å at disse prosessene skal lykkes (Robinson et al. 2006). Eksempelvis vil produksjonen av hormonet leptin øke med mengde fettvev i kroppen. Hormonet har flere oppgaver i regulering av fø- og energiinntak, men det har trolig også signaleffekt i forbindelse med igangsetting av pubertet (Sjaastad et al. 2010). Hormonet signaliserer til *hypothalamus* at energinivået er tilstrekkelig for igangsetting av syklus. I motsetning vil lave fettdepoter gi lave konsentrasjoner av leptin i blodet og vil sannsynligvis reduserer sekresjonen av LH (Lawrence et al. 2012). Blant annet er det funnet forsinket pubertet hos underernærte kviger (Day et al. 1986), og anøstrus hos kviger i etablert syklus med lavt energiinntak (Rhodes et al. 1996).

I en studie fra 1988 ble det funnet at den pubertale alderen ble redusert fra 16,6 måneder til 8,4 måneders alder med en økning av den daglige tilveksten fra 400 til 850 g/dag (Foldager et al. 1988). Også Macdonald et al. (2005) og Le Cozler et al. (2009) viste at føring med et høyere energinivå i prepubertal alder, ville framskynde puberteten. I tillegg er det vist at valg av melkeføring har betydning på inntredelse av puberteten. I en studie ble det funnet at kalver

fôret med melk som inneholdt mer fett og protein var 31 dager yngre og 20 kg lettere ved pubertet (Rincker et al. 2011). Dette til tross for at forskjellene i vekt mellom kalvene var utjevnet allerede ved 12 ukers alder, 5 uker etter melkeavvenningen.

Fôrrasjoner med høyt stivelsesinnhold har også vist seg å ha påvirkning på alder og vekt ved pubertet. Blant annet fant Ciccioli et al. (2003) at kviger med høyt inntak av stivelse nådde pubertet ved en lavere vekt enn kviger fôret på fiberrik rasjon, selv om tilvekst og fettdeponering hos kvigene i begge gruppene var lik.

Tidlig pubertet gir mulighet for å redusere alder ved inseminering og dermed også alderen ved første kalving, noe som igjen kan redusere oppdrettskostnadene i produksjonen (Radcliff et al. 2000; Raeth-Knight et al. 2009; Rincker et al. 2011). Flere studier har imidlertid vist at svekket utvikling av melkekjertlene kan være et resultat av fôring med høyt energinivå, særlig i alderen 3-10 måneder. Følgelig kan tidlig intensiv fôring redusere kvigas kommende melkeytelse (Sejrsen & Purup 1997). Likevel er det i flere studier ikke påvist noen negativ sammenheng mellom intensiv fôring og kommende melkeytelse (Abeni et al. 2012; Macdonald et al. 2005).

2.3.3 Management

Et godt management fra første levedøgn er essensielt for å kunne lykkes med kvigeoppdrettet, og legger grunnlag for å utnytte kvigas produksjonspotensial. Place et al. (1998) fant en tendens til at sommerfødte kalver hadde en redusert daglig tilvekst i forhold til vinterfødte, til tross for tilgang på fôr av god kvalitet. Det ble derfor spekulert i om resultatene hadde bakgrunn i at bondens oppfølging av kalvene i sommerhalvåret ikke var optimal. En lav daglig tilvekst i kalveperioden som følge av blant annet for lav næringstilførsel og/eller sykdom, kan ha betydelige konsekvenser for når puberteten inntreffer, for innkalvingsalder og for kommende melkeytelse (Stanton et al. 2012; Waltner et al. 1986). Dette fordi lav daglig tilvekst på kalvestadiet kan hemme kalvens utvikling og dermed utsette pubertet og kjønnsmodning (Refsdal et al. 2014). For å oppnå en anbefalt levendevekt på 560 kg på NRF-kviger som kalver ved 24 måneders alder, bør kvigene ifølge TINE (2012) ha en gjennomsnittlig daglig tilvekst på 700-750 g fra 0-100 dagers alder, 770-900 g fra 100 dager og frem til 15 måneders alder, og 400-600 g frem til kalving ved 24 måneders alder. Alt i alt innebærer dette at oppfølgingen helt fra fødselen vil være essensiell for å kunne lykkes med kvigeoppdrettet.

2.3.4 Årstid og daglengde

Hos enkelte dyrearter er syklusen avhengig av årstid. Reproduksjonen hos disse dyreartene vil dermed være sesongbasert. Dette gjelder blant annet sau og hest. Etter pubertetens inntredelse vil kua være i syklus og kan reprodusere hele året (Sjaastad et al. 2010). Likevel er det observert at inntredelse av pubertet og kyrnes fertilitet kan variere gjennom året. Det er blant annet funnet at kviger født ved økende daglengde nådde puberteten 2 måneder tidligere enn kviger født ved synkende daglengde (Roy et al. 1980). I en studie av Schillo et al. (1992) ble det derimot funnet at puberteten intrådte tidligere hos høstfødte kviger enn vårfødte kviger. Det viste seg også at eksponering for økt daglengde etter 6 måneders alder gav pubertet tidligere, noe som trolig kan henge sammen med konsentrasjonen av hormonet melatonin i blodet som hemmes ved økende daglengde. Den reduserte melatoninkonsentrasjonen vil ha en positiv effekt på LH-sekresjonen, og dermed kunne påvirke individets syklus (Sjaastad et al. 2010).

Hos NRF er det funnet at fruktbarheten og antall gjentatte insemineringer er lavere under sommersesongen sammenliknet med vintermånedene (Refsdal 2007). Dette er i kontrast til mange land i subtropiske og tropiske strøk som har en redusert fertilitet ved inseminering under årets varmeste måneder (De Rensis & Scaramuzzi 2003; Wolfenson et al. 2000). Blant annet er det funnet kyr i anøstrus under tørkeperioden i tropiske strøk hvor fôrtilgangen har vært varierende (Madan et al. 1996). Trolig har dette en sammenheng med varierende omgivelsesmiljø fra sesong til sesong (Refsdal 2007). I Norge bærer sommeren preg av beite og uteliv i tilknytning til lange daglengder, mens vinteren domineres av oppstalling innendørs og korte daglengder. Den norske sommeren vil heller ikke innebære ekstreme temperaturer eller tørke som kan gi varmestress og redusert fertilitet, mens vinteren med kulde og mørke vil kunne undertrykke eggstokkaktiviteten og redusere brunstsymptomene (Refsdal 2007).

2.4 Brunst og inseminering av kviger i praksis

2.4.1 Brunstfasene og brunsttegn

Brunsten deles opp i forskjellige deler (Tabell 1). Selve brunstperioden består av tre faser som i praksis betegnes som: forbrunst, brunst (ridebrunst) og etterbrunst, mens ridebrunsten deles opp i ytterligere tre deler: tidlig-brunst, ståbrunst (ekte brunst) og sen-brunst (Refsdal et al. 2014; Sveberg & Refsdal 2011).

Tabell 1. Brunstfasene og oppdelingen av ridebrunsten hos storfe, samt fasenes antatte lengde.

Faser	Oppdeling av fasen	Lengde
Forbrunst	-	1-3 dager
Brunst (ridebrunst)	Tidlig-brunst	18 timer (6-30 timer)
	Ståbrunst (ekte brunst)	
	Senbrunst	
Etterbrunst	-	1-3 dager

Fordi det generelt er lite brunstsymptomer i forbrunsten er det vanskelig å avgjøre om kua nærmer seg brunst. Først 1-6 timer før selve brunsten inntre, vil aktiviteten være økende (Sveberg 2015b), og det er vanskelig å vite om kua befinner seg i slutten av forbrunst eller starten av brunst. Selv om sliming fra skjeden kan observeres gjennom alle brunstfasene, og av og til også utenom brunst, er dette brunsttegnet essensielt for å kunne avgjøre hvor i brunsten kua er. Dette fordi slimet vil opptre forskjellig avhengig av brunstfase. I forbrunsten kan man se grått, seigt slim som blir mer tyntflytende og klart jo nærmere brunst dyret er (Refsdal et al. 2014). For å kunne knytte slimingen til ridebrunsten skal slimet være krystallklart, langt og trådtrekkende (>10 cm), og i tillegg er det i mange tilfeller mulig å se luftbobler i slimet (Sveberg 2015b).

Kyr i starten av brunsten vil i de fleste tilfeller vise gradvis økt aktivitet frem til ståbrunst, og en gradvis synkende aktivitet i etterkant. Ridning er gjerne et sikkert tegn på at en eller flere av kyrne i besetningen er i brunst. I en studie ble det funnet at kun 1 av 970 ridninger ikke var tilknyttet brunst (Sveberg et al. 2015). Typen brunstatferd er i tillegg knyttet til snusing og kjevehviling, knuffing og jaging av andre kyr, samt halevifting og senking av lenda. Eventuelle brunstige kyr vil ofte bli stående når de andre kyrne har lagt seg. Mange vil også ha nedsatt appetitt, og gir ikke ned melk ved melking. Kua vil etter hvert være mottakelig for andre kyrs tilnærminger (også kalt reseptiv periode) og blir stående klar for oppritt (Refsdal et al. 2014; Sveberg & Refsdal 2011; Sveberg 2013).

Når kyrne når etterbrunst vil aktiviteten ha avtatt, og gjenværende symptomer på en overstått brunst vil kunne være slim med noe blodblanding. Mot slutten av etterbrunsten vil man hos 80 % av kvigene og 60 % av kyrne se en tydelig blødning (Refsdal et al. 2014).

I en studie gjennomført i Irland og i Norge ble brunst hos NRF og Holstein sammenliknet. Det viste seg at Holstein hadde en kortere ridebrunst enn NRF, med henholdsvis 11 og 21 timer i

gjennomsnitt. Dette innebar en variasjon fra 0-24 timer hos holstein og 6-36 timer hos NRF. I tillegg viste NRF flere tydelige brunsttegn som kjevehviling, snusing, ridning og knuffing av andre kyr. Sveberg mente resultatene hadde en sammenheng med den langsiktige inkludering av helse og fruktbarhet i NRF-avlenn (Sveberg et al. 2015).

2.4.2 Inseminere til rett tid

Studier har vist at insemineringen bør utføres mellom 12 og 24 timer før eggøsningen (Pursley et al. 1998; Roelofs et al. 2006), mens GENOs brunstplansje angir beste tidspunkt for inseminering mellom 6-21 timer før eggøsningen (Refsdal et al. 2014). Dette vil si i siste halvdel av selve brunsten (ridebrunst) og de aller første timene av etterbrunsten (Refsdal et al. 2014). Om insemineringen gjennomføres for tidlig vil ikke spermien være levedyktige når egget løsner (Hawk 1987). Spermienes levetid er ca. 24 timer, men de er ikke befruktningdyktige før 3-6 timer etter inseminering. På den andre siden kan en for sen inseminering føre til at spermien ikke rekker frem i tide. Eggets levetid etter eggøsning er begrenset, og egget vil ofte ha gått til grunne allerede etter 6 timer (Refsdal et al. 2014). Ved en vellykket befruktning på et sent stadium, kan embryoet allikevel raskt gå til grunne på grunn av eggets nedsatte kvalitet og alder ved befruktning (Hunter & Greve 1997).

I praksis anbefales det å inseminere innen 24 timer fra påbegynt brunstatferd (Sveberg 2015a). Likevel viser studier at tidspunktet for påbegynt brunst, som gjerne karakteriseres av økt aktivitet, ikke vil være noen entydig indikator for når eggøsningen vil foregå (Roelofs et al. 2004; Roelofs et al. 2005). Det er blant annet funnet intervaller mellom påbegynt brunst og eggøsning på 19-40 timer hos kyr i samme besetning (Roelofs et al. 2004). For å finne riktig insemineringstidspunkt er det i praksis viktig å ha et godt øye for brunsttegnene og til enhver tid ha god overvåking av forandringer hos kyrne. Når kua blir stående for oppritt bør insemineringen skje raskt, i tillegg vil luftbobler i slimet tale for at insemineringstidspunktet vil være gunstig (Refsdal et al. 2014).

