



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2024 30 stp
Fakultet for biovitenskap

Effekt av ammetante-system og sesong på tilvekst hos kalv

The effect of foster cow system and season on calf
growth

Ingrid Søyland
Husdyrvitenskap

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på fem flotte år på husdyrvitenskap ved Norges Miljø- og biovitenskapelige Universitet i Ås. Det er et studieløp som har gitt meg god kompetanse innen føring, etologi og generelt management innen både storfe og gris. Det har bidratt til å sette teori på den praktiske erfaringen jeg hadde fra før. Ikke minst har studieløpet gitt meg et stort nettverk med fantastiske folk.

Interessen for melkeproduksjon har vært der siden jeg var liten, og det har alltid vært noe ekstra med kalv. På gården hjemme har vi lenge praktisert kalveoppdrett med bruk av ammetanter. Det har vært en koselig måte å ha kalv på, og utrolig kjekt å se dem leke ute og følge moren. Ku-kalv samvær har blitt et mer aktuelt tema og eventuelle fremtidige krav kan få store konsekvenser for bønder. Dermed oppsto ideen om å skrive masteroppgaven min om tilvekst hos kalver i ammetante-system, som et potensielt alternativ til mor-avkom samvær.

Jeg ønsker å rette en stor takk til mine to veiledere, Margrete Eknæs og Sabine A. L Ferneborg, for god hjelp og oppfølging i masterarbeidet. En stor takk til far som har hjulpet å tilrettelegge for forsøket og veie kalver i «dette maser-prosjektet» mitt, og mor for korrekturlesning og tilbakemeldinger på oppgaven. Til slutt vil jeg takke alle på lesesalen for det fantastiske miljøet her på Ås, jeg hadde nok aldri tatt en mastergrad uten dere!

Fakultet for biovitenskap
Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Ås, 15.05.2024

Ingrid Søyland

Sammendrag

Det er vanlig praksis i melkeproduksjonen å fjerne kalv og ku rett etter fødsel, men på grunn av økt fokus på dyrevelferd har ku-kalv system fått større interesse. Forsøk med Ku-kalv system viser positive effekter på tilveksten til kalven, men det er flere utfordringer rundt management og bygg som gjør det vanskelig for mange å ta i bruk systemet. Ammetante-system er et alternativ til ku-kalv samvær. Systemet kan være mindre krevende ift. management og bygninger, og kan bidra til at flere produsenter har mulighet til å imøtekomme fremtidige krav om ku-kalv samvær. Formålet med denne studien var å undersøke effekten av ammetanter som fôringssystem på tilvekst hos kalv sammenlignet med det mer tradisjonelle fôringssystemet med bruk av melkebar. For å undersøke om tilveksten hos kalvene var påvirket av sesong, ble de to fôringssystemene testet ut på både vår- og høstfødte kalver.

Forsøket ble utført på et melkebruk, og kalvene som ble født i 2023 ble fordelt på ti grupper. Melkebruket brukte Aberdeen Angus som farrase på overskuddskalvene og rekrutteringsdyrene var renrasert Norsk Rødt Fe (**NRF**). De to rasene ble fordelt jevnt mellom fôringssystemene. Det var fem grupper med ammetanter, og hver gruppe bestod av to kyr og fem til syv kalver. I forsøket inngikk også fem melkebar-grupper, hver bestående av fem til åtte kalver. Kalvingene skjedde i to puljer som ga grunnlag for å undersøke tilvekstene mellom vår og høst. Begge fôringssystemene ble satt sammen i løpet av kalvenes første leveuke, og vektene ble registrert ved fødsel (dag 0), avvenning (dag 50) og salg (dag 107).

Det var ingen signifikante forskjeller mellom fôringssystemene på tilveksten til kalvene for noen av rasene. Ammetante tenderte til å ha lavere tilvekst før avvenning, mens tendensen snudde etter avvenning. Det var signifikant høyere ($P < 0,01$) tilvekst hos de vårfødte Angus-krysningene sammenlignet med de høstfødte, men ingen signifikant effekt av sesong på tilveksten hos NRF-kalvene ($P = 0,72$). Dette gjenspeilet seg også i en signifikant høyere salgsvikt for vårfødte Angus-krysninger sammenlignet med de høstfødte for begge fôringssystemene, mens det for NRF ikke var effekt av sesong. Tines produksjonskontroll viste at kvigene ligger an til å nå en levendevekt ved innkalving på 570 kg ved 23 måneder og oksene en slaktevekt på 320 kg ved 16 måneder, som er over landsgjennomsnittet (uavhengig av fôringssystem). Resultatene i denne oppgaven viser at ammetante-systemet gir tilvekster på lik linje med det tradisjonelle fôringssystemet med bruk av melkebar.

Abstract

It's common practice in dairy farms to separate the calf and cow right after birth. Due to an increased focus on animal welfare, the cow-calf system has gained more interest from consumers and the industry. Cow-calf contact has had a positive effect on calf growth, but there are several challenges around management and infrastructure that make it difficult for many to adopt the system. Foster cow systems are one of the most attractive alternatives to cow-calf contact and might help more farmers to meet future requirements for cow-calf contact. The aim of this study was to examine the effect of foster cows as a feeding system on calf growth compared to the more traditional feeding system with milk bars. To investigate whether calf growth was affected by season, the two feeding systems were tested on calves born both in the spring and fall.

The experiment was conducted on a dairy farm, and the calves born in 2023 were divided into ten groups. The farm used Aberdeen Angus x Norwegian Red (**NR**) crossbreeds and purebred Norwegian Red, and the breeds were evenly distributed among the feeding systems. There were five groups with foster cows each consisting of two cows and five to seven calves. Within the milk bar system there were five to eight calves. Calving's was divided into two groups which provided a basis for examining differences in growth between spring and fall. Both feeding system were established within the first week after birth. Weights were recorded at birth (day 0), weaning (day 50) and sale (day 107).

There were no significant differences in calf growth rates between feeding systems for the two breeds. Foster cows tended to have lower growth rates before weaning, while the trend reversed after weaning. There was a significant difference in growth between spring and fall for Angus crossbreeds ($P < 0,01$), but no significant difference in growth for NR ($P = 0,72$). Tine's production control shows that the heifers were on track to reach a liveweight of 570 kg at 23 months and a slaughter weight for the bulls of 320 kg at 16 months, which is above the national average. The conclusion was that there was no effect of feeding system which indicated that the foster cow system provides growth rates similar to milk bar feeding. The season has a significant effect on calf growth for Angus crossbreeds.

Innholdsfortegnelse

Forord	II
Sammendrag	IV
Abstract	V
1 Innledning	1
2 Teori	3
2.1 <i>Kalvens start</i>	3
2.2 <i>Råmelk</i>	3
2.3 <i>Temperatur</i>	5
2.4 <i>Oppstalling</i>	7
2.5 <i>Vomutvikling</i>	8
2.6 <i>Vann</i>	9
2.7 <i>Kvalitet og næringsinnhold av fôr</i>	9
2.8 <i>Melketype</i>	11
2.9 <i>Temperatur på melka</i>	12
2.10 <i>Føringsstrategi: Restriktiv eller appetittføring</i>	13
2.11 <i>Amming</i>	15
2.12 <i>Avvenningsstrategi</i>	16
2.12.1 <i>Avvenning av ammekalver</i>	18
2.13 <i>Rase</i>	19
3 Material og metode	20
3.1 <i>Forsøksmateriale</i>	20
3.2 <i>Oppstalling</i>	22
3.2.1 <i>Ammetante-gruppe</i>	23
3.2.2 <i>Melkebar-gruppe</i>	24
3.3 <i>Fôr</i>	25
3.4 <i>Værdata</i>	25
3.5 <i>Avvenning</i>	26
3.6 <i>Vektdata</i>	27
3.6.1 <i>Fødselsvekt</i>	27
3.6.2 <i>Avvenningsvekt</i>	27
3.6.3 <i>Salgsvekt</i>	27
3.7 <i>Korrigerering av vekter</i>	28
3.7.1 <i>Korrigerering av fødselsvekt</i>	28
3.7.2 <i>Korrigerering av avvenningsvekt</i>	29

3.7.3	Korrigerings av salgsvekt	29
3.8	Fjerning av data.....	29
3.9	Statistikk.....	30
3.9.1	Lineær regresjonsanalyse.....	30
3.9.2	Testing av normalfordeling og homogeniteten i variansen	31
4	Resultat.....	34
4.1	Bakgrunnsdata for Angus-krysningene	34
4.2	Lineær regresjonsanalyse med mixed-model for Angus-krysningene.....	38
4.3	Bakgrunnsdata for NRF.....	39
4.4	Lineær regresjonsanalyse med mixed-model for NRF	43
4.5	Vektregistreringer i Tines produksjonskontroll.....	44
4.4	Værdata	46
5	Diskusjon	47
5.1	Rase	47
5.2	Fôringssystem og sesong	49
5.3	Metodediskusjon	53
6	Konklusjon.....	56
7	Referanseliste	57

1 Innledning

De siste årene har det kommet et større fokus på dyrevelferd innenfor de fleste husdyrproduksjonene, også på storfe. Norsk melkeproduksjon er i stadig endring for å imøtekomme forbrukernes forventninger. I Norge er det vanlig praksis å fjerne kalven fra kua rett etter fødsel, til individuell oppstalling og videre i grupper. Restriktiv fôring har vært normen, og 61 % av produsentene i Norge benytter fremdeles denne metoden (Johnsen et al., 2021a). Fôring etter appetitt blir nå i økende grad praktisert, som i studier er blitt assosiert med positive effekter på dyrevelferd, tilvekst og helse (Appleby et al., 2001; Jasper & Weary, 2002; Overrein et al., 2021; Uys et al., 2011).

Det er en økende interesse for ku-kalv samvær blant produsenter og næringa. I en spørreundersøkelse utført av Hansen et al. (2023) svarte 2,8 % av bøndene at de praktiserte ku-kalv system, mens 15,3 % har et ønske om å starte opp eller er i planleggingsfasen. Barrieren for mange bønder til å starte med ku-kalv system er et tap av melk for salg, bygninger som ikke er tilrettelagt for kalv, og frykt for høyere arbeidsmengde (Hansen et al., 2023; Johanssen et al., 2023; Meagher et al., 2019; Neave et al., 2024). I spørreundersøkelsen utført av Hansen et al. (2023) ble det drøftet at høyere tilvekst og naturlig adferd hos kalven kompenserte for tapet av melk, og flere bønder rapporterte små kostnader med tilpassing av bygg for kalv. Flere bønder opplevde en lavere arbeidsmengde og mer fleksibel hverdag.

Med et stadig økende fokus på dyrevelferd, vil det i fremtiden trolig komme nye regler som sikrer ku-kalv samvær. Flere produsenter har vist interesse for ammetante-systemet og testet det ut. Det ga et grunnlag for å undersøke tilvekst hos kalv som går sammen med ammetanter. Ammetanter blir satt til to til fire kalver som dier sammen, og blir tradisjonelt ikke melket (Johnsen et al., 2016). Det gir muligheter for å disponere andre areal, og dermed forbedre dyreflyten og redusere presset på melkerobot i løsdriftfjøs/ redusere melkinger i båsfjøs. Kalving i beitesesongen gir mulighet for utnyttelse av andre beiteområder, da dyrene kan flyttes bort fra beite til melkekyrne. Formålet med dette forsøket var å undersøke effekten ammetantene hadde på kalvens tilvekst, sammenlignet med en konvensjonell fôringsmetode som melkebar. Intensjonen var også å undersøke om ammetante-systemet ga samme fordeler

på tilvekst som har blitt rapportert i ku-kalv systemet, og dermed kan gi mulighet for at flere besetninger kan tilfredsstille krav om ku-kalv samvær.

Hypotesene for studien er:

H1: Kalver som går med ammetante vil ha en høyere tilvekst frem mot avvenning enn kalver som går med melkebar.

H2: Kalver som går med ammetante får en større nedgang i tilvekst mellom avvenning og salg sammenlignet med kalver som føres fra melkebar.

H3: Kalver født på våren vil ha en høyere tilvekst enn kalver født på høsten, uavhengig av fôringssystem.

2 Teori

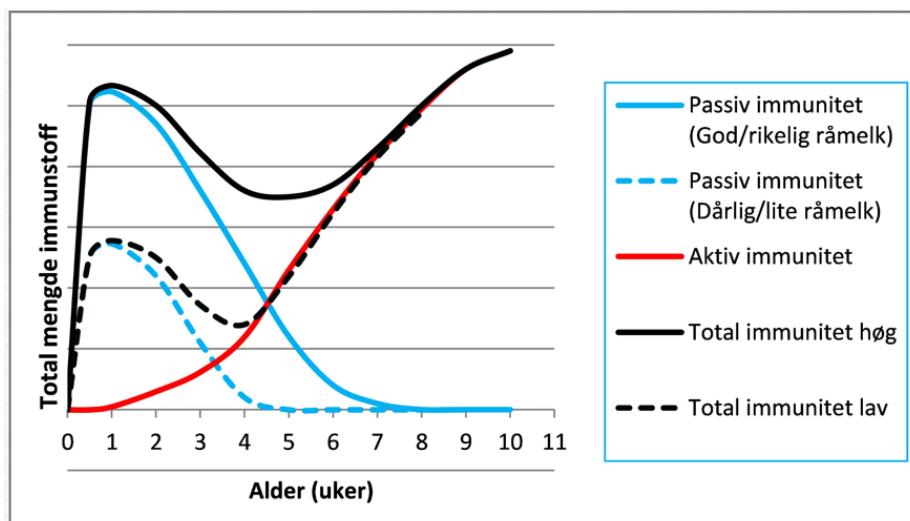
2.1 Kalvens start

Kalven er melkebesetningens fremtidige produksjonsgrunnlag. Det er dermed viktig at forutsetningene ligger til rette fra start for at kalven skal kunne bli et godt produksjonsdyr (Sehested et al., 2003). Grunnlaget starter allerede i drektighetsperioden, der riktig føring og næringstilførsel til kua er viktig. Kyr som er underernærte i slutten av drektigheten, føder kalver som er underutviklet, har lavere andel brunt fett og har ofte lengre og vanskeligere fødsler (Cattell, 2000; Overrein et al., 2021). Kyrne har også ofte mindre melk, og dårligere råmelkskvalitet (Cattell, 2000).