2.4.3 Forekomst av stille brunst

Stille brunst defineres som en brunst der eggøsning har funnet sted, men brunsttegnene har uteblitt. Det vil derfor være vanskelig i praksis å skille mellom stille brunst og brunstmangel der kviga eller kua faktisk ikke er i syklus (Refsdal et al. 2014).

I en studie utført av Morrow (1969), ble 53 Holsteinkviger studert. I gjennomsnitt nådde kvigene pubertet ved 42,3 ukers alder, ved en vekt på 277 kg. Kvigens alderen ved første brunst varierte i større grad enn vekten. Hos 74 % av kvigene ble det ikke registrert noen brunsttegn ved første eggøsning, mens andelen var redusert til 43 % ved andre eggøsning og

21 % ved tredje eggløsning. I tillegg økte registreringen av stående brunst hos kvigene fra 26,4 % ved første brunst til 79,3 % ved tredje brunst. Dessuten ble det funnet at andelen uregelmessige sykluser var signifikant høyere ved første eggløsning enn i de påfølgende brunstsyklusene (Morrow 1969). Lignende resultater er funnet hos melkekyr etter kalving. I en studie ble det funnet at 84 % av kyrne ikke viste brunst ved første eggløsning etter kalving. Ved andre, tredje og fjerde eggløsning var imidlertid forekomsten av stille brunst redusert til 46 %, 13 % og 0 % (Isobe et al. 2004). Ranasinghe et al. (2010) fant også høy forekomst av stille brunst ved første og andre eggløsning etter fødsel (hhv. 55,2 % og 23,8 %), og det ble funnet at melkeytelsen hadde en positiv signifikant sammenheng med den stille brunsten.

3.0 Materiale og metode

Observasjon av brunsttegn og uttak av representative blodprøver for analyse av progesteron, ble gjennomført på Storfefjøset ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Forsøket var en del av «Kvigeprosjektet» (The Impact of Calf and Youngstock Development on Dairy Cow Health, Production and Profitability), hvor det ble benyttet dyr fra Senter for Husdyrforsøk. Representative data er hentet fra perioden mars 2011 til oktober 2013.

3.1 Dyrematerialet

Forsøksdyrene bestod av totalt 128 NRF-kviger fordelt på tre årganger; 2010, 2011 og 2012. Kvigene er fordelt på to avlslinjer, en frisklinje avlet for god helse og en høylinje avlet for høy melkeproduksjon. Fire av kvigene har for øvrig ingen spesifikk avlsinformasjon.

3.1.1 Årgang 2010

48 kvigekalver født fra og med august til og med desember 2010. Årgangen består av 22 kviger av høylinje og 24 av frisklinje. To av kvigene har ingen spesifikk avlsinformasjon.

3.1.2 Årgang 2011

48 kvigekalver født fra og med september 2011 til og med januar 2012. Derav 29 kviger av høylinje, 18 av frisklinje, samt en uten spesifikk avlsinformasjon.

3.1.3 Årgang 2012

Årgang deles inn i to grupper:

- a) 16 kvigekalver født fra og med januar til og med april 2012. Derav 7 kviger av høylinje, 8 kviger av frisklinje, samt en uten spesifikk avlsinformasjon.
- b) 16 kvigekalver født november og desember 2012. Derav 8 kviger av høylinje og 8 kviger av frisklinje.

3.2 Fôringsgruppene

Kvige-fôringsperioden startet ved 3 måneders alder og ble avsluttet ved konstatert drektighet. I denne perioden ble kvigene delt inn i tre fôringsgrupper. Disse var moderat (ME), høyt (HE) og ekstra høyt (EE) energinivå. Fôringsgruppene ble delt ytterligere opp ut fra proteininnhold i rasjonen. Tabell 2 gir en nærmere beskrivelse av oppdelingen i fôringsgrupper. Energinivået i rasjonen ble styrt via grovfôr-kvaliteten, mens proteinnivået ble styrt via tre forskjellige kraftfôrblandinger (moderat m/urea, moderat og høy).

Surfôret benyttet i forsøket ble dyrket og høstet av Senter for husdyrforsøk (SFH) på egne arealer. Surfôr-kvaliteten varierte avhengig av hvilken slått (1., 2., 3.) som ble benyttet, høstetidspunkt og fra hvor fôret ble høstet. Halmen benyttet i forsøket ble dels innkjøpt og

dels dyrket og høstet av SFH på egne arealer. Kraftfôrblendingene ble fremstilt ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) sin egen fôrfabrikk, FôrTek. Vedlegg B, Tabell B.2. viser næringsinnholdet i kraftfôrblendingene.

Tabell 2. Oppdelingen i de 8 forskjellige fôringsgruppene (gr.) i forsøket basert på energi- og proteinnivå i rasjonen.

Moderat energinivå (ME)	Høyt energinivå (HE)	Ekstra høyt energinivå (EE)
Moderat protein m/urea (gr. 4)	Moderat protein m/urea (gr. 1)	Høyprotein (gr. 8)
Moderat protein (gr. 5)	Moderat protein (gr. 2)	
Høyprotein (gr. 6)	Høyprotein (gr. 3 og 7)	

Kvigene i årgang 2010 og 2011 ble fôret med moderat eller høyt energinivå (fôrgruppe 1-6). Høyt energinivå ble også tildelt kvigene født fra januar-april 2012 (fôringsgruppe 7), mens kvigene født fra november-desember 2012 ble fôret med ekstra høyt energinivå (fôringsgruppe 8).

3.2.1 Fôringsgruppe 1-6

Fra fødselen og frem til 3 måneders alder ble samtlige kalver behandlet likt og i henhold til vanlige kalvefôringsrutiner. Frem til 10 dagers alder stod kalvene i enkeltbinger hvor de fikk tildelt råmelk de 5 første dagene og helmelk de 5 neste dagene. Kalvene ble de 10 første dagene tilbydd totalt 6 liter melk i flaske fordelt over fire måltider daglig. I tillegg hadde kalvene fri tilgang til kalvekraftfôr (FORMEL müsli start, Felleskjøpet Agri SA), vann og høy.

Kalvene ble flyttet over i fellesbinger ved 10 dagers alder med maksimalt 10 kalver i hver bing. Kalvene ble tildelt 7 liter surmelk (syrnet m/maursyre) daglig fra 10 dagers alder frem til 6-7 ukers alder. Melkeavvenningen strakk seg over en uke. Kalvene fikk i tillegg fri tilgang til høy, surfôr og vann samt kraftfôr (FORMEL kalv, Felleskjøpet Agri SA). Maksimal mengde tildelt kraftfôr per kalv per dag var 1,3 kg. I fellesbingen ble melka og kraftfôret tildelt via automat (LELY, Fjøs-systemer AS). Melkefôringa ble tildelt med måltidsbegrensning.

Fra 3 måneders alder ble alle kvigekalvene flyttet fra bing til bås hvor de ble fôret individuelt etter rasjoner utarbeidet i TINE Optifôr Ungdyr. Kvigene ble delt opp i et 2x3 faktorielt design med to energinivåer (moderat og høy) og tre proteinnivåer innen hvert energinivå (Tabell 2). Fordi det ikke ble funnet noen effekt av fôring med kraftfôr med moderat protein

m/urea hos 2010-årgangen, falt disse gruppene bort (gr. 1 og 4) ved fôring av 2011-årgangen. Tabell 3 viser antall kviger i hver fôringsgruppe.

Tabell 3. Antall kviger fra årgangene i hver fôringsgruppe.

	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6
Årg. 2010	8	8	8	8	8	8
Årg. 2011		12	12		12	12
SUM	8	20	20	8	20	20

HE kvigene fikk tildelt surfôr etter appetitt under hele forsøksperioden. ME kvigene fikk det samme surfôret, men med halminnblanding for å gi et lavere energiinnhold.

Halminnblanding varierte fra 25-40 % TS, avhengig av surfôr kvaliteten. I starten av forsøksperioden fikk også ME kvigene grovfôret etter appetitt, men på grunn av høy tilvekst ble grovfôret tildelt restriktivt fra 28.01.2011. Surfôrtildelingen ble fra da gitt en gang om dagen (morgen). Ekstra halmsupplement (0,5 kg/kvige) ble gitt til kveldsstellet, om rasjonen tildelt på morgenen var oppspist før kveldsstellet.

Alle gruppene fikk lik mengde kraftfôr ut hele kvigefôringsperioden, men med forskjellig proteininnhold (Tabell 2). Kvigene fikk tildelt 1,0 kg kraftfôr/dag, tildelt tre ganger daglig frem til 5 måneders alder: morgen, formiddag og kveld. Fra 5 måneders alder ble kraftfôret tildelt to ganger daglig. Vedlegg C, Tabell C.1. viser verdier for gjennomsnittlig innhold av råprotein, NDF samt netto energi vekst (NEg) i totalrasjonen hos kvigene i denne perioden.

Ved konstatert drektighet gikk samtlige kviger over til en moderat fôring hvor de ble fôret etter behov mot en ønsket innkalvingsvekt på 560 kg. På sommerstid fikk kvigene beite av medium kvalitet. Kvigene fikk tildelt multitilskudd i denne perioden for å forbygge mangler. Hver kvige fra 2010-årgangen fikk tilført 100 g 'Multitilskudd storfe og geit' daglig (Felleskjøpet Agri SA). På grunn av praktiske hensyn fikk 2011-årgangen fri tilgang til PLUSS VM-blokk Storfe og Geit 22,5 kg (Felleskjøpet Agri SA).

3.2.2 Fôringsgruppe 7

Kvigene født fra januar til april 2012, utgjorde fôringsgruppe 7 i forsøket.

Kalvene ble tildelt en proteinrik melkeerstatning fra 10 dagers alder frem til 6-7 ukers alder, med en ukes avvenning. Den daglige mengden bestod av 9 liter Konnect Kavat melkeerstatning (Felleskjøpet Agri SA). De øvrige kalverutinene fra fødsel og frem til 3 måneders alder var like som for kalvene i fôringsgruppe 1-6, som beskrevet tidligere.

Fra 3 måneders alder ble kvigene flyttet over til tallefjøset og ble føret etter et fôringsregime med høyt energi- og proteinnivå (Tabell 2). Denne fôringsgruppa ble videre behandlet likt som fôringsgruppe 3, sett bort ifra at fôrregistreringen foregikk på gruppebasis i tallefjøset.

3.2.3 Fôringsgruppe 8

Kvigene født i november og desember 2012, utgjorde fôringsgruppe 8 i forsøket. Kvigene er føret etter et intensivt fôringsregime, der prinsippet frem til kalving var å føre kvigene etter appetitt.

Fra 10 dagers alder fikk kalvene *ad.lib* melkefôring i form av surmelk (syrnet m/maursyre). Kalvene fikk tildelt melk fra automat (LELY, Fjøsssystemer) uten måltidsbegrensning. Melkefôringen ble avsluttet ved 6-7 ukers alder med en ukes avvenningsperiode. Frem til dag 78 fikk kalvene kraftfôr etter appetitt. For å ikke gjøre overgangen til neste fôringsperiode stor, ble dagsrasjonen gradvis trappet ned til 1,5 kg ved dag 90. De øvrige kalverutinene var like som for fôringsgruppe 1-6.

Ved 3 måneders alder ble kvigene satt på tallefjøset med fôropptaksregistrering på gruppebasis. Under kvigefôringsperioden bestod rasjonen av et ekstra høyt energinivå og et høyt proteinnivå. Dette innebar at kvigene til enhver tid hadde 40 % overdekning av protein og tilstrekkelig energi i rasjonen for å utnytte tilvekstpotensialet. Uttak av fôrprøver fra hvert fôrparti la grunnlag for beregning og justering av fôrplanene. Kvigene fikk *ad.lib* med surfôr tilsatt ulike mengder halm, mens kraftfôrrasjonen ble beregnet på bakgrunn av grovfôrkvaliteten. Kvigene hadde 2 to-ukers perioder før inseminering, med individuell fôrregistrering. Under fôrregistreringene stod kvigene på bås.

Ved konstatert drektighet ble kraftfôret kuttet, mens godt surfôr med halminnblanding ble føret etter behov mot ønsket innkalvingsvekt og hold ved kalving (Tabell 4). I forhold til de øvrige fôrgruppene skulle EE kvigene opprettholde en høy tilvekst, også i drektigheten (Tabell 4). Prosjektets ønske var å føre kvigene mot 85 % av voksenvekten, derfor ble kvigene i større grad føret mot ønsket innkalvingsvekt enn hold. Kvigene fikk i denne perioden i tillegg fri tilgang til multitilskudd (PLUSS VM-blokk Storfe og Geit 22,5 kg, Felleskjøpet Agri SA).

3.3 Vekt og holdvurdering

Fra 0-3 måneders alder ble kalvene veid på en digital bismervekt en gang per uke. Brystmålet ble målt hver 14. dag for fôrgr 1-7, mens for fôrgr. 8 ble brystmålet målt en gang i uken. Målingene ble utført med målebånd og av samme person hver gang.

Fra 3 måneders alder ble kvigene veid (digital bismervekt) og brystmålet registrert (målebånd) annen hver uke for å vurdere fôrrasjonenes effekt på tilvekst fortløpende. Dette ble utført av samme person hver gang. Kvigene ble i tillegg holdvurdert en gang i måneden fra 6 måneders alder. Dette for å kunne vurdere om det eksisterte tilvekstperioder med større tendens til fettavleiring enn andre, samt om fettavleiringen var forskjellig ved forskjellig rasjonssammensetninger.

Holdvurderingen som ble utført er basert på et holdvurderingssystem som opprinnelig er laget for rasen Holstein (Edmonson et al. 1989). Dette scoringssystemet er basert på en skala fra 1,00-5,00, der 1,00 er svært mager og 5,00 er overfeit. Skalaens har intervaller på 0,25 poeng. I systemet blir fem områder på dyret vurdert og samlet til en helhetlig poengsum. De 5 områdene er; ryggtakker, området mellom rygg- og sidetakker, hofteknoker, setebeinskroker, og halegrop. Holdvurderingssystemet er kalibrert for Norsk Rødt Fe (Gillund et al. 1999). Holdvurderingen ble utført av samme person hver gang.

3.4 Mål under kvigeoppdrettet

Kvigene hadde, avhengig av energinivå, forskjellige mål til innkalvingsalder; lengde på kvigefôringsperioden, tilvekst i kvigefôringsperioden og innkalvingsvekt. Det var for samtlige kviger ønskelig med et hold mellom 3,0 og 3,75 ved kalving. Insemineringstidpunktet ble for øvrig ikke avgjort etter alder, men vekt. En oversikt over de ønskelige målene er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Ønskelig innkalvingsalder, alder og tilvekst i kvigefôringsperioden, levendevekt ved inseminering samt tilvekst under drektighet for kvigene i de forskjellige energinivågruppene.

	Moderat energinivå	Høyt energinivå	Ekstra høyt energinivå
Innkalvingsalder	27 mndr	24 mndr	19-21 mndr
Alder i kvigeper¹	3-18 mndr	3-15 mndr	3-10/11 mndr
Tilvekst kvigeper²	600-750 g/dag	850-950 g/dag	1150-1350 g/dag
Levendevekt ins³	380 kg	370 kg	370 kg
Tilvekst drekt⁴	500-550 g/dag	500-550 g/dag	950 g/dag
Innkalvingsvekt	560 kg	560 kg	600-620 kg

¹Alder i måneder i kvigefôringsperioden. ²Ønsket tilvekst i kvigefôringsperioden. ³Ønsket levendevekt ved inseminering. ⁴Ønsket tilvekst i drektighetsperioden.

3.5 Innsamling av datamaterialet

3.5.1 Progesteronmåling

Det ble benyttet serum-progesteron verdier for hver enkelt kvige for å avsløre kvigenes første egglosning.

Frekvens av uttak

Blodprøveuttakene hos hver kvige ble foretatt rutinemessig allerede fra første leveuke. Frem til 6 måneders alder ble det tatt ut blodprøver mandager annenhver uke. Fra 6 måneders alder økte frekvensen til to uttak per uke, mandager og torsdager. Blodprøveuttakene ble avsluttet ved konstatert drektighet.

Kun blodprøvene tatt etter 6 (5 for EE kvigene) måneders alder ble benyttet til analyse for progesteronverdier. Det ble valgt ut 3-6 prøver per kvige. Disse prøvene ble valgt ut på bakgrunn av den første synlige brunsten hos kvigene. Når resultatene forelå ble det avgjort om et ytterligere antall prøver skulle sendes inn. Antall innsendte prøver varierte mellom 3 og 20 per kvige.

Rutiner ved uttak av serum

Blodprøveuttakene ble utført av samme person hver gang. Prøvene ble tatt fra den store halsvenen (*vena jugularis*) i 10mL vacuumrør (Vacutainer) uten tilsatt antikoagulans. Etter uttak ble blodprøvene satt til koagulering i kjøleskap (4 °C) over natten. Prøvene ble så sentrifugert ved 3000 omdr/min i 10 min, før serum ble pipettert over i 5-6 eppendorfrør (0,5 ml). Prøvene ble fryst ned ved -80 °C frem til eventuell analyse.

Analysemetode

Prøvene ble analysert på laboratoriet ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, NMBU ved hjelp av Monobind progesteron ELISA kit fra Monobind Inc. (Lake Forest, CA 92630, USA, produktnr: 4825-300). Metoden benytter en spesifikk konsentrasjon av antistoff mot progesteron som gjør at det ikke er behov for ekstraksjon fra serum eller plasma.

3.5.2 Registrering av synlig brunst

For hver enkelt kvige over 6 måneders alders (5 måneder for fôrgruppe 8) ble det foretatt fire brunstobservasjoner daglig. Disse observasjonene ble gjort ved morgenstellet, midt på dagen, ved ettermiddagsstellet og på kveldsrunden. Eventuelle observasjoner av ridning, slimming, øvrige brunsttegn samt blødning ble notert i brunstkalenderen for den aktuelle kvigeavdelingen. Observasjonene ble utført av forskjellige personer, med et minimum antall på 20 personer.

3.5.3 Inseminering og drektighet

Ved passerte 370/380 kg levendevekt (jfr. Tabell 4), ble kvigene oppført på skjemaet «Kviger klare for inseminering». Inseminering ble utført ved første observasjon av brunst på kviger over 370/380 kg levendevekt, med mål om vellykka inseminering ved 400 kg. Kvigene ble inseminert etter oppsatt avlsplan. Samtlige insemineringer ble notert på samme skjemaet som nevnt ovenfor. For å sikre at kviga ble inseminert til ønsket tidspunkt, ble enkelte av kvigene inseminert to ganger i løpet av samme brunst.

Inseminerte kviger ble drektighetsundersøkt med ultralyd ved dag 28-45 etter inseminering. Ultralydundersøkelsen ble utført av Adam Martin fra Norges Veterinærhøgskole (ultralydapparat fra ambulatorisk klinikk).

3.6 Behandling av registrerte data

3.6.1 Målt brunst vs. synlig brunst

I forsøket ble det antatt at det hadde vært en egglosning i forkant av serum progesteronverdier over 2 ng/ml. Første dato med nivåer over 2 ng progesteron/ml ble registrert som første målte brunst. Så sant det forelå tilstrekkelig antall analyser ble de tre første progesterontoppene registrert for hver kvige. Fordi en normal syklus hos storfe vanligvis varer ca. 21 dager (Sjaastad et al. 2010) ble progesterontoppene prøvd registrert med 21 dagers mellomrom, men med variasjonen 17-23 dager.

Datoen for kvigenes første synlige blødning ble i utgangspunktet behandlet som første synlige brunst. Under behandlingen av data ble datoene for de tre første blødningene registrert.

Kvigenes alder ved blødningene og ved målt brunst ble beregnet. Fordi progesteronnivået i serum er lavt på blødningsdagen (Sjaastad et al. 2010), var det nødvendig å beregne differansen mellom den første synlige brunsten og den første målte brunsten for å kunne slå fast om brunst og egglosning var synkrone. De 6 første dagene i syklusen er progesteronverdiene vanligvis lave (< 2 ng/ml), mens progesteronproduksjonen varer ca. 12-13 dager i løpet av en syklus (Sjaastad et al. 2010). For å fange opp variasjoner ble maksimalt antall dager fra observert brunst og målt brunst satt til 17 dager. Derfor ble målt og synlig brunst beregnet som synkrone om den målte brunsten ble funnet 4-21 dager etter blødning.

3.6.2 Øvrige brunsttegn

For kvigene der målt brunst og synlig brunst ikke var synkrone, ble brunstkalenderen sjekket opp mot andre eventuelle brunsttegn i tilknytning til den målte brunsten. Brunsttegn registrert i perioden 4-21 dager før den målte brunsten, ble ansett som brunst synkron med egglosning.

3.6.3 Maksimal progesteronproduksjon

Maksimal progesteronproduksjon ble registrert for første syklus for å kunne analysere for en eventuell sammenheng mellom synkron/asynkron brunst og eggløsning og progesteronnivå.

3.6.4 Levendevekt ved brunst og inseminering

Kvigenes vekt ved første og andre synlige brunst, samt første og andre målte brunst, er registrert i datasettet. I tillegg er levendevekt ved vellykket inseminering registrert. Ved mer enn ± 10 dager mellom veiing og registrert brunst dato ble ikke vektregistreringa inkludert i datasettet.

3.6.5 Årstid

For å kunne analysere for en effekt av 'årstid født' på opptreden av brunst, ble kun kvigene føret med høyt energinivå inkludert. Dette for å ta utgangspunkt i en gruppe kviger med lik føring og tilvekst, samt med samme mål for innkalvingsalder. Gruppen utgjorde 64 kviger, der 45 av de var født ved en synkende daglengde (august-desember), mens de resterende 19 kvigene var født ved en økende daglengde (januar-april). Hos 3 av de 19 sistnevnte kvigene ble det ikke registrert verken målt eller synlig brunst, derfor utgjorde denne gruppa kun 16 kviger.

De høstfødte kvigene var fra fôrgruppe 1-3, mens de vårfødte kvigene var hovedsakelig fra fôrgruppe 7 samt to kviger fra fôrgruppe 2 og en fra fôrgruppe 3.

3.6.6 Alder

Alle kvigene ble registrert med fødselsdato i datamaterialet. I tillegg ble dato for målt brunst (eggløsning) og synlig brunst registrert. Differansen mellom fødselsdato og dato for målt og synlig brunst ga grunnlag for beregning av alder hos kviga ved første målte og synlig brunst. Alderen ble omregnet fra dager til måneder, hvor antall dager ble dividert på 30,5 (gjennomsnittlig antall dager i måneden).

3.7 Statistisk analyse

Hele datamaterialet ble registrert og bearbeidet i Microsoft Office Excel 2013. Statistiske analyser ble utført ved hjelp av analyseverktøyet Statistical Analysis System (SAS, 2013, vers. 9.4). Signifikansnivået i forsøket ble satt til $P < 0,05$ for å påvise statistiske sikre forskjeller. Tendens ble oppgitt ved $0,1 > P \geq 0,05$.