Forholdene i fødebingen påvirker både ku og kalv. Fødebingens utforming og miljø vil påvirke kuas stressnivå, og en stresset ku får ofte en forlengta fødsel. Lange og vanskelige fødsler fører ofte til kalver med lavere matlyst og dårligere sugerefleks. Kalven får også et lavere stoffskifte og en lavere kroppstemperatur, som fører til dårligere absorpsjon av immunoglobulin G (**IgG**) i råmelka (CalfCare.ca, 2019; Cattell, 2000). Et skittent miljø i fødebingen vil også gi et økt smittepress for kalven, og øker risikoen for sykdommer som navlebetennelse, diaré eller leddbetennelse (Overrein et al., 2020).

2.2 Råmelk

Kalven er født uten immunforsvar, og råmelka er den eneste bidragsyteren til immunoglobuliner som beskytter mot virus, bakterier, bakterielle toksiner (IgG og IgM), parasitter (IgE), mikrober (IgA) og binder ekstracellulære antigener (IgD) (Sjaastad et al., 2016, s. 409-411). Det passive immunforsvaret er på topp når kalven er en uke gammel, og avtar gradvis. Den aktive immuniteten er fraværende fra start, men bygger seg oppover mot åtte uker da den er fullt utviklet (Figur 1). Når kalven er fem til seks uker gammel er den totale immuniteten lavest, og det er størst fare for sykdom (Jones & Webster, 1984).



Figur 1. Figurer viser hvordan den totale immuniteten til kalven varierer i løpet av de første 10 leveukene, når kalven er forventet å ha utviklet den totale immuniteten. Forskjellene på god og dårlig tilførsel av råmelk vises også (Figur 1 i Overrein et al., 2021)

Rask tilførsel av råmelk av god kvalitet (>50 g IgG/liter) er viktig både for forebygging av sykdom (Hansen et al., 2011) og nok energi for videreutvikling av fordøyelsessystemet (Sehested et al., 2003; Overrein et al., 2021). Absorpsjonen av råmelk er mest effektiv de første timene etter fødsel, det er dermed viktig å få i kalven råmelk av god kvalitet raskt (Hansen et al., 2011). Det er anbefalt å gi minimum fire liter råmelk, eller mengder som tilsvarer 8,5 % av kalvens kroppsvekt. Om råmelks kvaliteten er dårlig kan en kompensere med å gi større mengder (Overrein et al., 2021). I tillegg til innholdet av antistoffer har råmelka dobbelt så høyt energi-innhold som normal melk, som kommer av et høyt innhold av protein, fett, mineraler og vitaminer (Tabell 1) (Hansen et al., 2011; Sjaastad et al., 2016, s. 861). Kalven er født med små lagre med næringsstoff (Sehested et al., 2003), er råmelka også viktig for at kalven skal ha nok energi til vekst, videre utvikling og tåle kaldere temperaturer.

Tabell 1. Innhold av råmelk og normal melk hos ku (%) (Tabell 2.1 i Hansen et al., 2011).

	Råmelk			Normal melk
	Første utmelking	Andre utmelking	Tredje utmelking	
Tørrstoffinnhold (%)	23,9	17,9	14,1	12,9
Fett (%)	6,7	5,4	3,9	4,0
Protein (%)	14,0	8,4	5,1	3,1
Laktose (%)	2,7	3,9	4,4	5,0
Immunoglobuliner (%)	6,0	4,2	2,4	0,1

2.3 Temperatur

Temperatur har stor betydning for energibehovet til kalven (McDonald et al., 2022, s. 365-368). Kalver er mer sensitive for kuldestress enn voksne dyr da de har et lavere fôropptak, et stort areal i forhold til størrelse, har mindre lagre av subkutant fett og tynnere pels (Cattell, 2000; Davis & Drackley, 1998; Silva & Bittar, 2019). Alle dyr har en termonøytral sone, der det er balanse mellom varmen som produseres og varmen som avgis til omgivelsene (McDonald et al., 2022; Ruud et al., 2015). Nedre kritisk temperatur (**NKT**) varierer med kalvens alder, og varierer fra +13,4°C (dag 1) til +6,4°C (dag 30) (Davis & Drackley, 1998). Kalver under tre uker har en termonøytral sone mellom 15 – 25°C (Davis & Drackley, 1998; Ruud et al., 2015). Ved temperaturer utenfor den termonøytrale sonen, vil kalven måtte bruke energi på oppvarming (**NKT**) eller nedkjøling (øvre kritisk temperatur; **ØKT**) for å opprettholde kjernetemperaturen (Hansen et al., 2023; McDonald et al., 2022; Ruud et al., 2015). Vedlikeholdsbehovet til kalv øker fra 2,61 omsettelig energi (**OE**) ved 20°C til 3,32 OE ved 0°C for en kalv på 60 kg (Silva & Bittar, 2019). Det er dermed viktig å tilføre mer energi i form av fôr, for at kalvene skal opprettholde tilveksten (Davis & Drackley, 1998).

Faktorer som trekk og nedbør er med på å senke NKT ved at det øker varmetapet, som skjer i form av fordampning, trekk, stråling eller ledning (Ruud et al., 2015). Regn, fuktige eller skitne

forhold bidrar til en fordamping som tar med seg varme (Ruud et al., 2015). Drøvtyggere som er oppstallet ute i trekk og nedbør vil ha et energitap på 20-40 kJ/kg levendevekt^{0,75}, sammenlignet med drøvtyggere oppstallet inne som vil ha et energitap på 10-20 kJ/kg levendevekt^{0,75} (McDonald et al., 2022, s. 367). Trekk på 4,2 m/s øker NKT fra 18°C til 28°C for en nyfødt kalv (McDonald et al., 2022, s. 366). Stråling og ledning skjer når omgivelsene har en lav temperatur eller ved direkte kontakt med kaldere overflater (Ruud et al., 2015).

Temperatur-luftfuktighets indeks (**THI**) kombinerer temperaturen med relativ luftfuktighet for å bedre kunne forutsi problem med kulde eller varmessstress (Pericoli, u.å.). Høy luftfuktighet vil føre til varmessstress ved lavere temperaturer da det vil legge seg et fuktig lag rundt dyret som reduserer dyrets evne til fordamping gjennom hud og lunger. I motsetning vil høy luftfuktighet føre til kuldestress ved høyere temperaturer da det øker dyrets fordamping (Pericoli, u.å.). I et forsøk av Battini et al. (2016) ble det observert at geit opplevde kuldestress ved høyere temperatur (12°C) når relativ luftfuktighet var høy (93 %). Det samme vil være tilfellet for kalv, og i en gjennomgått studie av Roland et al. (2016) fant at nedbør ga en negativ effekt på overlevelse. Den viste også at både nedbør og vind bidrar til å øke opplevelsen av kulde.

I Norge er det i hovedsak NKT som er av betydning, utenom de varmeste sommerdagene (Ruud et al., 2015). Ved kuldestress vil mye av energien bli omdirigert til å vedlikeholde kjernetemperaturen, som påvirker produksjon (vekst) og føreffektivitet (Ruud et al., 2015). Vedlikeholdsbehovet for kalv i melkeførringsperioden øker med 32 % når omgivelsestemperaturen reduseres fra +10°C til -4°C (Cattel, 2000). Godden et al. (2005) undersøkte forskjellen mellom føring med pasteurisert helmelk og melkeerstatning, både for sommer og vinter. Det var ingen forskjell i dødelighet mellom gruppene på sommeren (1,7 % mot 2,7 %), men ved lav temperatur på vinteren var dødeligheten høyere blant kalver som fikk melkeerstatning (21,0 % vs 2,8%). Gruppene fikk samme mengde fôr (restriktiv føring), men det var 17 % høyere energikonsentrasjon i helmelka. Det ble diskutert at forskjellene i dødelighet kom av at helmelk ga mer energi gjennom dietten, som førte til at gruppa hadde nok energi tilgjengelig til å dekke det økte energibehovet til oppvarming. Hahn (1981) rapporterte en sammenheng mellom temperatur (månedlig) og et tap av tilvekst på 1,25 % hos kalv for hver grad under 20°C.

2.4 Oppstalling

Normalt blir kalver fjernet fra mor rett etter fødsel og oppstallet individuelt eller gruppevis med melkebar-fôring (Waiblinger et al., 2020). Johnsen et al. (2021a) fant at kalver i norske besetninger blir flyttet fra individuelle binger til grupper ved en alder på 2 uker (median), men alderen varierte fra 0-16 uker. Oppstalling gruppevis gir et høyere fôropptak, lengre etetid, mer drøvtygging og mindre stereotypisk adferd (Costa et al., 2016; Overrein et al., 2021). Phillips (2004) fant et større fôropptak av grovfôr hos kalver som har gått gruppevis sammenlignet med individuelt oppstallede kalver, men fant ingen forskjeller i fôropptaket av kraftfôr mellom de to oppstallingene.

Oppstalling gruppevis gir et større areal med bedre plass til å utføre lek-adferd, samtidig som det gir andre kalver å leke med. Terré et al. (2006a) fant en tydeligere nedgang i daglig tilvekst hos kalver oppstallet gruppevis i uken etter avvenning, som ble diskutert om det kom av et høyere aktivitetsnivå sammenlignet med individuelt oppstallede kalver. Kalvene ble avvent ved 28 dager og det var lik vektøkning mellom begge oppstallingene fra fødsel til 35 dagers alder (20,25 kg gruppevis og 19,02 kg individuelt). Uys et al. (2011) så tendenser til at kalver oppstallet i mindre grupper (15 individ) hadde høyere tilvekst enn større grupper (30 individ), uavhengig av tildelt melkemengde (restriktiv mot appetitt).

Negative sider med gruppevis oppstalling er økt smittepress, et høyere stressnivå og mindre kontroll på individuelt fôropptak (Overrein et al., 2021). Svensson og Liberg (2006) fant at grupper med 12-18 kalver hadde høyere forekomst av luftveissykdommer og hadde lavere tilvekst (~40 g/dag) sammenlignet med en gruppestørrelse på 6-9 kalver. Det ble trukket en konklusjon om en gruppestørrelse under ti kalver er foretrukne med hensyn til helse og tilvekst. Seppä-Lassila et al. (2018) observerte høyere dødelighet og lavere tilvekst i blandede grupper med stor variasjon i alder (over 1 mnd.) sammenlignet med grupper med en jevnere alder.

Ku-kalv systemer der kalven har tilgang på mor og/eller andre kyr gir et komplekst sosialt miljø nærmere den naturlige strukturen (Waiblinger et al., 2020). Kalver som går i et ku-kalv system har ofte tilgang på et større areal, som bidrar til mer lek-adferd (Bailly-Caumette et al., 2023; Waiblinger et al., 2020). Waiblinger et al. (2020) fant at kalver med ku-kalv samvær utførte

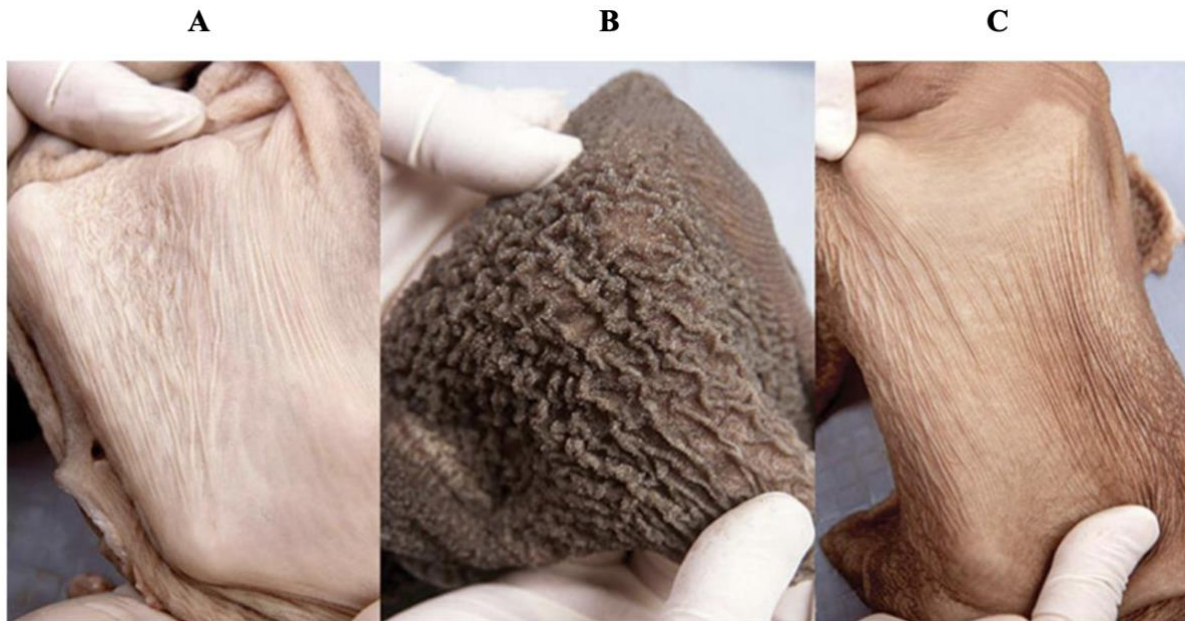
mer lokomotorisk lek-adferd enn kalver på melkebar-fôring, mens Duve et al. (2012) fant at kalver som gikk i par, og var fôret etter appetitt på melkebar, utførte like mye lek-adferd som kalver som gikk med egen mor (uten å die).

2.5 Vomutvikling

Kalver er født uten en fullstendig utviklet vom. De er dermed avhengig av videre utvikling, for å kunne fordøye næringsstoffer fra grovfôr og kraftfôr til å dekke næringsbehovet etter avvenning fra melk (Diao et al., 2019; Sehested et al., 2003). Hos nyfødte kalver er det kun løpen som er fullt utviklet og i stand til å fordøye og utnytte næringsstoffer tilstrekkelig. Tarmen og løpen utgjør en betraktelig større andel av fordøyelsessystemet hos kalv enn det gjør hos voksne kyr. Om kalven kun blir fôret på melk vil vomma og formagene forbli sammenklappet og ute av funksjon (Sehested et al., 2003).

For å stimulere utviklingen av vomma er supplering av kraftfôr og grovfôr i ung alder viktig. Vomveggen kan deles inn i to; et muskellag og et slimhinnelag, som utvikles uavhengig av hverandre (Sehested et al., 2003). Tilførsel av høy/surfôr bidrar til å øke vom-volumet (Warner et al., 1956) og øker vommas motorikk. Slimhinnelaget blir stimulert av fermenteringsprodukter fra den anaerobe fermenteringa i vom (Flatt et al., 1958; Naeem et al., 2012; Sander et al., 1959; Sehested et al., 2003; Warner et al., 1956). Sander et al. (1959) fant at smørsyre har den best stimulerende effekten på vompapillenes utvikling, etterfulgt av propionsyre. Vommas utvikling med og uten tilleggsfôring med grovfôr og kraftfôr er illustrert i Figur 2.

Kraftfôr med et høyere innhold av fordøyelig protein stimulerer til en raskere produksjon av flyktige fettsyrer (VFA), forgrenede VFA og ammoniakk (Naeem et al., 2012). Disse syrene har en stimulerende effekt på utviklinga av vomma, som tilsier at det er lurt å tildele kraftfôr i melkeperioden. Kraftfôr med høyt protein-innhold kan også være gunstig i perioden etter avvenning for å øke rasjonens konsentrasjon av næringsstoff, når fôropptaket er lavt (Naeem et al., 2012).



Figur 2. Vomutvikling hos kalv på 6 uker som har fått diett bestående av kun melk (A), melk og kraftfôr (B), og melk og høy (C) (Heinrichs & Jones, 2022).

2.6 Vann

Vann er en næringskilde som ofte blir tatt som en selvfølge og/eller glemmt. Det er svært viktig å tilby kalven vann fra start av, da tilstrekkelig vanninntak er nødvendig for normal vekst, utvikling og fôropptak (Kertz et al., 1984; Johnsen et al., 2021b; Overrein et al., 2021). Mangel på vann har gitt en redusert tilvekst på 38 % og et redusert kraftfôropptak på 31 % (Kertz et al., 1984). Johnsen et al. (2021b) fant også en assosiasjon mellom kalvedødelighet og manglende vanntilgang ved tre ukers alder. Lav tilførsel av vann øker faren for stress og kalvens mottakelighet til sykdom (Overrein et al., 2021). Daglig væskebehov for en frisk kalv er 8-10 % av kroppsvekta, mens en kalv med diaré har et mye høyere væskebehov (Overrein et al., 2021). I en spørreundersøkelse på norske melkebesetninger, svarte 16 % av produsentene at de ikke tilbydde fri tilgang på vann ved tre ukers alder (Johnsen et al., 2021a).

2.7 Kvalitet og næringsinnhold av fôr

Kvaliteten og næringsinnholdet i fôret har betydning for vekst og utvikling hos kalv. Høyt protein-innhold i både melk og kraftfôr gir økt tilvekst, en bedre utviklet vom og forandrer kroppssammensetningen ved at deponeringen av muskelvev i forhold til fettvev øker (Bartlett et al., 2006; Blome et al., 2003; Lanier et al., 2021; Rincker et al., 2011). Rincker et al. (2011)

så en økning i tilvekst for kviger som fikk en diett med høyere innhold av energi og protein før avvenning (råprotein 30,6 %, fett 16,1 % mot råprotein 21,5 %, fett 21,5 %). Da kvigene med den intensive dietten kom i første laktasjon var det tendenser til høyere ytelse når det ble korrigert for genetisk variasjon.

Lanier et al. (2021) undersøkte forskjellen mellom kommersielt kraftfôr (21,5 % råprotein) og kraftfôr med høyere protein-innhold (26 % råprotein). De fant at kommersielt kraftfôr ikke ga tilstrekkelig mengder protein, relativt til det omsettelige energibehovet (OE), for å kunne vedlikeholde muskelvekst. Det førte til en høyere deponering av fett ved samme OE-inntak, sammenlignet med kraftfôret med høyere protein-innhold. Dette stemmer overens med annen forskning som også fant en økning i muskelvev og en reduksjon i fettvev ved økt råprotein i fôr (Bartlett et al., 2006; Blome et al., 2003).

Tildeling av økte mengder melkeerstatning gir økt tilvekst hos kalv, men det har best effekt på tilveksten om melkeerstatningen har et høyere innhold av protein (opp til 30 %) og et lavere innhold av fett (15-20 %) sammenlignet med konvensjonell melkeerstatning (Bartlett et al., 2006; Diaz et al., 2001; Hill et al., 2008; Khan et al., 2007; Khan et al., 2011). Forsøk indikerer også en økt melkeytelse i første laktasjon ved bruk av helmelk etter appetitt i forhold til melkeerstatning (Bar-Peled et al., 1997; Shamay et al., 2005). Forsøket til Rincher et al. (2011) fant en tendens til økt melkeytelse i første laktasjon ved bruk av melkeerstatning med høyere energi- og protein-innhold når den genetiske variasjonen ble korrigert for.

Fôring med melk med høyere innhold av protein (29,1 % råprotein, 17,3 % råfett) og kraftfôr med høyere protein-innhold ga en bedre utviklet vom (0,56 %) enn fôring med lavt protein-innhold. Gruppen som fikk lavt protein-innhold i både melk (20,6 % råprotein og 21,7 % råfett) og kommersielt kraftfôr var lettere enn gruppen som fikk høyt protein-innhold i begge forslagene (22,9 %) og gruppen som fikk høyt protein-innhold i melk og kommersielt kraftfôr (16,9 %) (Lanier et al., 2021). Resultatene viste at protein-innholdet hadde fordeler på tilvekst og fôreffektiviteten før avvenning, og at tilvekstene også kunne opprettholdes etter avvenning. Naeem et al. (2012) fant at høyere innhold av protein i melk og kraftfôr ga et mer metabolsk utviklet vev enn kommersielt kraftfôr. Det kommersielle kraftfôret ga en begrenset vekst av

mage-tarm kanalen og lever. Underutvikling av mage-tarm kanalen kan få konsekvenser for tilveksten etter avvenning (Van Amburgh et al., 2019).

2.8 Melketype

De vanlige alternativene for fôring av kalv inkluderer helmelk, melkeerstatning, surmelk og amming. Helmelk har den mest optimale ernæringsmessige sammensetningen for kalv, og er derfor et naturlig valg (Overrein et al., 2021). Tabell 1 viser innholdet av fett, protein, laktose og vitaminer i helmelk. Johnsen et al. (2021a) fant at 46 % av de norske melkeprodusentene bruker melkeerstatning. Melkeerstatning har lavere energi-innhold på tørrstoffbasis enn helmelka (7-15 %) (Tabell 2). Innholdet av råprotein i melkeerstatning bør ligge på 20-22 %, mens helmelk til sammenligning har 26-27 % per kg TS. Den biologiske verdien til protein i melkeerstatningen er også lavere sammenlignet med helmelk, da den inneholder vegetabiliske proteinkilder som har lavere fordøyelighet (Gjefsen & Volden, 2018). Planteprotein har en aminosyresammensetning som er suboptimal for yngre kalver, med lite lysin (Gjefsen & Volden, 2018).

Tabell 2. Energi-innholdet i helmelk og melkeerstatning og forskjellen mellom TS % og energi-innholdet når melkeerstatningen er utblandet (Tabell 2 i Gjefsen & Volden, 2018).

	MJ/kg TS	TS % utblandet	MJ/liter utblandet
Helmelk	12,8	12,2	1,56
Melkeerstatning	10,9	12,5	1,30

Godden et al. (2005) undersøkte forskjellene mellom fôring av pasteurisert helmelk og kommersiell melkeerstatning (20 % råprotein, 20 % fett). Kalvene fikk tildelt samme mengde melk, men det var stor forskjell i energi-innhold mellom fôrslagene (2,97 mot 2,47 Mcal OE/dag). Helmelka ga en signifikant høyere tilvekst, tidligere oppnådd avvenningsvekt, høyere avvenningsvekt ($6,0 \pm 0,1$ kg) og lavere dødelighet. Det var også forskjeller i sykdomsforekomst med 12,1 % i gruppa med helmelk og 32,1 % i gruppa med melkeerstatning.

Godden et al. (2005) hevdet at redusert sykdomsforekomst og lavere dødelighet skyldes det ernæringsmessige innholdet i helmelka. Helmelka kunne inneholde rester av råmelk og dermed hadde den høyere konsentrasjon av beskyttende immunoglobuliner (IgG, IgA, IgM) og uspesifikke immunfaktorer (leukocytter, cytokiner, vekstfaktorer, hormoner og vitaminer), som kan ha bidratt til å styrke immunforsvaret og redusere sykdom.

Det har vært sett på hvordan fremtidig melkeytelse i første laktasjon kan påvirkes av melketype. Helmelk ga en 10,3 % høyere melkeytelse i første laktasjon sammenlignet med melkeerstatning når begge fôrslagene ble føret etter appetitt (Moallem et al., 2010). Det ble foreslått at denne forskjellen kunne skyldes at melkeerstatningen ikke inneholdt de samme biologisk aktive faktorene som helmelk. Soberon et al. (2012) konkluderte med at fôringsstrategi fra kalven er født til den er minst fem uker har positiv effekt på kalvens fremtidige produksjon.

Surmelk er et annet alternativ som blir brukt til kalv, og har positive effekter ved å redusere bakterieveksten i melk, reduserer faren for diaré og tilfører en gunstig bakterieflora til løpen og tarmen (Coelho et al., 2020; Hansen et al., 2011; Overrein et al., 2021). Ofte brukes helmelk, men melkeerstatning kan også syrnes. Helmelk kan bli syrnet kjemisk eller bakteriologisk. Kjemisk syrningsprosess er enklere å få til, og melka blir tynnere og passerer lettere gjennom smokker i melkebar. Bakteriologisk syrning tilfører en gunstig bakterieflora, men tar ofte lengre tid og gir «tykkere» melk. Ved syrning av melk er det viktig å passe på at pH ikke blir for lav (<4,5), da kalvene kan vegre seg for å drikke. Syrna melk har en fordel ved appetittfôring sammenlignet med helmelk, da det kan bli stående i romtemperatur uten at det oppstår uønsket «egensyrning» av melka. Varme perioder byr på utfordringer med syrningsprosessen, ved at melka blir for sur som fører til et lavere fôropptak (Overrein et al., 2021).

2.9 Temperatur på melka

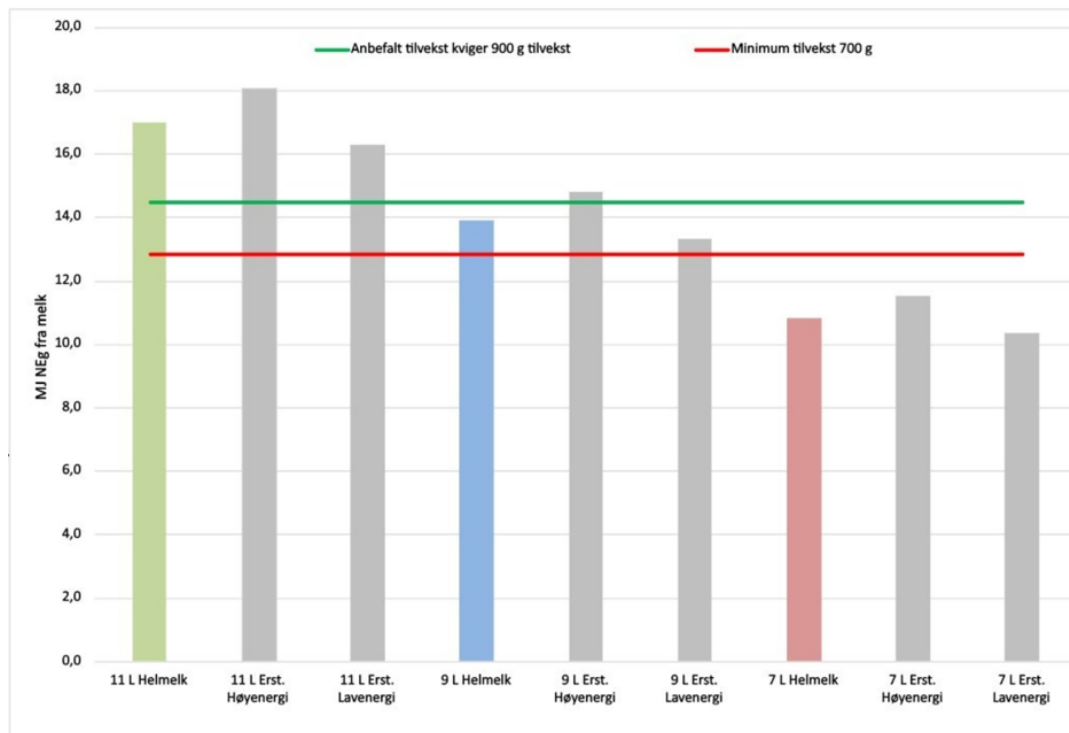
Den generelle anbefalingen er at melk skal føres ved en temperatur på 38°C for å trigge refleksjonen til bollerenna, slik at melka ikke havner i vomma (Ellingsen-Dalskau et al., 2020). FLIPOT et al. (1972) fant at kald melk (1,2°C) ga lavere tilvekst og senere oppnådd slaktevekt sammenlignet med både romtemperert melk (18°C) og varm melk (37°C). De anslo at tilveksten likevel var tilstrekkelig. Dette stemte sammen med andre funn med et lavere frivillig fôropptak

og lavere tilvekst ved kald melk (Taylor & Lonsdale, 1969, i FLIPOT et al., 1972). I tillegg fant de høyere dødelighet ved kald melkefôring. Owen og Brown (1958) fant derimot ingen signifikante forskjeller i tilvekst eller fôreffektivitet ved fôring med kald (10°C) og varm (38°C) melk.