3.7.1 Modeller

Synkron/asynkron første brunst og eggøsning

En enkel Proc GLM prosedyre ble benyttet for å analysere for en eventuell signifikant effekt på den synlige/stille brunsten ved første eggøsning. Ulike klassevariabler ble testet: energinivå (3 energinivå), avlslinje (2 avlslinjer), fôrgruppe (8 fôrgrupper) og årstidsvariasjon født (2 grupper). Fordi det var for få frihetsgrader til at klassevariablene kunne testes samtidig, ble klassevariablene testet hver for seg. Følgende modell ble benyttet:

$$Y_j = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}, \text{ der}$$

Y_j = avhengig variabel, her synlig vs. stille første brunst ($j = 1, \dots, 122$)

μ = middelvei

a_i = effekt av avlslinje ($i = 1, 2$), energinivå ($i = 1, 2, 3$), fôrgruppe ($i = 1, \dots, 8$) eller årstid ($i = 1, 2$)

ε_{ij} = feilledd

Maksimal progesterontopp i første syklus

En Proc Mixed prosedyre ble benyttet for å analysere for en eventuell effekt av stille/synlig første brunst, avlslinje, energinivå og fôrgruppe på den maksimale progesterontoppen i kvigenes første syklus. Med denne prosedyren ble det også beregnet least squares means (LS-means). Følgende modell ble benyttet:

$$Y_j = a_i + \varepsilon_{ij}, \text{ der}$$

Y_j = avhengig variabel, her maksimal progesterontopp i første syklus ($j = 1, \dots, 122$)

a_i = effekt av stille vs. synlig første brunst ($i = 1, 2$), avlslinje ($i = 1, 2$), energinivå ($i = 1, 2, 3$) eller fôrgruppe ($i = 1, \dots, 8$)

ε_{ij} = feilledd

Årstidsvariasjon

En Proc Mixed prosedyre ble benyttet for å analysere for en eventuell effekt av årstid på alder ved første målte og første synlige brunst, samt vekt ved første målte og synlige brunst. Med denne prosedyren ble det også beregnet least squares means (LS-means). Følgende modell ble benyttet:

$$Y_j = a_i + \varepsilon_{ij}, \text{ der}$$

Y_j = avhengig variabel, her alder ved første målte brunst, alder ved første synlige brunst, vekt ved første målte eller vekt ved første synlige brunst ($j = 1, \dots, 64$)

a_i = effekt av årstid ($i = 1, 2$)

ε_{ij} = feilledd

Alder og vekt

En Proc Mixed prosedyre ble benyttet for å analysere for en eventuell effekt av avlslinje, energinivå og fôrgruppe på kvigenes alder og vekt ved første målte og første synlige brunst. Med denne prosedyren ble det også beregnet least squares mean (LS-means). I tillegg ble det beregnet gjennomsnittsverdier og tilhørende standardavvik i Excel 2013. Følgende modell ble benyttet:

$Y_j = a_i + \varepsilon_{ij}$, der

Y_j = avhengig variabel, her alder ved første målte brunst, alder ved første synlige brunst, vekt ved første målte brunst eller vekt ved første synlige brunst ($j = 1, \dots, 122$)

a_i = effekt av avlslinje ($i = 1, 2$), energinivå ($i = 1, 2, 3$) eller fôrgruppe ($i = 1, \dots, 8$)

ε_{ij} = feilledd

Vellykket inseminering

En Proc Mixed prosedyre ble benyttet til analyse av en eventuell effekt av synlig vs. stille første brunst på den vellykkede insemineringen. Følgende modell ble brukt:

$Y_j = a_i + \varepsilon_{ij}$, der

Y_j = avhengig variabel, her alder eller vekt ved vellykket inseminering ($j = 1, \dots, 120$)

a_i = effekt av synlig vs. stille første brunst ($i = 1, 2$)

ε_{ij} = feilledd

3.7.2 Figur

Microsoft Office Excel 2013 ble benyttet for å laget en grafisk fremstilling av progesteronproduksjonen hos tre utvalgte kviger, med uttak av blodprøver ved samme datoer.

4.0 Resultater

4.1 Brunsttegn før første eggløsning

Første målte og synlige brunst ble registrert hos 122 av 128 kviger. Av de 122 viste 37 (30,3 %) synlige brunsttegn i forkant av den første eggløsningen. Fire kviger var registrert som generelt brunstige uten spesifisering av brunsttegn, en med blødning, ni med ridning, 24 med sliming og to med stårefleks. Tre av kvigene ble registrert med to brunsttegn hver. For 93 av kvigene ble også andre målte brunst registrert. Andelen synlig brunst økte fra 30,3 % til 38,7 % fra første til andre målte brunst.

Resultatene fra forsøket viser at registrering av blødning samsvarer med den første målte brunsten kun hos en av kvigene, med henholdsvis registrering av blødning 9 dager før den målte brunsten. Dette vil si at 121 av kvigene ikke viste blødning 4-21 dager i forkant av et serum progesteronnivå over 2 ng/ml.

Av de 37 kvigene som viste et eller flere synlig brunsttegn i tilknytning til den første målte brunsten, var 21 av høylinje avlet for høy produksjon, mens 16 var av frisklinje avlet for helse. Kvigene var fordelt med antallet 17, 15 og 5 dyr på henholdsvis moderat, høyt og ekstra høyt energinivå. Oversikt over fordelingen av kvigene mellom fôrgruppene er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Fordelingen av kvigene med synkron synlig og målte brunst på de forskjellige fôrgruppene.

Fôrgruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	SUM
Antall	1	6	3	3	5	9	5	5	37

Det ble forøvrig ikke funnet noen signifikant effekt av avlslinje, fôrgruppe (proteinnivå) eller energinivå på den synlige brunsten ved første eggløsning ($P > 0,05$).

4.2 Årstid

Det ble ikke funnet effekt av årstid for kvigas fødsel på den synlige brunsten ved første registrerte eggløsning. Det ble heller ikke funnet effekt på vekt ved første målte brunst, vekt ved første synlige brunst eller alder ved første målte brunst ($P > 0,05$). Derimot ble det funnet at årstid ved fødsel hadde en signifikant effekt på alderen ved første synlige brunsttegn ($P = 0,007$). Kviger født på høsten (august-desember) med synkende daglengde viste en synlig brunst $1,0 \pm 0,3$ måned tidligere enn kvigene født mot våren (januar-april) med økende daglengde. I tillegg ble det funnet en signifikant forskjell i alderen ved første synlig brunst mellom fôrgruppe 3 og 7 ($P < 0,05$), og en tendens til signifikant forskjell ($P < 0,1$) mellom fôrgruppe 1 og 7 ($P = 0,0502$), samt fôrgruppe 2 og 7 ($P = 0,0893$).

4.3 Maksimal progesteronkonsentrasjon

Registrert maksimal progesteronkonsentrasjon hos kvigene i første syklus varierte fra 2,1-21,1 ng/ml, med et gjennomsnitt på 8,3 ng/ml og et standardavvik på 4,7 ng/ml. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom den synlige brunsten ved første eggøsning og den maksimale progesteronproduksjonen i første syklus ($P > 0,05$). Derimot ble det funnet effekt av fôrgruppe og energinivå på den maksimale progesteronkonsentrasjonen ($P < 0,05$). De signifikante forskjellene ble funnet mellom ME og HE kvigene, samt EE og HE kvigene, men ikke mellom ME og EE kvigene. HE kvigene hadde høyest maksimal konsentrasjon av progesteron, mens EE-kvigene hadde lavest maksimal konsentrasjon av progesteron (Tabell 7).

Tabell 7. Estimerte verdier og standardavvik (least squares mean) for den maksimale progesterontoppen (ng/ml) i første syklus hos kvigene fordelt på energinivå.

Energinivå	Progesteronkonsentrasjon ng/ml
Moderat	7,2 ± 0,7
Høyt	9,7 ± 0,6
Ekstra høyt	5,9 ± 1,2

Mellom fôrgruppene ble det funnet at fôrgruppe 8 og 5 var signifikant forskjellige fra fôrgruppe 1, 2 og 3, mens mellom de øvrige fôrgruppene ble det ikke funnet signifikante forskjeller (Tabell 8). Det ble ikke funnet noen effekt av avlslinje ved første eggøsning på maksimal progesteronproduksjon ($P > 0,05$).

Tabell 8. Estimerte verdier og standardavvik (least squares mean) for den maksimale progesterontoppen i første syklus (ng/ml) hos kvigene i fôringsgruppene.

Energinivå	Fôrgruppe	Progesteronkonsentrasjon ng/ml
Høyt	Gr. 1 (moderat protein m/urea)	10,4 ± 1,6
	Gr. 2 (moderat protein)	9,9 ± 1,0
	Gr. 3 (høyprotein)	9,4 ± 1,0
	Gr. 7 (høyprotein) *	9,5 ± 1,6
Moderat	Gr. 4 (moderat protein m/urea)	6,7 ± 1,7
	Gr. 5 (moderat protein)	6,0 ± 1,0
	Gr. 6 (høyprotein)	8,8 ± 1,1
Ekstra høyt	Gr. 8 (høyprotein)	5,9 ± 1,3

* Gruppe 7 ble fôret med melkeerstatning i melkefôringsperioden. De øvrige gruppene ble fôret med helmelk.

4.4 Alder og vekt

Alderen ved første målte brunst varierte mellom 5,4 og 17,1 måneder for alle kvigene, med et gjennomsnitt på 11,7, 9,2 og 7,8 måneder for kviger fôret på henholdsvis moderat, høyt og ekstra høyt energinivå. Alder ved første observerte brunsttegn varierte fra 7,7 til 16,2 måneder og alder ved første blødning varierte fra 8,4 til 18,2 måneder (Tabell 9).

Tabell 9. Gjennomsnittsverdier, standardavvik og variasjonsverdier for alder ved første målte brunst, første blødning og brunsttegn for alle kvigene og for kvigene fôret på de forskjellige energinivåene.

	Alle	Moderat	Høyt	Ekstra høyt
Alder første målte brunst (måneder)				
Gjennomsnitt	9,9 ± 2,0	11,7 ± 2,0	9,2 ± 0,9	7,8 ± 0,8
Min-maks	5,4-17,1	7,2-17,1	6,2-11,3	5,4-9,2
Alder første brunsttegn (måneder)				
Gjennomsnitt	10,5 ± 1,9	12,1 ± 1,7	9,9 ± 1,4	8,8 ± 0,9
Min-maks	7,7-17,5	9,5-17,5	7,7-16,2	7,7-10,7
Alder første blødning (måneder)				
Gjennomsnitt	12,3 ± 1,9	12,7 ± 1,8	11,5 ± 1,1	10,4 ± 1,2
Min-maks	8,4-18,2	10,6-18,2	8,4-14,1	8,4-12,9

Det ble funnet at fôrgruppe og energinivå hadde en signifikant effekt på alderen ved første målte brunst ($P < 0,05$). Det ble for øvrig funnet at fôrgruppene med høyt energinivå

(fôringsgruppe 1, 2, 3 og 7) ikke var signifikant forskjellige ($P > 0,05$). Heller ikke fôrgruppe 3, 7 og 8 fôret med høyprotein, eller fôrgruppe 4 og 5 var signifikant forskjellige fra hverandre ($P > 0,05$). Tabell 10 viser estimert alder for hver fôrgruppe ved første målte brunst.

Tabell 10. Estimert alder og standardavvik (least squares mean) for fôrgruppene ved første målte brunst.

Energinivå	Fôrgruppe	Alder (mnd.)
Høyt	Gr. 1 (moderat protein m/urea)	9,6 ± 0,4
	Gr. 2 (moderat protein)	9,3 ± 0,3
	Gr. 3 (høyprotein)	9,1 ± 0,3
	Gr. 7 (høyprotein) *	8,8 ± 0,4
Moderat	Gr. 4 (moderat protein m/urea)	12,5 ± 0,5
	Gr. 5 (moderat protein)	12,0 ± 0,3
	Gr. 6 (høyprotein)	10,9 ± 0,3
Ekstra høyt	Gr. 8 (høyprotein)	8,0 ± 0,4

* Gruppe 7 ble fôret med melkeerstatning i melkefôringsperioden. De øvrige gruppene ble fôret med helmelk.