Ellingsen-Dalskau et al. (2020) studerte fôring med store måltider med kald melk, for å se om bollerennas mekanisme fungerte med kald melk også. Forsøket viste at det ikke kom melk over i vomma selv når temperaturen på melka var lav (8°C). Heller ikke når det ble tildelt store mengder melk på kort tid. Arbeidet deres underbygger forsøket til Ellingsen et al. (2016) som viste at løpen har stor utvidelsesevne. Ellingsen-Dalskau et al. (2020) observerte at kalver som fikk kald melk (8°C) skalv mer etter måltidet, uten at de viste tegn til smerte eller ubehag. Kalvene viste likevel lavere interesse for melka, som ble diskutert at kunne føre til lavere tilvekst. I tillegg til at melka har en nedkjølende effekt som gir et økt energibehov til å opprettholde kjernetemperaturen. Kalver er vanedyr, og en jevn temperatur på melka virker til å være viktigere enn selve temperaturen. Ellingsen-Dalskau et al. (2020) anbefalte en minimumstemperatur på 8 °C.

2.10 Fôringsstrategi: Restriktiv eller appetittfôring

Valg av fôringsstrategi har betydning for at kalven skal kunne oppnå sitt vekstpotensial, men det konkurrer også med bondens økonomi med lengre og mer melkefôring (Wolfe et al., 2023). Restriktiv fôring (~10 % av kroppsvekta) har lenge vært den dominerende fôringsstrategien i norsk melkeproduksjon (Johnsen et al., 2021a; Overrein et al., 2021; Wolfe et al., 2023). Johnsen et al. (2021a) fant at 61 % av produsentene tildelte mengder under den norske anbefalingen på 8 liter melk/dag. 15 % av dem svarte at de fôret under 6 liter/dag og 3 % fôret under 4 liter/dag. Figur 3 viser energitilførselen fra ulike melketyper, og mengder fôret, sett opp mot energibehovet for å oppnå anbefalt eller minimums tilvekst (Overrein et al., 2021). Fra figuren ser en at over halvparten av produsentene trolig ikke oppnår tilvekster som er anbefalt, da det er for lav tildeling av energi.



Figur 3. Stolpene representerer energitilførselen beregnet i nettoenergi tilvekst (NEg) til ulike melkefôr og mengde (energi fra kraftfôr og grovfôr kommer utenom). De viser betydningen av mengde og energikonsentrasjonen i melkefôret har for å oppnå anbefalt tilvekst eller minimumstilvekst anbefalt av Tine (Figur 5 i Overrein et al., 2021).

Begrunnelsen for restriktiv fôring har vært at store mengder melk fyller opp løpen og renner over i vomma (Ellingsen et al., 2016), og dermed skaper et dårlig vommiljø som resulterer i sykdom, spesielt diaré. Dette har ført med seg en praksis med små måltider (<2 liter) tre ganger til dagen (Ellingsen et al., 2016; Jasper & Weary, 2002). Et annet argument for restriktiv melkefôring er at det stimulerer til et høyere opptak av kraftfôr og grovfôr, som vil stimulere til en mer utviklet vom og bedre overgang til avvenning.

Fôring etter appetitt har blitt mer vanlig og anbefalt, da det gir bedre tilvekst, positiv dyrevelferd og kan forbedre den fremtidige produksjonsevnen til dyret (Johnsen et al., 2021a; Soberon et al., 2012; Storli et al., 2017). Ved fri tilgang på melkebar er det vist at kalver drikker 10-12 liter/dag. Under 10 % av besetningene svarte at de ga 10 liter melk eller mer til kalvene (Johnsen et al., 2021a). Det er anbefalt å gi kalv melkemengder opp til 20 % av kalvens kroppsvekt til den er minst fire uker (EFSA et al., 2023; Khan et al., 2011). Dette samsvarer med Uys et al. (2011) som fant at kalver drakk mellom 16-24 % av egen kroppsvekt ved appetittfôring.

Appetittfôring (Jasper & Weary, 2002) og store mengder melk (Uys et al., 2011) gir høyere tilvekst uten å gå på bekostning av helse eller grovfôr- og kraftfôropptaket etter avvenning. I henhold til gjennomgangen av Khan et al. (2011) vil kalver som får større mengder melk ha et dobbelt så høyt næringsinntak sammenlignet med restriktivt fôra kalver. Det resulterer i høyere tilvekster i melkefôringsperioden (respektivt ~1 kg/dag mot ~0,45 kg/dag).

Uys et al. (2011) fant ingen signifikant forskjell mellom restriktiv fôring og store mengder melk på forekomsten av diaré, men at det var smitten tilgjengelig i miljøet som hadde betydning for sykdomsforekomst. Appleby et al. (2001) fant derimot at restriktiv fôring i bøtte resulterte i flere dager med diaré sammenlignet med kalver som ble fôret etter appetitt med melkebar. Ellingsen et al. (2016) undersøkte om store måltider førte til at melk rant over i vomma. Måltider med et frivillig opptak på 6,8 liter melk rant ikke over i vomma, og førte heller ikke til adferd som indikerer magesmerter hos kalv. Forsøket ble gjort på kalver som til vanlig ble fôret restriktivt (2 L melk 3 ganger til dagen), men fikk fri tilgang tre ganger i løpet av forsøket (1 mnd.). Ellingsen et al. (2016) konkluderte med at løpen har stor fleksibilitet.

2.11 Amming

Flere forsøk har vist at kalver som dier ofte har en høyere tilvekst enn kalv som blir fôret med melkebar (Bar-Peled et al., 1997; Meagher et al., 2019; Rincker et al., 2011). Johnsen et al. (2021c) viste at kalver i ku-kalv system hadde en daglig tilvekst på $1,2 \pm 0,74$ kg/dag under amminga. Den høyere tilveksten hos kalv som dier kan komme av et høyere melkeopptak. Ellingsen et al. (2016) fant at kalver som dier drikker opp mot 12-15 liter melk om dagen (ved 2-4 ukers alder). Kalv som fikk die av mor tre ganger daglig hadde høyere melkeytelse (3,1 kg melk/dag) i første laktasjon sammenlignet med normalt fôra kalver (Foldager & Krohn, 1991, i Sehested et al., 2003).

Kalver som diet av egen mor i seks til åtte uker hadde en gjennomsnittlig daglig tilvekst på $1,2 \pm 0,03$ kg/dag ved 13 ukers alder (Grøndahl et al., 2007). Oksene i ku-kalv systemet (slaktet ved 15 mnd. alder) hadde en gjennomsnittlig tilvekst på 1,4 kg/dag, til sammenligning var gjennomsnittet for NRF okser i Norge 0,95 kg/dag (Grøndal et al., 2007). Krohn et al. (1999) fant at kalver som gikk med moren i 4 dager etter fødsel, uten å die, hadde dobbelt så høy

tilvekst sammenlignet med kalver som ble separert rett etter fødsel. Dette argumenterer for at morskontakt har en effekt på tilvekst hos kalv, noe som stemmer sammen med funnene til Grøndal et al. (2007).

Johnsen et al. (2016) beskriver ammetanter som et av de mest attraktive ku-kalv systemene å ta i bruk i praksis. Med et godt management er det et godt alternativ til mor-avkom samvær, spesielt hvor det ikke er tilrettelagt for det. Ammekalvene går sammen med sin egen mor den/de første uka/ukene, før de blir satt til en ammetante (Johnsen et al., 2016). En av utfordringene med ammetante-systemet er at det gir varierende resultater på tilvekst (Johnsen et al., 2016). Tilveksten påvirkes i stor grad av melkemengden til ammetanten. I tillegg har ofte ammetantene en varierende aksept for kalvene, og (Loberg et al., 2007) fant at de ofte foretrakk en til to spesifikke kalver. Ammetantene utfører ofte også mindre tilknyttingsadferd (slikke og nærkontakt) sammenlignet med kalvens egen mor, som kan være med å bidra til de varierende resultatene på tilveksten.

Veissier et al. (2013) antar at kua har en beroligende effekt på kalven. I forsøket deres var ammekalver mindre aktive enn melkebar-kalver, og de brukte mer tid på å ligge og stå stille. Ammekalvene brukte også mer tid på å slikke objekter og andre kalver, men mindre tid på å sugge på andre kalver. Konklusjonen var at kua virker til å ha en bedre evne til å utfylle kalvens behov for suging, også når melkebar-kalvene har smokker tilgjengelig hele døgnet. Wagner et al. (2012) fant at kviger som har gått i et system med ku-kalv samvær tenderte til å vise en mer underlegen holdning når de ble introdusert inn i ku-flokken, enn kalver som gikk med automatisk melkefôring.

2.12 Avvenningsstrategi

Avvenning er en av de største forandringene en kalv skal gjennom, da de skal gå fra en diett bestående av hovedsakelig melk til en diett bestående av fast føde. De er dermed avhengig av en økt vomfunksjon for å beholde tilveksten de hadde før avvenning (Wolfe et al., 2023). Avvenning er ofte assosiert med lavere daglig tilvekst (Wolfe et al., 2023) som kan komme av lavere vomfunksjon (Terré et al., 2006b), lavere fôropptak og redusert fordøyelse (Hill et al., 2006; Terré et al., 2007). Flere forsøk har prøvd å finne best mulig avvenningsstrategi for å

motvirke depresjon/nedgang i tilvekst etter avvenning, både med alder, hastighet og melkemengde under melkefôring.

Alder ved avvenning spiller en stor rolle i valg av avvenningsstrategi, da tidlig avvenning har en økonomisk gevinst ved å spare melk og arbeidskostnader. I motsatt ende vil lengre melkeperioder ha positive effekter på kalvens tilvekst (Wolfe et al., 2023). Kalven blir naturlig avvent ved åtte til elleve måneders alderen ved at mor gradvis reduserer melketilgangen (Reinhardt & Reinhardt, 1981). Forsøk har undersøkt hvordan alder ved avvenning påvirker daglig tilvekst, ved å sammenligne kalver avvent ved seks og åtte ukers alder (De Passillé & Rushen, 2012; Eckert et al., 2015). Kalvene avvent ved åtte ukers alder hadde et høyere opptak av både grovfôr og kraftfôr, og dermed et høyere opptak av fordøyelig energi, som førte til en høyere tilvekst enn kalvene som ble avvent ved seks uker (1 kg mot 0,5 kg/dag; De Passillé & Rushen, 2012). Kalver som ble brått avvent ved seks ukers alder viste en nedgang i tilvekst og fôropptak i flere uker etter avvenning (Eckert et al., 2015). Dette gjaldt både for restriktiv (~10 %) og appetitt (~20 %) fôring.

Flere forsøk redegjorde påvirkningen hastighet har i perioden etter avvenning. Roth et al. (2008) og Weary et al. (2008) fant at brå avvenning ga en større reduksjon i tilvekst enn gradvis avvenning. Det gjaldt for både restriktiv og appetittfôring. Gradvis avvenning stimulerer til et høyere opptak av grovfôr og kraftfôr, som fører til bedre vomutvikling. Dette reduserer forskjellen mellom næringsbehovet og fôropptaket (Khan et al., 2007). Kalver med gradvis avvenning og tilgang på store mengder melk (~20 %) har en økt fôreffektivitet, redusert fare for sykdom og et potensial for høyere laktasjonsavdrått (Khan et al., 2011; Soberon et al., 2012). Steele et al. (2017) viste også at kalver gradvis avvent ved syv uker med høy melketilgang (20 %) hadde høyere tilvekst og høyere andel VFA sammenlignet kalver som ble avvent brått eller ved kort nedtrapping.

Wolfe et al. (2023) så også at avvenningshastighetens effekt på tilvekst endret seg med alderen. I studien fant de en mer omfattende stressrespons hos eldre kalver (8-9 uker) sammenlignet med yngre kalver (6-7 uker), ved avvenning over tre dager. De fant også en lavere daglig tilvekst og et lavere fôropptak etter avvenning ved 8-9 uker sammenlignet med 6-7 uker, som

gikk imot forsøkene over. Norske anbefalinger er å bruke gradvis avvenning for å stimulere til tidligere grovfôr og kraftfôropptak, slik at vomma er utviklet for at kalven skal tåle avvenningen bedre (Overrein et al., 2021). Utviklingen av vomma tar tid, og det er anbefalt en nedtrapping over tre til fire uker. Avvenningsalder kan variere etter hvilken fôringsstrategi en velger i melkefôringsperioden. Tine har satt opp forslag for når en kan starte nedtrapping for intensiv fôring med 11 liter/dag (uke 3) og moderat fôring med 7 liter/dag (uke 7) (Overrein et al., 2021).

2.12.1 Avvenning av ammekalver

En av de større utfordringene med ku-kalv system er avvenning. Vanlig praksis for melkebruk er å fjerne kalven fra mor i løpet av de første 24 timene (Beaver et al., 2019; Broom & Leaver, 1978; De Passillé et al., 2008; Neave et al., 2024; Von Keyserlingk & Weary, 2007). Dette har i hovedsak vært praktisert for å minimere stress for både ku og kalv, men også for å minimere tapet av melk til salg (Johnsen et al., 2016; Hansen et al., 2023). Ved naturlig avvenning reduserer kua morsomsorgen gradvis når kalven avhenger mindre av melk (Khan et al., 2011). I ku-kalv systemet skjer avvenningen bråere ved en tidligere alder, som resulterer i stress for både ku og kalv (Weary et al., 2008). Brå avvenningen og bytte av diett fører ofte med seg lavere tilvekst, og i noen tilfeller vektnedgang (Johnsen et al., 2016). Dermed har det blitt viktigere å finne gode ordninger for avvenning av kalver med ku-kalv samvær.

Ammetante-systemet har også endel stress involvert for ku og kalv under avvenning (Loberg et al., 2007, 2008). Forskning har vist at en todelt avvenning med avvenningsplate har bidratt til redusert stress hos både ku og kalv (Haley et al., 2005). Loberg (2008) konkluderte med at en todelt avvenningsstrategi der kalven først mister melken, deretter mor reduserte stress ved begge prosessene. I et forsøk av Neave et al. (2024) ble det undersøkt effekten av gradvis og brå avvenning for kalver som gikk på heltid eller deltid med moren. Deltidskontakt reduserte verken avvennings- eller separasjonsstress ved avvenning for mor og kalv. Heller ikke gradvis avvenning virket til å forberede kalven på separasjon i forsøket deres. Neave et al. (2024) antydte at gradvis separasjon og deltidskontakt førte til en forventning om gjenforening.

2.13 Rase

Aberdeen Angus (Angus) er en lett kjøttferase som blir tidlig slaktemoden, da den starter å avleire fett i en yngre alder enn tunge kjøttferaser som Limousin og Charolais. De norske slaktevektene for Angus ligger mellom 270-320 kg (Havrevoll, 2016). Norsk Rødt Fe (NRF) ligger et sted imellom tidlig og sent slaktemodne rasene, med slaktevekter mellom 300-330 kg. NRF har en saktere avleiring av fett og kan dermed også være økonomisk å slakte på 350 kg, Angus vil derimot ha større fare for fett-trekk ved høy slaktevekt. De tunge rasene slaktes opp mot 400 kg slaktevekt, uten problemer med fett-trekk (Havrevoll, 2016).

Ved en moderat fôringsstrategi kan en forvente tilvekster mellom 600-700 g/dag for NRF okser og lette kjøttferaser i melkefôringsperioden. Etter kalveperioden vil oksene ligge med tilvekster mellom 900-1100 g/dag. Ved intensiv fôring kan en forvente tilvekster på 800 g/dag i melkefôringsperioden, og 1100-1300 g/dag etter kalveperioden (Havrevoll, 2016). Melkeraser har som regel en lavere tilvekst enn kjøttferasene. Perry et al. (1991) sammenlignet Holstein med Angus og Simmental-Angus krysninger og fant en redusert daglig tilvekst (31 %), lavere fôropptak (6 %) og lavere fôreffektivitet (23 %) hos Holstein. Jaborek et al. (2023) fant at eldre forskning har vist motsatt effekt, hvor Holstein hadde bedre resultat sammenlignet med Angus innenfor tilvekst (11 %) og fôreffektivitet (6 %). Dette er trolig utdatert nå, og Jaborek et al. (2023) nevner at det har skjedd mye med genetikken til både melkerasene og kjøttferasene i senere tid.

Grunnlaget for oppstarten av krysning mellom kjøttfe og melkeraser er for å øke den økonomiske verdien av overskuddskalvene i melkeproduksjonen (Basiel & Felix, 2022; Coleman et al., 2021; Jaborek et al., 2023). Ved å krysse inn kjøttfe får en kalver med en høyere fødselsvekt, høyere tilvekst, lavere fôrforbruk og får en bedre slakteklassifisering (Elve, 2017). Huuskonen et al. (2013) konkluderte med at melkerase krysset med lette kjøttferaser hadde variabel effekt. Det hadde en middels forbedring av daglig slaktetilvekst og slakteklassifisering, i forhold til krysningen med tunge kjøttferaser.

3 Material og metode

Forsøket ble gjennomført fra 15. mai 2023 til 29. januar 2024 på et konvensjonelt melkebruk ved Høg-Jæren. Jmfør § 2 Forskrift om bruk av dyr i forsøk var det ikke nødvendig med godkjenning av Mattilsynet da forsøket ikke ga grunn til å påføre dyret smerte, frykt eller langvarig skade (Lovdata, 2015).

3.1 Forsøksmateriale

Datamaterialet bestod av 66 kalver født mellom 15. mai og 2. november 2023. Kalvingene var konsentrert i to puljer; vårpulje født i mai og juni, og høstpulje født juli til november. Datamaterialet bestod av to raser, renrasa NRF og krysning mellom Angus (farrase) og NRF (morraser). Det var skjevhet mellom rasene da kun rekrutteringsdyr var NRF, og overskuddskalvene ble krysset med kjøttfe. 45 av kalvene var Angus-kryssninger og 22 var NRF. Besetningen brukte kjønnsseparert sæd, som gjorde at hovedvekten av Angus-kryssningene var okser og NRF var kviger. Tabell 3 viser oversikt over datamaterialet og inndelingen som ligger til grunn for forsøket.

Tabell 3. Tabellen gir en oversikt over datamaterialet i forsøket. Materialet ble delt opp i rase, og videre i kjønn, fôringssystem og sesong. I denne tabellen er alle kalvene med og viser hvordan forsøksmaterialet var planlagt før kalver ble luket ut.

	Angus-kryssning	NRF	SUM
Antall kalver	45	21	66
<i>Okser</i>	39	4	43
<i>Kviger</i>	6	17	23
Fôringssystem			
Ammetante	25	9	34
<i>Vår</i>	15 (2 ♀)	5	20
<i>Høst</i>	10 (1 ♀)	3	13
Melkebar	20	13	33
<i>Vår</i>	9	4	13
<i>Høst</i>	11 (2 ♀)	9 (4 ♂)	20
SUM kalver per Sesong			
Vår	24	9	33
Høst	21	12	33

Melkebruket praktiserer oppfôring av kalv ved bruk av fôringssystemene ammetanter og melkebar-fôring, dermed var det ingen forandringer i driftsopplegget for å få gjennomført forsøket. Kalvene ble gruppert etter rase og sesong, og fordelt på de to fôringssystemene. Størrelsen på gruppene ble bestemt av ammetantenes antatte melkemengde, og størrelsen på den påfølgende melkebar-gruppen ble fylt opp deretter (Tabell 4). Innenfor hver gruppe er alderen på kalvene jevnest mulig. Alle kalvene som ble født i juli ble satt i melkebar da det var få kalver født og stor spredning i alder.

Tabell 4. Gruppering av kalvene i fôringssystemer. Fødselsdato er lagt ved for å vise aldersforskjellen innad i gruppene.

Gruppe nr. Ammetante	1	2	3	4	5
Antall kalver	7	6	7	5	7
Fødselsdato kalv	15-29.5	6-8.6	13-29.6	24-30.9	4-13.10 13-21.10
Ammetanter	2	2	2	2	2
Gruppe nr. Melkebar	6	7	8	9	10
Antall kalver	7	5	7	8	6
Fødselsdato kalv	29.5-7.6	9-11.6	1-23.7	23.7-3.9	1-5.10 30.10-2.11

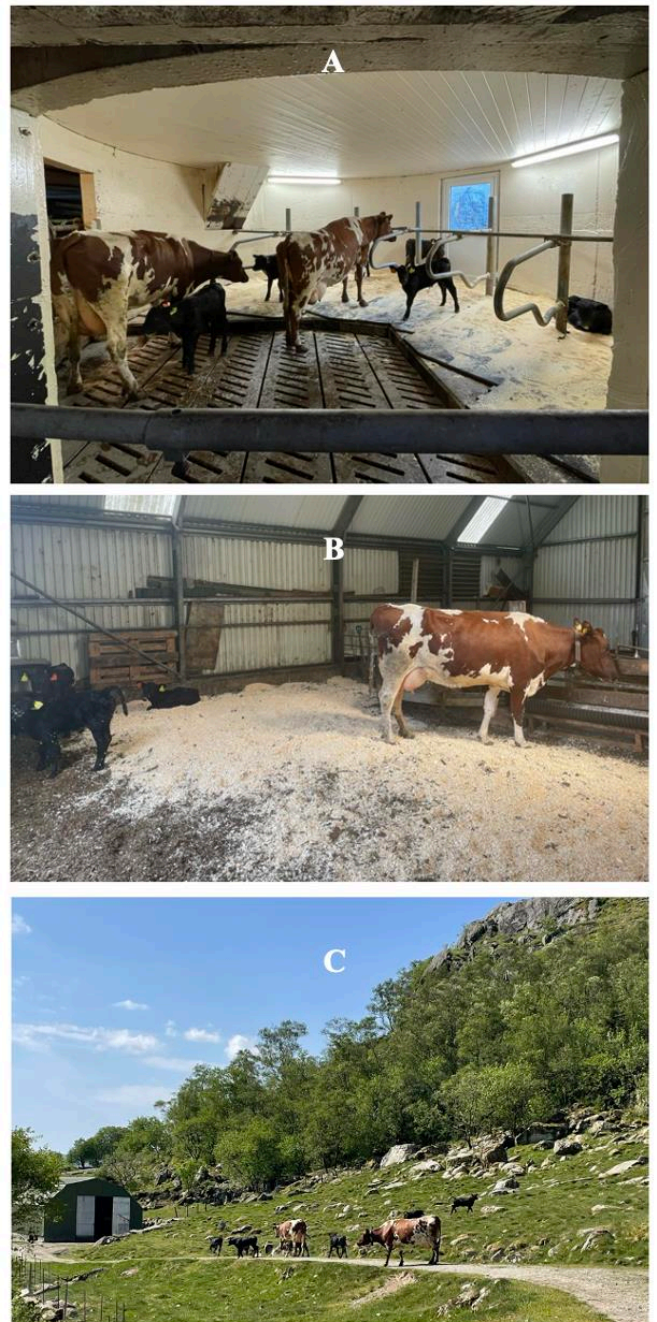
3.2 Oppstalling

Kalvene gikk med sin egen mor de to til fem første dagene for å få tilgang på råmelk. De første kalvene (3 stk) gikk lengre med egen mor, og ble satt i ammetante-gruppe. To kalver ble tatt fra mor rett etter fødsel og fikk råmelk fra flaske, da det var usikkert om moren ga dem råmelk.

3.2.1 Ammetante-gruppe

Kalvene ble tatt direkte fra mor og satt sammen med to ammetanter og fire til seks andre kalver (Figur 4). Egenskaper som ble vektlagt hos ammetanter var morsegenskaper og lynne. Ammetantene fikk gå ut med sin egen kalv, og satt til andre kalver i tillegg. To av ammetantene gikk uten egen kalv. Gruppene ble holdt under oppsyn inne i bing, for å kunne være forsikret om at kalvene fikk til å die av ammetantene. Når alle kalvene dia, ble gruppen kjørt ut på beite. Det var ønskelig å få gruppen ut fortest mulig for å unngå høyt smittepress. To kalver fikk diaré inne i bingen, antakelig fordi det tok lang tid å få dannet gruppen og smittepresset ble høyt (gruppe 3 i Tabell 4). Bingen ble vasket etterpå. Gruppene ble sluppet på beite etter fem til syv dager.

På beite hadde kalvene tilgang på innendørs tallebinge med eget kalvegjemme, hvor det ble tildelt fri tilgang på grovfôr og kraftfôr. Ammetantene fikk tildelt kraftfôr to ganger daglig. Kalvene hadde mulighet til å spise i troa sammen med tantene. Beitet bestod av 95 dekar gjødsla innmarksbeite, og vann var tilgjengelig i form av tjern og bekker. Høstpuljen fikk tildelt grovfôr i innendørs fôrhekk. Tilsyn ble utført minst to ganger daglig.