Resultatene fra forsøket viste at vekt ved første målte brunst varierte mellom 191 og 402 kg for alle kvigene, med et gjennomsnitt på 298 kg, 284 kg og 267 kg for kvigene fôret på henholdsvis moderat, høyt og ekstra høyt energinivå. Det var signifikant effekt av både avlslinje og energinivå på vekt ved første målte brunst ($P = 0,02$), der kvigene avlet for ytelse var lettere enn kvigene avlet for helse (Tabell 11). EE kvigene var de letteste ved første målte brunst, mens ME kvigene var de tyngst (Tabell 12). Det var signifikant forskjell mellom moderat og ekstra høyt energinivå ($P = 0,006$), og en tendens til forskjell mellom høyt og ekstra høyt energinivå ($P = 0,06$). Det ble ikke funnet effekt av fôrgruppe på vekt ved første egglosning ($P > 0,05$).

Tabell 11. Estimerte verdier og standardavvik (least squares mean) for vekt ved første målte brunst for kvigene fra høylinja og frisklinja.

Avlslinje	Vekt (kg)
Høy	280,6 ± 4,1
Frisk	294,1 ± 4,5

Basert på kun blødning som første registrerte brunsttegn varierte vekta mellom 233 og 414 kg, med et gjennomsnitt på 323 kg og et standardavvik på 39,2 kg. Ved å inkludere øvrige brunstregistreringer, varierte vekta mellom 225 og 390 kg, med et gjennomsnitt og standardavvik på henholdsvis 302 og 33 kg. Det ble ikke funnet effekt verken av avlslinje, energinivå eller fôrgruppe på vekt ved første synlige brunsttegn ($P > 0,05$). Tabell 12 gir spesifisering av variasjon og verdier for kvigene i de forskjellige energigruppene.

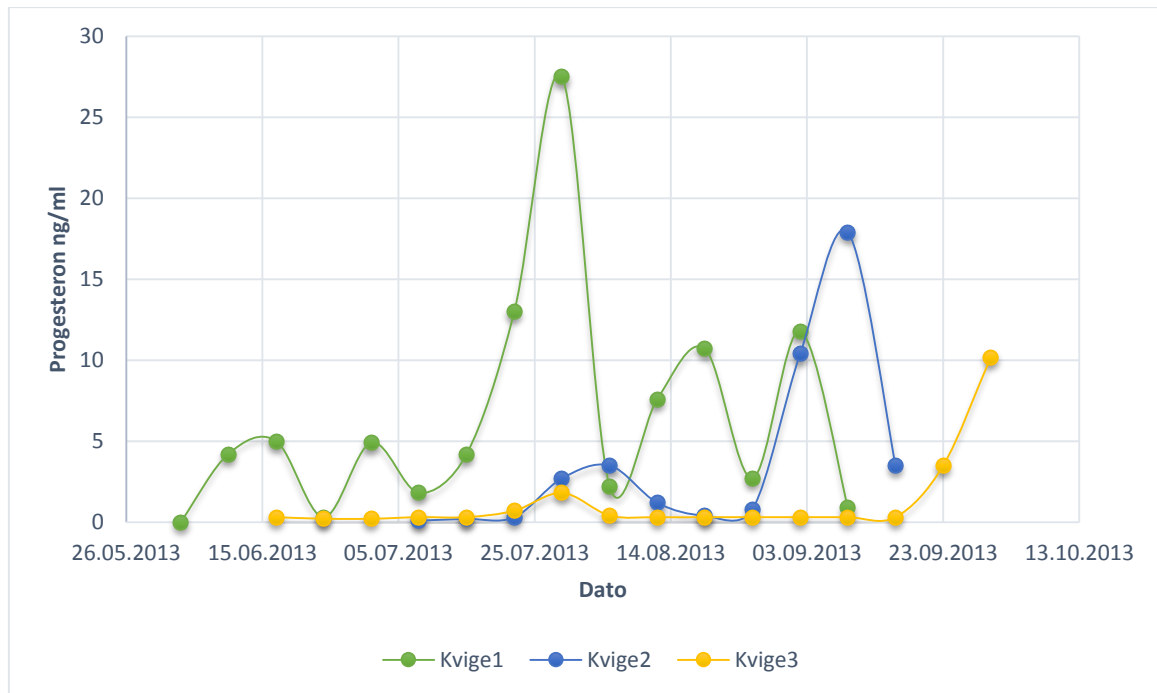
Tabell 12. Gjennomsnittsverdier, standardavvik og variasjonsverdier for vekt ved første målte brunst, første blødning og brunsttegn for alle kvigene og for kvigene føret på de forskjellige energinivåene.

	Alle	Moderat	Høyt	Ekstra høyt
Vekt første målte brunst (kg)				
Gjennomsnitt	286 ± 33	294 ± 36	284 ± 30	267 ± 29
Min-maks	191-402	229-402	202-330	191-307
Vekt første brunsttegn (kg)				
Gjennomsnitt	302 ± 33	306 ± 33	302 ± 34	300 ± 29
Min-maks	225-390	252-390	225-383	245-365
Vekt første blødning (kg)				
Gjennomsnitt	323 ± 39	323 ± 39	323 ± 41	330 ± 37
Min-maks	233-414	252-414	233-393	258-396

4.5 Progesteronproduksjon gjennom syklusen

Figuren nedenfor viser oppstart av progesteronproduksjonen hos tre utvalgte EE kviger.

Antall dager mellom de oppsatte datoene er 21 dager.



Figur 4. Oppstart av brunstsyklus og syklisk variasjonen av progesteronproduksjon hos tre utvalgte kviger føret på ekstra høyt energinivå.

Første registrering av påbegynt progesteronproduksjon, og dermed igangsatt syklus var 3. juni, 29. juli og 23. september 2013 for kvige1, kvige2 og kvige3. Kvige1 var 5,4 måneder og 191 kg ved første målte brunst, og har ifølge grafen etter dette regelmessige egglosninger med påfølgende progesterontopper. Det ble ikke registrert synlige brunsttegn i forbindelse med første egglosning. Første brunsttegn for kvige1 ble registrert 63 dager etter første målte brunst. Kvige2 var 7,8 måneder og 275 kg ved første målte brunst. Heller ikke for denne kviga ble det registrert synlige brunsttegn før første egglosning, første brunsttegn ble først registrert 47 dager etter første målte brunst, 14. september 2013. Kvige3 var 8,9 måneder og 307 kg ved første målte brunst. Første målte og synlige brunst var for denne kviga sammenfallende.

4.6 Vellykket inseminering

Den ønskede alderen ved vellykket inseminering var forskjellig avhengig av energigruppe, mens målet for levendevekt ved vellykket inseminering var 400 kg for alle kvigene. Tabell 13 viser kvigenes faktiske vekt og alder ved vellykket inseminering. Det ble ikke funnet noen effekt av en stille første brunst på alder og vekt ved vellykket inseminering ($P > 0,05$).

Tabell 13. Gjennomsnittsverdier, standardavvik og variasjonsverdier for alder (mnd.) og vekt (kg) ved vellykket inseminering for alle kvigene, og for kvigene i de forskjellige energigruppene.

	Alle	Moderat	Høyt	Ekstra høyt
Gjennomsnitt vekt	400 ± 23	400 ± 18	402 ± 26	395 ± 22
Min-maks	358-473	371-473	358-469	371-456
Gjennomsnitt alder	14,8 ± 2,3	17,1 ± 1,2	13,5 ± 1,3	11,9 ± 1,0
Min-maks	11,0-19,9	13,9-19,9	11,0-16,3	11,0-15,0

5.0 Diskusjon

Formålet med denne oppgaven var å studere om NRF-kviger viser synlige brunsttegn første gang samtidig med at de har sin første eggløsning, eller om brunsttegn og eggløsning er asynkrone. Tilleggsspørsmål som skulle besvares var om fôring med forskjellig energi- og proteinnivå, når kvigene var født på året, og avlslinje påvirket brunsten, samt om NRF-kvigenes første eggløsning og første synlige brunst opptrer ved en bestemt vekt.

5.1. Dyrematerialet

Forsøket er basert på kviger fra en og samme besetning, derfor er ikke miljøvariasjon inkludert i analysene. Med dyr og data fra ulike besetninger ville resultatene kunne sett annerledes ut. Forsøket bestod av forskjellige grupper innad i besetningen, der kvigene først og fremst ble delt opp i tre grupper avhengig av fôrrasjonenes energinivå (henholdsvis moderat, høyt og ekstra høyt). Dette gjorde at kvigene hadde forskjellig mål for alder ved inseminering og kalving (Tabell 4). På grunn av forskjellig melkefôring og tre ulike kraftfôrblandinger ble kvigene delt inn i totalt 8 fôringsgrupper.

5.2 Brunsttegn ved første eggløsning

I dette forsøket ble påbegynt syklus definert med serum progesteronkonsentrasjoner over 2 ng/ml. Det ble med andre ord antatt at det hadde vært en eggløsning i forkant av en økt progesteronkonsentrasjon. Fordi det gule legemet ikke blir dannet før etter eggløsning, og er kilden til progesteronproduksjonen, er progesteronkonsentrasjonen lav under selve brunsten (Sjaastad et al. 2010). Dette innebar at brunsttegnene måtte være observert 4-21 dager i forkant av den målte progesterontoppen, for at observert og målt brunst kunne anses som synkrone.

Den synlige brunsten ble avdekket ved hjelp av fire brunstrunder daglig fra 6 (5) måneders alder. Eventuelle brunstobservasjonene ble registrert i brunstkalenderen.

Brunstobservasjonene i forsøket ble utført av forskjellige røkttere, noe som kan ha bidratt til upresise brunstregistreringer. Registrering av brunsttegn som blødning og sliming på kviger i løsdrift eller på beite vil være en større utfordring enn på dyr som står på bås. Dette fordi kvigene vil i oppstallingsformer som løsdrift være i større aktivitet enn kyr på bås. Brunsttegn som gjelder fysisk kontakt med andre kyr, eksempelvis ridning, hodeknuffing og stårefleks, vil derimot være enklere å registrere i løsdrift og på beite. Alt i alt gjør dette at brunstregistreringene i forsøket generelt vil være basert på noe upresise registreringer, men de vil likevel være reelle og gjenspeile den praktiske virkeligheten.

Av 122 kviger viste 37 (30,3 %) synlige brunsttegn i forkant av den første egglosningen. Noe som stemmer godt over ens med resultatet Morrow fant på holsteinkviger i 1969, hvor 74 % av kvigene ved første egglosning ikke viste brunsttegn. Med andre ord, kun 26 % av Morrrows (1969) kviger hadde en synlig brunst ved første egglosning. Denne andelen var økt til 57 % ved andre egglosning. I vårt forsøk var andelen synlig brunst ved andre egglosning 38,7 %, og var derfor kun økt med 8,4 %. Denne begrensede økningen, sett i forhold til Morrrows resultater, kan skyldes at det dessverre ikke forelå tilstrekkelige progesterondata for å avdekke andre egglosning hos alle kvigene. Det var også noen få kviger som allerede ble inseminert på første brunst. Egglosning nummer to ble avdekket hos 93 av kvigene. Det ble ikke funnet noen effekt av energigruppe, fôrgruppe eller avlslinje på synlige brunsttegn i forkant av kvigenes første egglosning ($P > 0,05$).