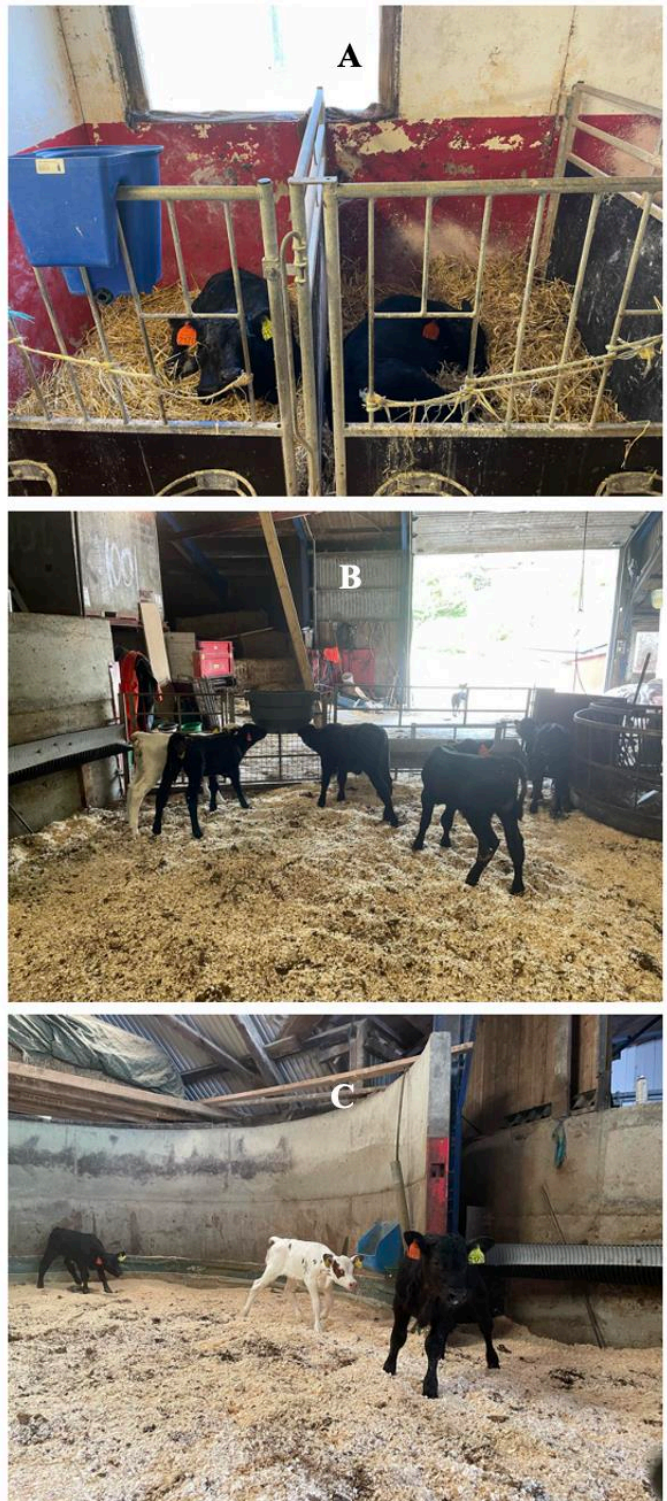


Figur 4. Bilder fra opplegget til ammetante-gruppene. A er fra bingen inne hvor gruppene ble tilvent. Bilde B er fra innendørs tallebinge som ammetante-gruppene hadde tilgang til ute på beite, mens bilde C er fra en liten del av beite som ammetantene gikk på.

3.2.2 Melkebar-gruppe

Kalvene ble tatt fra mor og satt i individuelle binger (Figur 5). De fikk søtmelk frem til de var en uke gamle, og deretter tilvent sur melk. Både søt og sur melk ble tildelt etter appetitt ved to måltider. Søtmelk ble tildelt opp til 6 liter per måltid, og kalven hadde mellom en til to timer til å drikke opp. Når kalvene drakk surmelk godt, like mengder som de drakk av den søte melka, ble de flyttet til felles tallebinge. Det tok vanligvis en til fire dager.

I felles tallebinge (Figur 5) ble de satt sammen til en gruppestørrelse opp til åtte kalver. De fikk fri tilgang på surmelk, grovfôr, kraftfôr og vann. Surmelka ble tildelt i melkebar med seks kunstige spener. Når gruppestørrelsen gikk over fem kalver, ble det satt inn to melkebarer. Surmelka ble tildelt to ganger daglig etter appetitt, dvs at det alltid var igjen rester til neste måltid. Surmelks-tønnene (hvor surmelka ble syrnet) ble vasket etter behov, når pH i melka ble sur ($\text{pH} < 4,5$). Utetemperaturen hadde stor betydning for surhetsgraden til melka. Melkebarene ble vasket omtrent annen hver dag. Både individuelle og fellesbinger hadde gode miljøforhold (tørr halm eller talle og god luftkvalitet), med et lavt smittepress.



Figur 5. Oppstalling av melkebar-gruppene. Bilde A er fra de individuelle bingene hvor kalvene blir tilvent sur melk. Bilde B og C er fra en av de felles tallebingene (to stk).

3.3 Fôr

Melkebar-gruppen ble fôret etter appetitt med bakteriologisk syrnet helmelk, og hadde et estimert opptak på 10-12 liter/dag per kalv (subjektiv måling). Ammetante-gruppen ble trolig fôret etter appetitt. Kraftfôret som ble brukt i forsøket til kalvene var Formel Biff 2+ (produsert ved Felleskjøpet Rogaland Agder). Formel Premium Låg (produsert ved Felleskjøpet Rogaland Agder) ble brukt til ammetantene, og kalvene som gikk med ammetantene har trolig også spist av dette. Grovfôret som ble brukt før og etter avvenning var i hovedsak fra samme skifte, og var produsert for kalv (Tabell 5).

Tabell 5. Den kjemiske analysen av grovfôret til kalv, analysert ved Felleskjøpet Rogaland Agder.

Kjemisk analyse	Verdier
Tørrstoff	55,8 %
Råprotein	118 g/kg TS
NDF	415 g/kg TS
Råtrevler	212 g/kg TS
Råfett	24 g/kg TS
Sukker	262 g/kg TS
Råaske	58 g/kg TS
Fordøyelig organisk stoff	80,4%
FEm – FK	0,95 FEm/kg TS
NEL20	6,7

3.4 Værdata

Værdata er hentet fra værmåler på gårdsbruket og fra værstasjon på Særheim, som begge tilhører Meteorologiske institutt. Data for nedbør, temperatur, vind og luftfuktighet er hentet fra Norsk klimaservice senter. Gårdsbruket har egen nedbørsmåling, mens resten av dataene er hentet fra værstasjonen på Særheim (Klepp kommune i Rogaland) for å få daglige registreringer. Særheim ligger nærmere kysten, og ved en lavere høydemeter over havet

(~200m). Eana skifte henter data for gårdsbruket fra denne måleren for å predikere varmesum og slåttetidspunkt, og dermed brukes denne også for dette forsøket. Målingene er fra perioden hvor ammetantene var på beite, som strekker seg fra 4. juni til 10. november.

3.5 Avvenning

Begge gruppene ble avvent rundt 50 dagers alder. De eldste kalvene i 'Ammetante vår' ble avvent sent, for at de minste kalvene i gruppen skulle være gamle nok. Det var i Gruppe 1 (Tabell 4) spredningen i alder var størst. Kalvene som ble avvent tidlig hørte til gruppa 'Ammetante høst' og ble avvent tidlig grunnet kaldt og vått vær. Ammetante-gruppene ble brått avvent fra både melk og mor, grunnet fjøsets begrensning på utforming for gradvis avvenning. Dette var også grunnen til at siste gruppen i 'Ammetante høst' ble avvent og ikke fortsatte melkeperioden inne. Melkebar-gruppene fikk gradvis avvenning med nedtrapping av surmelk. Kalvene fra begge gruppene ble veid og satt inn på et felles kalveloft med spaltegulv og liggebåser. De hadde fri tilgang på grovfôr og vann. Etter avvenning fikk kalvene tilnærmet fri tilgang på kraftfôr, men når grovfôropptaket gikk opp ble kraftfôret redusert til omtrent 4,2 kg/dag per kalv. Ukene før salg ble kraftfôr mengden redusert til omtrent 2,8 kg/dag per kalv. Mengden kraftfôr ble regulert etter gjødselkonsistensen.

3.6 Vektdata

Vekta som ble brukt i forsøket er EziWeight 6 produsert av Tru-Test Datamars (Figur 6), som er koblet til veieceller beregnet for gris. Vekta måler hvert ½ kg. Veiekassa var sveiset sammen av en gammel stålramme og flyttbare grunder (Figur 6).

3.6.1 Fødselsvekt

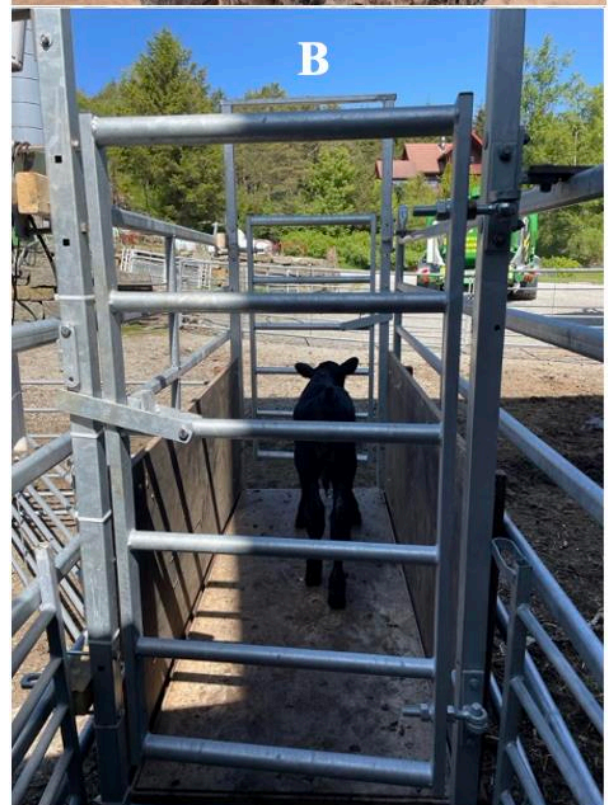
Gjennomsnittlig alder ved registrering av fødselsvekt var 3 ± 2 dager for NRF og 5 ± 4 dager for Angus-krysningene. Målet var i utgangspunktet å få veid kalvene mellom 0-4 dager, men av ulike årsaker ble noen av kalvene veid senere.

3.6.2 Avvenningsvekt

Kalvene ble avvent ved 39-66 dagers alder. Gjennomsnittlig avvenningsalder for hele datasettet samlet var 50 dager, og dette har blitt satt som utgangspunkt for begge rasene i forsøket.

3.6.3 Salgsvekt

Salgsdato for kalvene ble bestemt etter avtale med kjøper og varierte fra 90 til 140 dager, med et gjennomsnitt på 107 dager som er satt som utgangspunkt for forsøket. Kalvene ble veid ved salg fordi det var den mest praktiske løsningen med hensyn til produsent og bygningsutforming. Det var kun Angus- og NRF-oksene som ble solgt, men kvigene ble veid samtidig.



Figur 6. Bilde A er tatt fra vekta som ble brukt i forsøket, mens bilde B viser veiecellene og rammen som ble laget til forsøket.

3.7 Korrigering av vekter

For å regne tilbake alle kalvene til samme utgangspunktet for fødselsvekt (dag 0), avvenningsvekt (dag 50) og salgsvekt (dag 107), ble tre korrigeringsformeler brukt. Formlene er basert på Tyr sine «Vektkorrigeringsregler». Tyr har verken gjort beregninger for NRF eller lette kryssninger med NRF, og det er derfor gjort noen endringer på formlene.

3.7.1 Korrigering av fødselsvekt

For å korrigere tilbake til kalvens fødselsvekt ble Formel 1 brukt. Dagskorrigeringsfaktoren til Tyr er byttet ut med dyrets egen daglige tilvekst (ukorrigert) mellom fødsel og avvenning, for å regne seg tilbake til en mer reel fødselsvekt. Ut fra intervallet mellom fødselsvekt og avvenningsvekt vil antakelsen om en lineær vekstkurve, i stedet for en sigmoid vekstkurve, trolig ikke gjøre store utslag (H. Volden, personlig kommunikasjon, 23.02.23). Korrigeringsfaktor for mors alder er vist i Tabell 6.

Veid vekt – (dyrets egne daglige tilvekst x antall dager fra sann fødselsvekt)*

x korrigeringsfaktor for mors alder (Formel 1)

$$* \text{ Dyrets egen daglige tilvekst} = \frac{\text{Veid avvenningsvekt} - \text{veid fødselsvekt}}{\text{antall dager mellom veiingene}}$$

Tabell 6. Korrigeringsfaktor for mor hentet fra Tyr sine «Vektkorrigeringsregler». Korrigeringsfaktor for avvenning- og salgsvekt er i Tyr benevnt som Korrigeringsfaktor for 200 dagers vekt.

Mors alder (år)	Korrigeringsfaktor for fødselsvekt	Korrigeringsfaktor for avvenning- og salgsvekt
< 2,5 år	1.11	1.12
2,5 - 3,5	1.05	1.05
3,5 – 4,5	1.02	1.01

3.7.2 Korrigering av avvenningsvekt

Avvenningsvekta ble korrigert til dag 50 ved bruk av Formel 2. Korrigeringsfaktor for mors alder er endret til gjennomsnittlig alder til ammetantene, som er 3,5 til 4,5 år (Tabell 6). I gruppen var det kun to kyr som ikke var innenfor aldersspennet (en eldre og en yngre), og siden kalvene gikk sammen med to mødre brukes dette for å forenkle formelen. I tillegg er det stor sjanse for at kalvene dier den kua som er i nærheten, og ikke bare den de er satt til. Korrigeringsfaktor for mor har størst betydning for ammekyr, da det sier noe om ytelsen til mora som varierer mer med alderen. I forsøket er det regnet med et opptak på omtrent 10 liter/kalv når ammetante-gruppene ble satt sammen.

$$\begin{aligned} & ((\text{Veid vekt} - (\text{korrigerert fødselsvekt}/\text{fødselskorreksjonsfaktor for mors alder}) \\ & \quad \times 50 \text{ dager} / \text{faktisk alder ved veiing}) \\ & \quad + (\text{korrigerert fødselsvekt}/\text{fødselskorreksjonsfaktor for mors alder}) \\ & \quad \times \text{fødselskorreksjonsvekt for ammetantes alder}) \text{ (Formel 2)} \end{aligned}$$

3.7.3 Korrigering av salgsvekt

Salgsvekta ble korrigert til dag 107 ved bruk av Formel 3. Korrigeringsfaktoren for mor er den samme som avvenningsvekta over (Tabell 6).

$$\begin{aligned} & ((\text{Veid vekt} - (\text{korrigerert fødselsvekt}/\text{fødselskorreksjonsfaktor for mors alder}) \\ & \quad \times 107 \text{ dager} / \text{faktisk alder ved veiing}) \\ & \quad + (\text{korrigerert fødselsvekt}/\text{fødselskorreksjonsfaktor for mors alder}) \\ & \quad \times \text{fødselskorreksjonsvekt for ammetantes alder}) \text{ (Formel 3)} \end{aligned}$$

3.8 Fjerning av data

Seks kalver døde underveis i forsøket, og ble fjernet fra datasettet. Av Angus-kryssningene var det to kalver (okser) som døde og begge tilhørte høstgruppen, men forskjellig fôringssystem. Kalven som tilhørte melkebar-gruppen døde av diaré, mens kalven i ammetante-gruppen ble svak og døde etter den var tatt inn (trolig pga. kulde). Fire av kalvene tilhørte NRF (tre kviger og en okse). To kvigene døde rett før avvenning og tilhørte melkebar-gruppen, men forskjellig sesong. Den ene døde av løpedreining (vår) og den andre hadde diaré (høst). To kalver døde i

løpet av den første leveuka. Kvigen var svakfødt og ble avlivet, mens oxen ble svak og døde. Begge var satt i 'Melkebar høst'.