Studier har vist at andelen stille brunst etter kalving reduseres med antall egglosninger (Isobe et al. 2004; Ranasinghe et al. 2010). Dette kan tyde på at unge kvigers energistatus når puberteten inntreffer og kyrnes energistatus i perioden etter kalving kan sammenlignes, slik at både kviger og kyr må ha et visst energilager og være i en positiv energibalanse for at reproduksjon skal være mulig (Beam & Butler 1997; Day et al. 1986; Moran et al. 1989). Som følge av et større energibehov enn kua klarer å dekke gjennom fôropptaket i starten av laktasjon, vil melkekyr i denne perioden ha en sterk mobilisering av kroppsreserver, noe som ofte fører til negativ energibalanse (Andrew et al. 1995; Bauman & Currie 1980). Det samme vil ikke være tilfelle hos ei kvige, men ei kvige vil være i vekst, og den vil gradvis bygge seg opp tilstrekkelige energireserver frem til pubertet og kjønnsmodning (Lawrence et al. 2012). På grunn av dette er det sannsynlig at stille brunst kan være en biologisk forsvarsmekanisme mot reproduksjon, og derfor trolig et signal om at dyret ikke er i stand til å bære frem et foster.

Av de 37 kvigene som viste synlige brunsttegn ved første egglosning, ble fire registrert som generelt brunstige uten spesifisering av brunsttegn, en av kvigene ble registrert med blødning, ni med ridning, 24 med sliming og to med stårefleks. Tre av kvigene ble registrert med to brunsttegn hver. Dette viser at brunstsymptomene vil være forskjellig fra kvige til kvige, og støtter dermed Footes (1975) konklusjon om at kunnskap om og kontroll med brunsttegn og brunst vil være avgjørende for å lykkes med insemineringene i besetningen.

Hos tre av kvigene ble første blødning registrert henholdsvis 27, 72 og 84 dager i forkant av den første målte brunsten. For kviga med registrert blødning 72 dager før første målte brunst, eksisterte det ikke progesteronanalyser rundt blødningsdatoen. Det ble ikke registrert andre

brunsttegn i perioden, mens neste brunsttegn ble først registrert i forkant av andre målte brunst. Dette vil si at første registrerte egglosning trolig var en stille brunst, mens brunsten var synlig ved andre registrerte egglosning. For de to øvrige kvigene samsvarte ikke progesterondata med den registrerte blødningen, og det ble ikke funnet andre brunstregistreringer i perioden før blødningen. Også disse kvigene viste en synlig brunst først i forkant av andre egglosning. Noe som tyder på at blødningene kan skyldes noe annet enn brunst eller kan ha blitt feilregistrert.

5.3 Årstid

Gruppen som ble analysert for effekt av årstid kviga ble født bestod av totalt 64 HE kviger. 45 av kvigene var født ved synkende daglengde (august-desember), mens 16 var født ved økende daglengde (januar-april). Alle kvigene i fôrgruppe 7 (Tabell 2) var vårfødte kviger. Det samme var to kviger fra fôrgruppe 2 og en kvige fra fôrgruppe 3. Det ble ikke funnet noen effekt av årstid for kvigas fødsel på den synlige brunsten ved første egglosning. Heller ikke på vekt ved første målte og synlige brunst ($P > 0,05$). Derimot ble det funnet at årstid for fødsel hadde en signifikant effekt på alderen ved første synlige brunsttegn ($P = 0,0073$). Det viste seg at kviger født på høsten (august-desember) ved synkende daglengde viste en synlig brunst $1,0 \pm 0,3$ måned tidligere enn kvigene født mot våren (januar-april) ved økende daglengde. Dette samsvarer med resultatene til Schillo et al. (1992), der høstfødte kalver nådde pubertet ved yngre alder enn vårfødte kalver. I vår studie ble ikke årstiden for første målte og synlige brunst tatt i betraktning. Dette kunne ha vært interessant siden en følge av at kvigene er født til ulik årstid vil være at de også når puberteten til ulik årstid. Kanskje kan årstidsvariasjon ha en betydning for valg av oppdrettsregime i besetninger hvor det er utfordrende å observere brunst hos kvigene.

Ved nærmere studie ble det funnet signifikant forskjell i alderen ved første synlige brunst mellom fôrgruppe 3 og 7 ($P < 0,05$), og en tendens til forskjell ($P < 0,1$) mellom fôrgruppe 1 og 7 ($P = 0,0502$) og 2 og 7 ($P = 0,0893$). Siden fôrgruppe 3 og 7 ikke bare ble føret med samme energinivå (høyt), men også samme kraftfôrblending (høyprotein), kan resultatene, sett bort ifra en eventuell årstidsvariasjon, trolig forklares med melkefôringen under kalvestadiet; fôrgruppe 7 fikk høy-protein melkeerstatning, mens de øvrige fôrgruppene fikk surmelk. Dette resultatet er noe overraskende siden energiinnholdet i tildelt mengde (se vedlegg B) var lavere i surmelka enn i melkeerstatningen (henholdsvis 21 MJ og 24,4 MJ). Men i en studie utført av Moallem et al. (2010) ble det faktisk funnet at kalver føret med helmelk hadde høyere tilvekst enn kalver føret på melkeerstatning. Dette kan tyde på at

fordøyeligheten av surmelk kan være noe høyere enn av melkeerstatningen, og at denne forskjellen kan være en mulig forklaring på de foreliggende resultatene. I tillegg hadde surmelka høyere innhold av fett enn melkeerstatningen (henholdsvis 314 g/kg TS og 148 g/kg TS), samtidig som Konnect Kavat melkeerstatning ifølge produktdeklarasjonen inneholder vegetabilsk fett. Kalvens evne til å bryte ned vegetabiliske næringsstoffer er begrenset inntil drøvtyggerfunksjonen er utviklet ved omkring 2 måneders alder (Berg & Matre 2001). Dette kan igjen ha påvirket kvigenes evne til å legge opp energireserver, noe som trolig vil ha påvirket evnen til å vise brunsttegn ved eggøsningen.

5.4 Progesteron i serum

Registrert maksimal progesteronkonsentrasjon hos kvigene i første syklus varierte fra 2,1-21,1 ng/ml, med et gjennomsnitt på 8,3 ng/ml og et standardavvik på 4,7 ng/ml. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom den synlige brunsten ved første eggøsning og den maksimale progesteronproduksjonen i første syklus ($P > 0,05$), men det ble derimot funnet effekt av fôrgruppe og energinivå på den maksimale progesteronkonsentrasjonen ($P < 0,05$). Det viste seg at forskjellene mellom fôrgrupper ble styrt av energinivå. HE kvigene hadde høyest maksimal konsentrasjon av progesteron, mens EE kvigene hadde lavest maksimal konsentrasjon av progesteron ($9,7 \pm 0,6$ ng/ml vs. $5,9 \pm 1,2$ ng/ml). Det er tidligere vist at korte sykluser er forbundet med lavere progesteronkonsentrasjon som følge av at det gule legemet er mindre enn i normale 21-dagers sykluser (Evans et al. 1994a). Derfor er det mulig at EE kvigene i dette forsøket hadde en kortere første syklus enn HE kvigene, og resultatene kan trolig kobles til forskjell i alder ved inntredelse av pubertet (Tabell 9). Dette stemmer også overens med studier som har funnet at den dominante follikkelen øker i størrelse med alderen for inntredt pubertet (Bergfeld et al. 1994; Evans et al. 1994a; Gasser et al. 2006), noe som igjen vil påvirke det gule legemets størrelse og grunnlaget for progesteronsekresjonen gjennom lutealfasen av syklusen. Det er dessuten viktig å påpeke at progesteronanalysene i hovedsak stammet fra prøveuttak gjort med 7 dagers mellomrom, noe som innebærer at det kanskje ikke er blitt fanget opp reelle maksimale progesteronverdier for samtlige kyr. Et gult legeme vil produsere progesteron i ca. 12-13 dager i en normal syklus på 21 dager (Sjaastad et al. 2010), mens syklusen i starten av pubertet hos kviger ofte er uregelmessige og korte (Moran et al. 1989). Dette gjør at analyser fra hyppigere prøveuttak kunne gitt en bedre indikasjon på den maksimale progesteronkonsentrasjonen i første syklus. I tillegg ville hyppigere uttak bedre kunnet illustrere kvigenes første syklus frem til andre eggøsning. Dette var ikke gjennomførbart i forsøket.

Figur 4 viser inntredelse av pubertet med tilhørende progesteronverdier hos tre utvalgte kviger fra fôrgruppe 8 fôret på ekstra høyt energinivå. Kvigene ble behandlet likt helt fra fødselen. De begynte syklus ved forskjellig alder og vekt, men kun en av kvigene viste synlig brunst ved første egglosning. Figur 4 illustrer godt at inntredelse av pubertet er et samspill mellom individ og flere miljøfaktorer.

5.5 Alder og vekt

Som forventet ut fra fôringsstrategi og planlagt tilvekst var alder ved første egglosning og første brunsttegn signifikant forskjellige mellom energigruppene ($P < 0,05$). Det ble også funnet signifikant effekt av energi i fôret på alder ved første målte brunst ($P < 0,05$) (Tabell 10). Kviger fôret med høyt proteinnivå når dessuten pubertet generelt ved noe lavere alder enn kvigene fôret på moderat proteinnivå og med samme energinivå. Funnene i forsøket støtter dermed tidligere studier hvor det ble konkludert at tidspunkt for når puberteten inntreer i større grad er bestemt av vekt enn av den kronologiske alderen (Capuco et al. 1995; Macdonald et al. 2005; Stelwagen & Grieve 1990).

Vekt ved første målte brunst over alle grupper var i gjennomsnitt 286 kg, med variasjon mellom 191 og 402 kg. Det var signifikante forskjeller i vekt ved første målte brunst mellom ME og EE-gruppene ($P = 0,006$), og dessuten tendens til forskjell mellom HE og EE-gruppene ($P = 0,06$). Kviger fôret med ME, HE og EE veide gjennomsnittlig henholdsvis 294 kg, 284 kg og 267 kg ved første målte brunst. EE kvigene var dermed lettere ved første egglosning enn HE kvigene, mens kvigene fôret på moderat energinivå var de tyngste. Dette er et noe overraskende resultat siden tidligere forsøk har funnet at pubertet inntreer ved lik vekt innen samme rase, til tross for ulik fôringsstrategi (Macdonald et al. 2005). En mulig forklaring er at EE kvigene kan ha hatt mulighet til å avleire fett ved en lavere vekt enn de øvrige kvigene: De ble ikke bare fôret med ekstra høyt energinivå fra 3-måneders alder. I tillegg fikk de kraftfôr med høyt proteinnivå samt ad.lib melkefôring fra fødsel til avvenning. Leptinnivået er vist å øke med økende mengde fettvev (Sjaastad et al. 2010), og økt leptinnivå kan ha hatt viktig, tidlig signaleffekt ved igangsetting av syklus hos EE-kvigene. Det ble også funnet at avlslinje kvigene tilhørte hadde en signifikant sammenheng med vekt ved første målte brunst ($P < 0,05$). Kviger avlet for ytelse var lettere ved første målte brunst enn kviger avlet for god helse (henholdsvis 280 ± 4 kg vs. 294 ± 4 kg). Dette støttes av en tidligere studie utført av Martin et al. (1992), som fant at kyr avlet for melkeytelse var yngre ved pubertet enn de øvrige kyrne.

I vårt forsøk ble det ikke funnet noen effekt av avlslinje på alderen ved første målte brunst, men dette resultatet er lite representativt fordi alderen ved pubertet varierte mellom energigruppene som følge av ulik tilvekst. Derfor ville det vært interessant å teste avlslinje opp mot hver enkelt energigruppe. Det ble dessverre ikke gjennomført i dette forsøket, men ifølge de foreliggende resultatene kan det tyde på at avl for ytelse fører til at pubertet inntreffer ved en lavere vekt enn hos kviger avlet for helse.

Ei NRF-kvige vil normalt vise synlig brunst før passerte 325 kg (Refsdal et al. 2014). Ved ensidig fokus på blødning som første registrerte brunsttegn i dette forsøket varierte vekten mellom 233 og 414 kg, med et gjennomsnitt på 323 kg for alle kvigene. Ved å inkludere øvrige brunstobservasjoner var denne vekta noe redusert, og varierte mellom 225 og 390 kg, med et gjennomsnitt 302 kg. Fordeles kvigene på de tilhørende energigruppene ble den første blødningen observert ved 323 kg, 323 kg og 330 kg hos henholdsvis ME, HE og EE kvigene, mens det første brunsttegnet ble observert ved 306 kg, 302 kg og 300 kg. Til tross for at de aller fleste kvigene trolig vil vise en blødning før TINEs (2012) anbefalte levendevekt ved inseminering (400 kg), viser disse resultatene at det vil være hensiktsmessig å registrere flere brunsttegn i forbindelse med brunstobservasjonene. Dette for å få en oversikt over kviger i begynnende syklus, og dermed også for å kunne planlegge insemineringen. Det kan også se ut til at den synlige brunsten blir tydeligere og omfatter et bredere spekter av brunstsymptomer jo tyngre kvigene blir, noe som stemmer godt overens med hva Morrow fant i sin studie (1969).

I følge GENO (2014) vil ei voksen NRF-ku veie mellom 550 og 650 kg. Ved å ta utgangspunkt i 600 kg voksenvekt hadde kvigene første egglosning ved 48 % av sin forventede voksenvekt. Det vil derfor i dette forsøket være riktig å påstå at kvigene nådde pubertet mellom 45-55 % av sin forventede voksenvekt. Som imidlertid er høyere enn hva tidligere forsøk har funnet, hvor pubertet inntrådte når kvigene var 30-40 % av sin forventede voksenvekt (Heinrichs 1993; Van Amburgh et al. 1998). Fordi disse forsøkene var basert på observasjon av Holsteinkviger, kan det tyde på at NRF-kviger vil være noe større i forhold til sin voksenvekt ved første egglosning enn Holsteinkviger.

5.6 Vellykket inseminering

Det ble ikke funnet noen effekt av stille brunst ved første egglosning på alder og vekt ved vellykket inseminering ($P > 0,05$). Mål for vekt ved vellykket inseminering var 400 kg, mens den faktiske gjennomsnittsvekten ved vellykket inseminering var 400 ± 23 kg for alle kvigene. Alderen varierte avhengig av fôrrasjonens energinivå og mål for innkalvingsalder

(Tabell 4). Til tross for varierende evne til å vise brunst ved oppstart av syklus, tyder resultatene på at kvigenes evne til å vise brunst er god, og i stor grad regelmessig ved en levendevekt på 400 kg. I forsøket ble det ikke benyttet aktivitetsmåler, og brunstobservasjonene ble utført av mange forskjellige personer. Dette tyder på at gode rutiner for brunstobservasjoner, i tillegg til robuste og velutviklede kviger (TINE 2012), er avgjørende for å kunne lykkes med insemineringen i besetningen.

6.0 Konklusjon

I dette materialet ble det funnet at kun 30,3 % av kvigene viste synlig brunsttegn i forkant av første eggøsning, definert som et serum progesteronnivå over 2 ng/ml. Hvilke brunsttegn som ble spesifisert ved registrering av synlig brunst ved første eggøsning varierte mellom sliming, blødning, ridning og stårefleks. Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom den synlige brunsten ved første eggøsning og avlslinje, energinivå, proteinnivå eller årstid ved fødsel ($P > 0,05$). Det ble heller ikke funnet noen effekt av stille første brunst på vellykket inseminering ($P > 0,05$).

Vekt ved første eggøsning var signifikant påvirket av avlslinje og energinivå ($P = 0,02$ og $0,02$). Kviger føret på moderat, høyt og ekstra høyt energinivå veide gjennomsnittlig 298 kg, 284 kg og 267 kg ved første eggøsning, mens kvigene fra frisklinja var 294 kg og kvigene fra høylinja var 280 kg. Den første observerte brunsten og blødningen oppstod i gjennomsnitt ved henholdsvis 302 kg og 323 kg i hele materialet.

Det konkluderes med at de fleste NRF-kviger vil ha påbegynt brunstsyklus før passerte 300 kg, men at kun 1/3 vil vise synlige brunsttegn ved første eggøsning. For å få en god oversikt over kviger i påbegynt syklus og for planlegging av inseminering i besetningen, er det viktig med regelmessige brunstobservasjoner allerede fra 5-6 måneders alder, samt god kunnskap om brunsttegnene. Forekomst av stille brunst ved første eggøsning har ingen signifikant effekt på tidspunkt for vellykket inseminering ($P < 0,05$), såfremt kvigene er omkring 400 kg ved inseminering.

Litteraturliste

- Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L. & Pirlo, G. (2012). Effect of average daily gain on body size, metabolism, and milk production of Italian Holstein heifers raised on two different planes of nutrition and calving at two different ages. *Livestock Science*, 149 (1-2): 7-17.
- Adams, G. P. (1994). Control of Ovarian Follicular Wave Dynamics in Cattle - Implications for Synchronization and Superstimulation. *Theriogenology*, 41 (1): 19-24.
- Adams, G. P., Jaiswal, R., Singh, J. & Malhi, P. (2008). Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, 69 (1): 72-80.
- Anderssen, Å. F., Overrein, H. & Volden, H. (2010). Tips om kvigeoppdrett. *Buskap*, 2: 52-54.
- Andrew, S. M., Erdman, R. A. & Waldo, D. R. (1995). Prediction of Body-Composition of Dairy-Cows at 3 Physiological Stages from Deuterium-Oxide and Urea Dilution. *Journal of Dairy Science*, 78 (5): 1083-1095.
- Archbold, H., Shalloo, L., Kennedy, E., Pierce, K. M. & Buckley, F. (2012). Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein-Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability. *Animal*, 6 (7): 1143-1151.
- Bauman, D. E. & Currie, W. B. (1980). Partitioning of Nutrients during Pregnancy and Lactation - a Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63 (9): 1514-1529.
- Beam, S. W. & Butler, W. R. (1997). Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction*, 56 (1): 133-142.
- Berg, J. & Matre, T. (2001). *Produksjon av storfekjøtt*. Oslo: Landbruksforlaget. 198 s.
- Bergfeld, E. G. M., Kojima, F. N., Cupp, A. S., Wehrman, M. E., Peters, K. E., Garciawinder, M. & Kinder, J. E. (1994). Ovarian Follicular Development in Prepubertal Heifers Is Influenced by Level of Dietary Energy-Intake. *Biology of Reproduction*, 51 (5): 1051-1057.
- Bond, G. B., Von Keyserlingk, M. A. G., Chapinal, N., Pajor, E. A. & M., W. D. (2015). Among farm variation in heifer BW gains. *Animal*, 9 (11): 1884-1887.
- Burns, D. S., Jimenez-Krassel, F., Ireland, J. L. H., Knight, P. G. & Ireland, J. J. (2005). Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: Evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. *Biology of Reproduction*, 73 (1): 54-62.
- Capuco, A. V., Smith, J. J., Waldo, D. R. & Rexroad, C. E. (1995). Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 78 (12): 2709-2725.
- Ciccioli, N. H., Wettemann, R. P., Spicer, L. J., Lents, C. A., White, F. J. & Keisler, D. H. (2003). Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, 81 (12): 3107-3120.
- Day, M. L., Imakawa, K., Zalesky, D. D., Kittok, R. J. & Kinder, J. E. (1986). Effects of Restriction of Dietary Energy-Intake during the Prepubertal Period on

- Secretion of Luteinizing-Hormone and Responsiveness of the Pituitary to Luteinizing-Hormone-Releasing Hormone in Heifers. *Journal of Animal Science*, 62 (6): 1641-1648.
- Day, M. L., Imakawa, K., Wolfe, P. L., Kittok, R. J. & Kinder, J. E. (1987). Endocrine Mechanisms of Puberty in Heifers - Role of Hypothalamo-Pituitary Estradiol Receptors in the Negative Feedback of Estradiol on Luteinizing-Hormone Secretion. *Biology of Reproduction*, 37 (5): 1054-1065.
- De Rensis, F. & Scaramuzzi, R. J. (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow - a review. *Theriogenology*, 60 (6): 1139-1151.
- Dobson, H., Walker, S. L., Morris, M. J., Routly, J. E. & Smith, R. F. (2008). Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? *Animal*, 2 (8): 1104-1111.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. & Webster, G. (1989). A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy-Cows. *Journal of Dairy Science*, 72 (1): 68-78.
- Evans, A. C. O., Adams, G. P. & Rawlings, N. C. (1994a). Endocrine and Ovarian Follicular Changes Leading up to the First Ovulation in Prepubertal Heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, 100 (1): 187-194.
- Evans, A. C. O., Adams, G. P. & Rawlings, N. C. (1994b). Follicular and Hormonal Development in Prepubertal Heifers from 2 to 36 Weeks of Age. *Journal of Reproduction and Fertility*, 102 (2): 463-470.
- Foldager, J., Sejrsen, K. & Soerensen, J. T. (1988). The effect of plane of nutrition on growth and feed utilization in RDM and SDM heifers: revision of energy requirements for growth. *National Institute of Animal Science*, no. 648.
- Foote, R. H. (1975). Estrus Detection and Estrus Detection Aids. *Journal of Dairy Science*, 58 (2): 248-256.
- Fortune, J. E. (1994). Ovarian Follicular-Growth and Development in Mammals. *Biology of Reproduction*, 50 (2): 225-232.
- Gasser, C. L., Burke, C. R., Mussard, M. L., Behlke, E. J., Grum, D. E., Kinder, J. E. & Day, M. L. (2006). Induction of precocious puberty in heifers II: Advanced ovarian follicular development. *Journal of Animal Science*, 84 (8): 2042-2049.
- GENO. (2014). *Karakteristikk hos NRF*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Start/Geno-Avler-for-bedre-liv/OM-NRF-KUA1/Karakteristikk-hos-NRF/?parent=282> (lest 5.11.15).
- Gillund, P., Ranby, A., Reksen, O., Engeland, I., Karlberg, K. & Lutnæs, B. (1999). Utprøving av en holdvurderingsmetode på NRF-kyr. *Norsk Veterinærtidsskrift* 111: 623-632.
- Ginther, O. J., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M., Gibbons, J. R. & Kot, K. (1996). Selection of the dominant follicle in cattle. *Biology of Reproduction*, 55 (6): 1187-1194.
- Hawk, H. W. (1987). Transport and Fate of Spermatozoa after Insemination of Cattle. *Journal of Dairy Science*, 70 (7): 1487-1503.
- Heinrichs, A. J. (1993). Raising Dairy Replacements to Meet the Needs of the 21st-Century. *Journal of Dairy Science*, 76 (10): 3179-3187.
- Hoffman, P. C. & Funk, D. A. (1992). Applied Dynamics of Dairy Replacement Growth and Management. *Journal of Dairy Science*, 75 (9): 2504-2516.