Fem kalver ble fjernet fra datasettet da de var «uteliggere». Fire Angus-krysninger (okser) i høstgruppen ble fjernet på grunn av lav tilvekst, to kalver i melkebar- og to i ammetante-gruppen. En NRF-kvige ble fjernet fra 'Ammetante høst' fordi hun ble avvent for tidlig, på grunn av lave temperaturer. Korrigeringene for tilvekst før (1,54 g/dag ukorrigert mot 1,57 g/dag) og etter avvenning (0,39 g/dag ukorrigert mot 0,01 g/dag) gjorde at hun ble en «uteligger». Oversikt over antallet og fordelingen innenfor gruppene etter at disse kalvene er fjernet, er vist i Tabell 7 og 9 i Resultat.

3.9 Statistikk

Innsamling av data ble loggført og systematisert i Microsoft Excel (versjon 16.79.2, Microsoft 365). Korrigering av vektdata og tabeller ble laget i Microsoft Excel, mens Rstudio (versjon 2023.12.1+402) ble brukt til å lage grafer, boxplott og lineær regresjonsanalyse. Tines produksjonskontroll ble brukt for å visualisere kalvenes tilvekst i forhold til en tilpasset vekstkurve.

3.9.1 Lineær regresjonsanalyse

Lineær regresjonsanalyse ble kjørt med en mixed-model ved bruk av pakken «lmer» i Rstudio (Formel 4). Det ble kjørt en interaksjonsmodell mellom fôringssystem og sesong, som begge er faste effekter. Vektdata ble satt som respons, hvor salgsvekta ble satt som intercept. Individ inngikk i modellen som tilfeldig effekt for å kunne se hvor mye av forskjellene som forklares av den genetiske variasjonen til den enkelte kalven (Formel 5).

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \text{ (Formel 4)}$$

y = Vekt (Salgsvekt)

β_0 = Konstanten, representerer verdien av y om alle verdiene av X er null.

X_1 = Fôringssystem

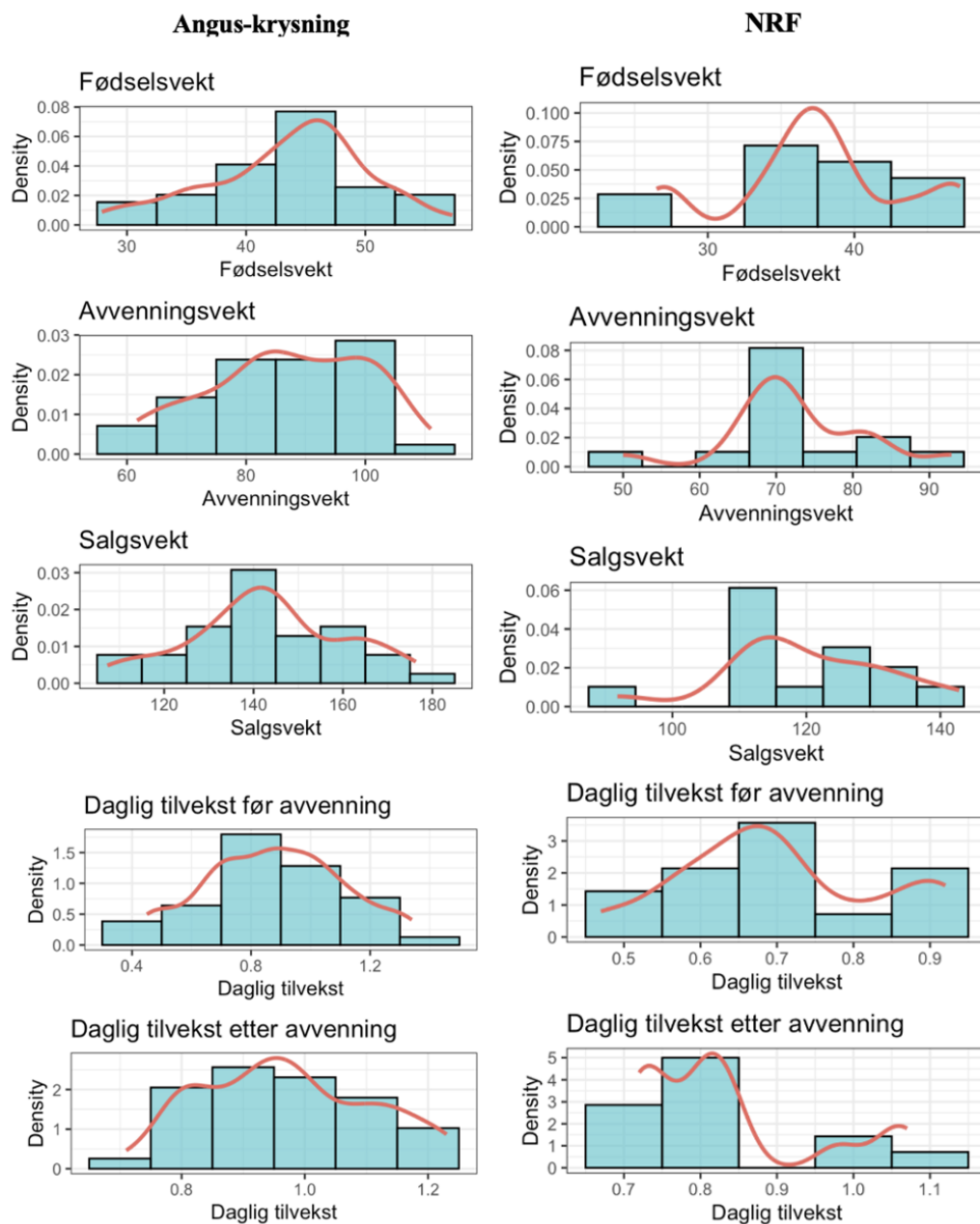
X_2 = Sesong

ε = Individ

$$\text{Effekt av individ} = \frac{\text{Tilfeldig effekt}}{\text{Tilfeldig effekt} + \text{Residual}} \text{ (Formel 5)}$$

3.9.2 Testing av normalfordeling og homogeniteten i variansen

Det ble satt opp histogrammer over fødsels-, avvennings- og salgsvekt, i tillegg til daglig tilvekst før og etter avvenning, for å visualisere fordelingen av datasettet (Figur 7). Det er flere Angus-kryssninger enn NRF kalver, som kan forklare en dårligere normalfordeling av NRF-datasettet.

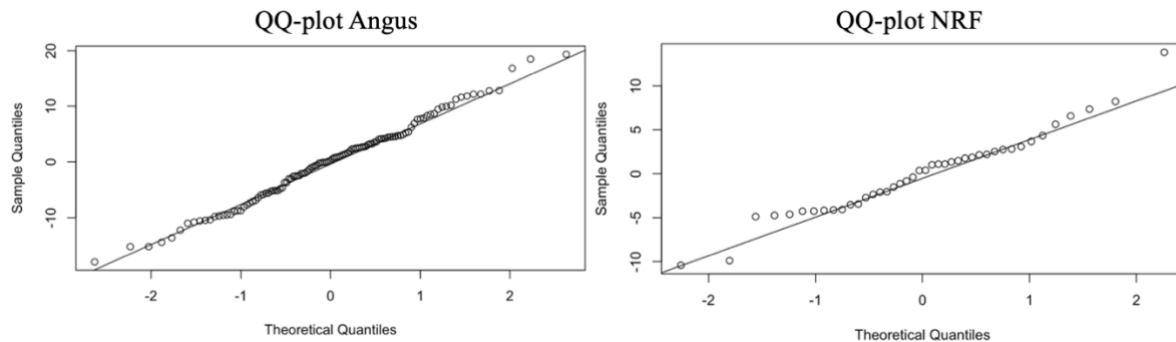


Figur 7. Normalfordelingen med trendlinje for kalvevekter og tilvekster i de to datasettene.

Shapiro-Wilk normalitetstest (Lydersen & Skovlund, 2020; Razali & Wah, 2011) ble kjørt for å finne normalfordelingen av residualene etter lineær regresjonsanalyse. Det ble også laget QQ-plot over residualene for å visualisere normalfordelingen (Figur 8). Nullhypotesen for Shapiro-Wilk normalitetstest er:

H₀: Datasettet er ikke normalfordelt om $p < 0,05$.

Normalitetstesten avkreftet *H₀* for både Angus-krysningene ($P = 0,73$) og NRF ($P = 0,30$).



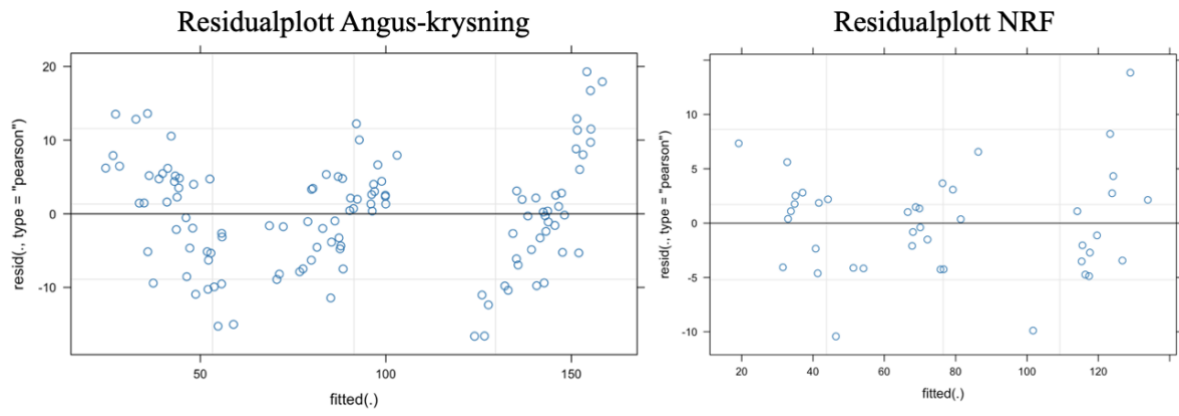
Figur 8. QQ-plott over residualene etter regresjonsanalysen viser normalfordelingen av residualene i datasettene. Den lineære regresjonslinjen representerer hvordan dataene hadde sett ut om det var perfekt normalfordeling av residualene.

Levenene's test (O'Neill & Mathews, 2002) ble kjørt i Rstudio for å finne ut om det var homogenitet i variansen fra den lineære regresjonsanalysen. Residual plottene (Figur 9) visualiserer resultatene.

Nullhypotesen til Levenene's test er:

H₀: Datasettet har ikke homogenitet i variansen om $p < 0,05$

Levenene's test avkreftet *H₀* for føringssystem ($P = 0,80$) og sesong ($P = 0,81$) for Angus-krysningene innenfor de tre vektregistreringene. *H₀* ble avkreftet for sesong ($P = 0,15$), men bekreftet for føringssystem ($P = 0,02$) for NRF-datasettet. Figur 9 viser en større spredning i residualene for salgsvekta enn det er i fødsel- og avvenningsvektene, for Angus-krysningene. I residualplottet for NRF ligger residualene mer samlet for avvenningsvekta enn de to andre vektregistreringene.



Figur 9. Spredningen av residualene etter regresjonsanalysen.

4 Resultat

Resultatene er delt opp etter rase. Kalvene som ble fjernet fra datamaterialet er ikke med i resultatene.

4.1 Bakgrunnsdata for Angus-krysningene

Tabell 7 viser antall kalver, gjennomsnitt og standardavvik delt inn i kjønn, fôringssystem og sesong. Det er også lagt inn gjennomsnittlig dager ved avvenning. Innenfor vår-puljen er tre av femten kalver fra førstegangskalvere, mens i høst-puljen er seks av sju kalver fra førstegangskalvere.

Tabell 7. Oversikt over vektregistreringene og alder ved avvenning (gjennomsnitt og standardavvik) fordelt etter kjønn, fôringsstrategier og sesong for Angus-krysningene.