- Hopper, H. W., Silcox, R. W., Byerley, D. J. & Kiser, T. E. (1993). Follicular Development in Prepubertal Heifers. *Animal Reproduction Science*, 31 (1-2): 7-12.
- Hunter, R. H. F. & Greve, T. (1997). Could artificial insemination of cattle be more fruitful? Penalties associated with ageing eggs. *Reproduction in Domestic Animals*, 32 (3): 137-141.
- Ireland, J. J., Mihm, M., Austin, E., Diskin, M. G. & Roche, J. F. (2000). Historical perspective of turnover of dominant follicles during the bovine estrous cycle: Key concepts, studies, advancements, and terms. *Journal of Dairy Science*, 83 (7): 1648-1658.
- Isobe, N., Yoshimura, T., Yoshida, C. & Nakao, T. (2004). Incidence of silent ovulation in dairy cows during post partum period. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 111 (1): 35-38.
- Jones, E. J., Armstrong, J. D. & Harvey, R. W. (1991). Changes in Metabolites, Metabolic Hormones, and Luteinizing-Hormone before Puberty in Angus, Braford, Charolais, and Simmental Heifers. *Journal of Animal Science*, 69 (4): 1607-1615.
- Lawrence, T. L. J., Fowler, V. R. & Novakofski, J. E. (2012). *Growth of farm animals*. 3rd utg. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA: CABI. xv, 352 p. s.
- Le Cozler, Y., Peyraud, J. L. & Troccon, J. L. (2009). Effect of feeding regime, growth intensity and age at first insemination on performances and longevity of Holstein heifers born during autumn. *Livestock Science*, 124 (1-3): 72-81.
- Macdonald, K. A., Penno, J. W., Bryant, A. M. & Roche, J. R. (2005). Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88 (9): 3363-3375.
- Madan, M. L., Das, S. K. & Palta, P. (1996). Application of reproductive technology to buffaloes. *Animal Reproduction Science*, 42 (1-4): 299-306.
- Martin, L. C., Brinks, J. S., Bourdon, R. M. & Cundiff, L. V. (1992). Genetic-Effects on Beef Heifer Puberty and Subsequent Reproduction. *Journal of Animal Science*, 70 (12): 4006-4017.
- McDonald, P. (2011). *Animal nutrition*. 7. utg. Harlow, England ; New York: Prentice Hall/Pearson. xvii, 692 p. s.
- Moallem, U., Werner, D., Lehrer, H., Zachut, M., Livshitz, L., Yakoby, S. & Shamay, A. (2010). Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *Journal of Dairy Science*, 93 (6): 2639-2650.
- Moran, C., Quirke, J. F. & Roche, J. F. (1989). Puberty in Heifers - a Review. *Animal Reproduction Science*, 18 (1-3): 167-182.
- Morrow, D. A. (1969). Estrous Behavior and Ovarian Activity in Prepuberal and Postpuberal Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 52 (2): 224-&.
- Place, N. T., Heinrichs, A. J. & Erb, H. N. (1998). The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *Journal of Dairy Science*, 81 (4): 1004-1009.

- Prange, R. W. & Duby, R. T. (2015). *Dairy IRM 1: Anatomy of the cow's reproductive tract*. Tilgjengelig fra: <http://www.wvu.edu/~agexten/forglvst/Dairy/dirm1.pdf> (lest 18.11.15).
- Pursley, J. R., Silcox, R. W. & Wiltbank, M. C. (1998). Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81 (8): 2139-2144.
- Radcliff, R. P., Vandehaar, M. J., Chapin, L. T., Pilbeam, T. E., Beede, D. K., Stanisiewski, E. P. & Tucker, H. A. (2000). Effects of diet and injection of bovine somatotropin on prepubertal growth and first-lactation milk yields of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 83 (1): 23-29.
- Raeth-Knight, M., Chester-Jones, H., Hayes, S., Linn, J., Larson, R., Ziegler, D., Ziegler, B. & Broadwater, N. (2009). Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. *Journal of Dairy Science*, 92 (2): 799-809.
- Ranasinghe, R. M. S. B. K., Nakao, T., Yamada, K. & Koike, K. (2010). Silent ovulation, based on walking activity and milk progesterone concentrations, in Holstein cows housed in a free-stall barn. *Theriogenology*, 73 (7): 942-949.
- Refsdal, A. O. (2007). Reproductive performance of Norwegian cattle from 1985 to 2005: trends and seasonality. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49.
- Refsdal, A. O., Gillund, P. & Karlberg, K. (2014). *Fruktbarhet i fjøset*. Bergen: Fagbokforlaget. 207 s.
- Rhodes, F. M., Entwistle, K. W. & Kinder, J. E. (1996). Changes in ovarian function and gonadotropin secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in *Bos indicus* heifers. *Biology of Reproduction*, 55 (6): 1437-1443.
- Rincker, L. E. D., VandeHaar, M. J., Wolf, C. A., Liesman, J. S., Chapin, L. T. & Nielsen, M. S. W. (2011). Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *Journal of Dairy Science*, 94 (7): 3554-3567.
- Robinson, J. J., Ashworth, C. J., Rooke, J. A., Mitchell, L. M. & McEvoy, T. G. (2006). Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Animal Feed Science and Technology*, 126 (3-4): 259-276.
- Roelofs, J. B., Bouwman, E. G., Dieleman, S. J., Van Eerdenburg, F. J. C. M., Kaal-Lansbergen, L. M. T. E., Soede, N. M. & Kemp, B. (2004). Influence of repeated rectal ultrasound examinations on hormone profiles and behaviour around oestrus and ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, 62 (7): 1337-1352.
- Roelofs, J. B., van Eerdenburg, F. J. C. M., Soede, N. M. & Kemp, B. (2005). Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, 63 (5): 1366-1377.
- Roelofs, J. B., Graat, E. A. M., Mullaart, E., Soede, N. M., Voskamp-Harkema, W. & Kemp, B. (2006). Effects of insemination-ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology*, 66 (9): 2173-2181.
- Roy, J. H. B., Gillies, C. M., Perfitt, M. W. & Stobo, I. J. F. (1980). Effect of Season of the Year and Phase of the Moon on Puberty and on the Occurrence of Estrus

- and Conception in Dairy Heifers Reared on High Planes of Nutrition. *Animal Production*, 31 (Aug): 13-26.
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E. & G., B. J. (2011). *Menneskekroppen - Fysiologi og anatomi*. 2. utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS. 544 s.
- Schillo, K. K., Hall, J. B. & Hileman, S. M. (1992). Effects of Nutrition and Season on the Onset of Puberty in the Beef Heifer. *Journal of Animal Science*, 70 (12): 3994-4005.
- Sejrsen, K. (1994). Relationships between Nutrition, Puberty and Mammary Development in Cattle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53 (1): 103-111.
- Sejrsen, K. & Purup, S. (1997). Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: A review. *Journal of Animal Science*, 75 (3): 828-835.
- Sirois, J. & Fortune, J. E. (1988). Ultrasonographic Monitoring of Ovarian Follicular Dynamics during the Estrous-Cycle in Heifers. *Theriogenology*, 29 (1): 308-308.
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals* 2. utg. Oslo: Scandinavian Veterinary Press. 804 s.
- Smitz, J. E. J. & Cortvrindt, R. G. (2002). The earliest stages of folliculogenesis in vitro. *Reproduction*, 123 (2): 185-202.
- Stanton, A. L., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Wormuth, J. & Leslie, K. E. (2012). The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 95 (9): 4950-4960.
- 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 (9): 2333-2341.
- Sveberg, G. & Refsdal, A. O. (red.). (2011). *Ny kunnskap om brunstfaser og inseminasjonstidspunkt hos ku*: Husdyrforsøksmøte 2011.
- Sveberg, G. (2013). Brunsttegn og hva så? *Buskap*, 6: 24.
- Sveberg, G. (2015a). NRF er sterk på ridning i brunsten. *Buskap*, 4: 54-55.
- Sveberg, G. (2015b). Tegn i forbunsten. *Buskap*, 5: 28-29.
- Sveberg, G., Rogers, G. W., Cooper, J., Refsdal, A. O., Erhard, H. W., Kommisrud, E., Buckley, F., Waldmann, A. & Ropstad, E. (2015). Comparison of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle for estrus length and estrous signs. *Journal of Dairy Science*, 98 (4): 2450-2461.
- TINE. (2012). Godt kvigeoppdrett. *TINE Rådgivning*. 7 s.
- Van Amburgh, M. E., Galton, D. M., Bauman, D. E., Everett, R. W., Fox, D. G., Chase, L. E. & Erb, H. N. (1998). Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science*, 81 (2): 527-538.
- Waltnerotews, D., Martin, S. W. & Meek, A. H. (1986). The Effect of Early Calfhooth Health-Status on Survivorship and Age at 1st Calving. *Canadian Journal of Veterinary Research-Revue Canadienne De Recherche Veterinaire*, 50 (3): 314-317.
- Warriss, P. D. (2010). *Meat Science-An Introductory Text*. 2. utg. Wallingford, UK: CABI. 234 s.

- Webb, R., Woad, K. J. & Armstrong, D. G. (2002). Corpus luteum (CL) function: local control mechanisms. *Domestic Animal Endocrinology*, 23 (1-2): 277-285.
- Wolfenson, D., Roth, Z. & Meidan, R. (2000). Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Animal Reproduction Science*, 60: 535-547.

Vedlegg

Vedlegg A – Næringsinnhold melkefôring

Tabell A.1. Næringsinnhold (g/kg tørrstoff) i surmelk og Konnect Kavat melkeerstatning benyttet i forsøket.

	Surmelk	Utblandet Konnect Kavat melkeerstatning
Tørrstoff (g/kg)	130	146
Aske	57	66
Protein	266	262
Fett	314	148
Laktose	327	450
Energiinnhold per liter (MJ)^a	3,0	2,7
Totalt energiinnhold (MJ) i tildelt mengde	21,0	24,4

^a Energiinnholdet regnet ut med 95% fordøyelighet, og med energifaktorene 16,5 kJ/g laktose, 38,5 kJ/g fett, 24,5 kJ/g protein.

Vedlegg B – Kraftfôrblandingene

Tabell B.1. Kraftfôrblendingenes ingredienser, og mengde av hver ingrediens (%) i hver kraftfôrblending benyttet i forsøket.

Råvarer	Moderat protein m/urea (%)	Moderat protein (%)	Høyprotein (%)
Bygg	59,80	52,50	28,50
Havre	15,00	15,00	15,00
Rapsfrø	5,00	5,00	5,00
Expro rapsmel	4,00	9,00	20,00
Ekstrahert soya	3,50	7,00	20,00
Melasse	5,00	5,00	5,00
Urea	1,00		
Vitamin- /mineralblanding	5,00	5,00	5,00
Natriumsulfat	0,20		
Kalk	1,50	1,50	1,50

Tabell B.2. Næringsinnholdet i kraftfôrblendingene.

	Moderat protein m/urea	Moderat protein	Høyprotein
Tørrstoff (g/kg)	884	883	884
Aske (g/kg TS)	94	97	109
Råprotein (g/kg TS)	161	161	240
Løselig råprotein (g/kg råprotein)	368	199	155
Ammoniakk nitrogen (g N/kg N)	181	0	0
Råfett (g/kg TS)	56	57	58
NDF (g/kg TS)	186	189	186
Ufordøyelig NDF (g/kg NDF)	Skjult	Skjult	Skjult
Stivelse (g/kg TS)	446	403	264
Totale syrer (g/kg TS)	0	0	0
Restfraksjon (g/kg TS)	57	93	142
Tyggetidsindeks (min/kg TS)	4	4	4
Fylleverdi (FV/kg TS)	0,22	0,22	0,22
AAT 20 kg TS (g/kg TS)	103	112	135
PBV 20 kg TS (g/kg TS)	15	3	54
Nettoenergi 20 kg TS (MJ/kg TS)	7,05	7,16	7,23

Vedlegg C – Innhold i totalrasjonen

Tabell C.1. Gjennomsnittlig innhold med tilhørende standardavvik av konsumert råprotein, NDF (neutral detergent fiber) og NEg (netto energi vekst) per kroppsvekt i total rasjonen tildelt 2010- og 2011-kvigene fra 3 måneders alder og frem konstatert drektighet (Data hentet fra phd. Hilde Kristine Lyby Wærp, 2015).

	HEMP¹	HEHP²	MEMP³	MEHP⁴
Råprotein g/kg TS	141 ± 12,7	153 ± 15,2	111 ± 8,6	123 ± 10,8
NDF g/kg TS	490 ± 29,8	489 ± 29,9	565 ± 28,7	566 ± 28,2
NEg MJ/kg kroppsvekt	0,15 ± 0,033	0,14 ± 0,035	0,12 ± 0,043	0,12 ± 0,041

¹Høyenergi m/ moderat protein (fôrgr. 1 og 2). ²Høyenergi m/høyprotein (fôrgr. 3 og 7). ³Moderat energi m/moderat protein (fôrgr. 4 og 5). ⁴Moderat energi m/høyprotein (fôrgr. 6).

Ingen totalrasjon er beregnet for fôrgruppe 8, fôret på ekstra høyt energinivå og høyprotein.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no