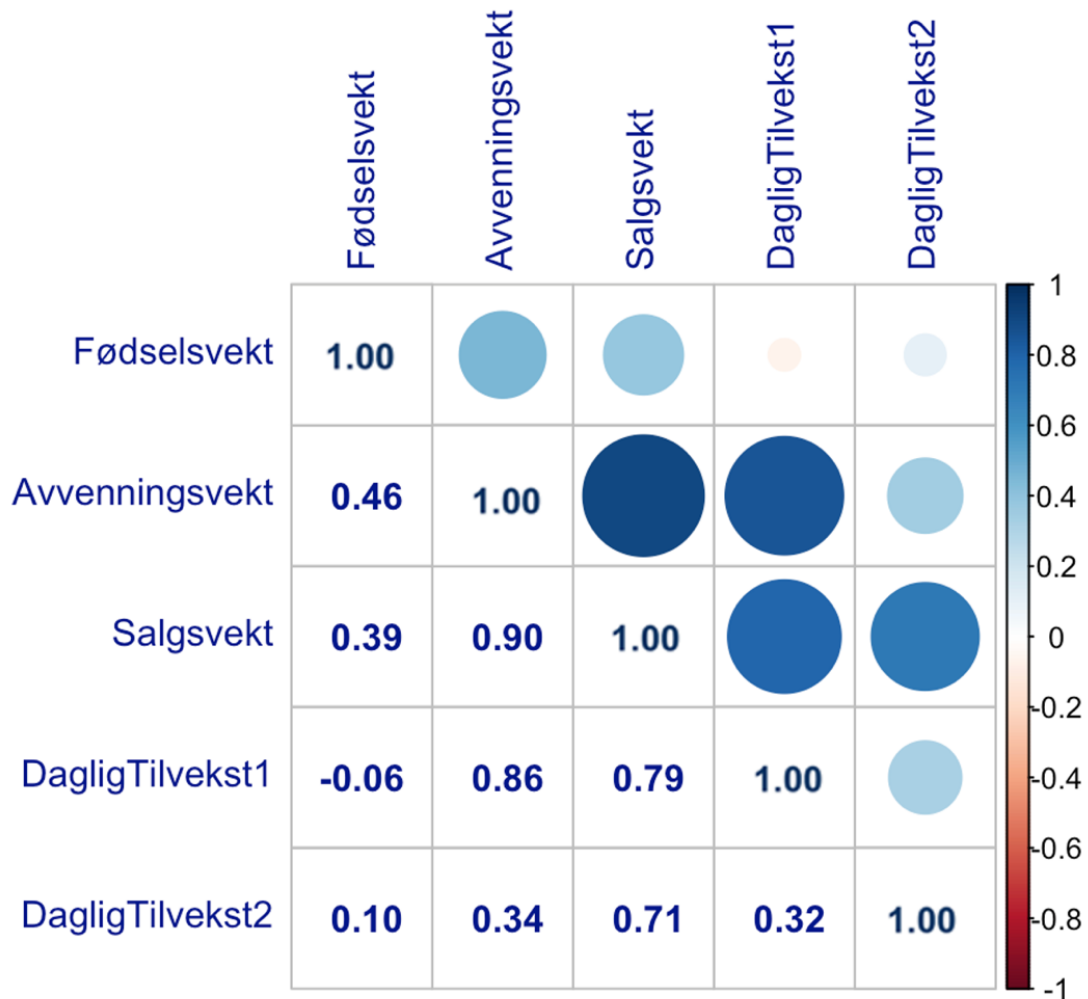
	Alle	Kjønn		Ammetante		Melkebar	
		Okse	Kvige	Vår	Høst	Vår	Høst
Antall kalver	39	33	6	15	7	9	8
Fødselsvekt¹	43,6	44,6	37,9	44,8	40,0	44,5	43,4
(kg)	6,7	6,3	6,2	6,8	7,9	6,0	6,0
Avvenningsvekt²	87,7	90,0	74,9	90,3	80,0	96,7	79,4
(kg)	13,0	12,2	10,5	11,4	9,6	9,5	14,8
Salgsvekt³	143,0	146,2	125,3	151,3	128,0	151,4	131,2
(kg)	17,4	16,2	12,7	15,9	12,6	12,4	14,2
Daglig tilvekst før avvenning (g)	880	910	740	910	800	1050	720
	230	240	120	200	180	220	250
Daglig tilvekst etter avvenning (g)	970	990	880	1070	840	960	910
	140	140	110	130	100	120	70
Alder ved avvenning (dager)	53	53	50	58	45	50	52

1: Vektregistrering ved dag 0

2: Vektregistrering ved dag 50

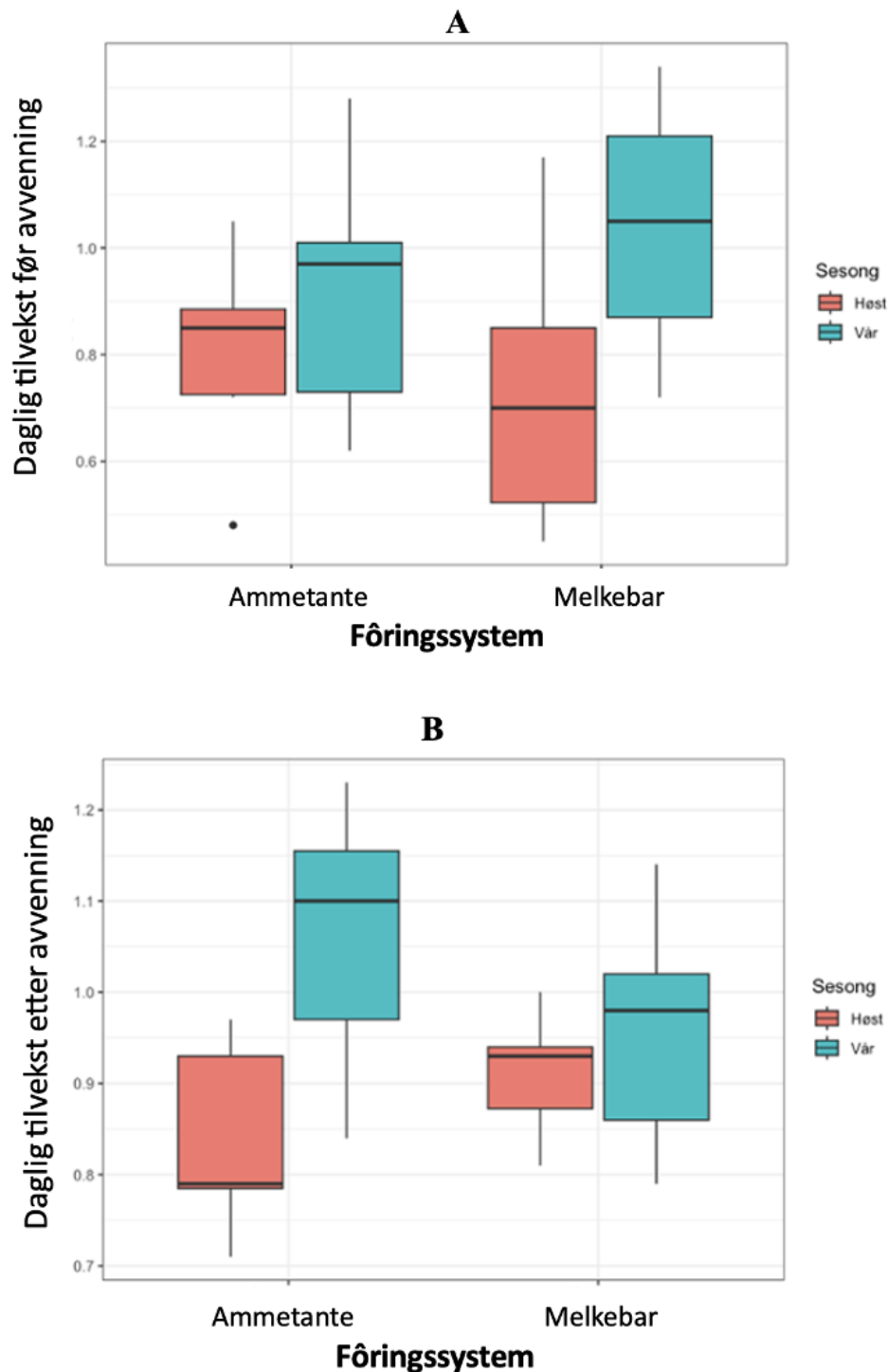
3: Vektregistrering ved dag 107

Figur 10 viser korrelasjonen mellom de ulike variablene. Det var lav korrelasjon mellom fødselsvekt og daglig tilvekst før og etter avvenning. Daglig tilvekst før avvenning har en lav korrelasjon med daglig tilvekst etter avvenning. Avvenningsvekt har høy korrelasjon med salgsvekt og daglig tilvekst før avvenning. Salgsvekt har også høy korrelasjon med daglig tilvekst før og etter avvenning.



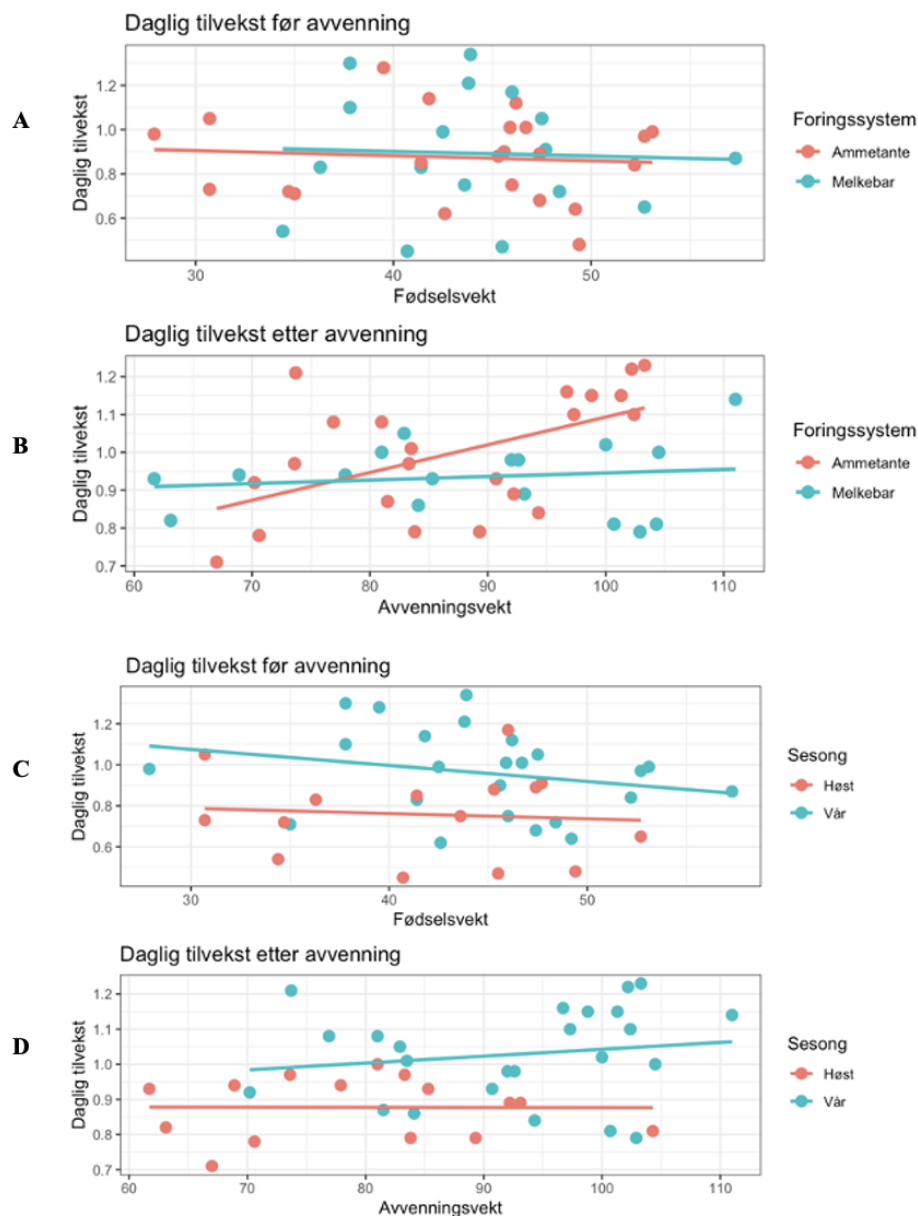
Figur 10. Korrelasjonsplottet viser korrelasjonen mellom vektregistreringene og de daglige tilvekstene for Angus-krysningene. DagligTilvekst1 var daglig tilvekst før avvenning, mens DagligTilvekst2 var daglig tilvekst etter avvenning.

Boxplottene i Figur 11 viser forskjellene i tilvekst mellom fôringsystem og sesong før avvenning (A) og etter avvenning (B).



Figur 11. Boxplottene visualiserer forskjellene mellom fôringsystemene inndelt i sesong for daglig tilvekst før (A) og etter (B) avvenning for Angus-krysningene. De blå boxplottene representerer vår-puljen, mens de røde boxplottene representerer høst-puljen.

Grafene i Figur 12 ser hvordan daglig tilvekst før avvenning påvirkes av fødselsvekta, og om det er forskjeller mellom fôringsystemene (A og B) og sesong (C og D). Etter avvenning ser en hvordan daglig tilvekst påvirkes av avvenningsvekta, delt inn i fôringsystem (C) og sesong (D). Fødselsvekta hadde liten betydning for daglig tilvekst før avvenning, uavhengig av fôringsystem (A). Derimot hadde høy fødselsvekt en negativ tendens på tilvekst før avvenning for vår, men ikke høst (C). Etter avvenning var det tendenser til høyere tilvekst ved en høyere avvenningsvekt for ammetanter (B) og vår (D). Avvenningsvekta hadde mindre betydning for tilvekst på gruppene melkebar (B) og høst (D).



Figur 12. Grafene gir en oversikt over hvordan fødselsvekta (A og B) og avvenningsvekta (C og D) påvirker daglig tilvekst før og etter avvenning. Punktene representerer hvert individ som er med i forsøket (Angus-kryssningene) og regresjonslinja viser tendensen til gruppa, om det er fôringsystem (A og C) eller sesong (B og D).

4.2 Lineær regresjonsanalyse med mixed-model for Angus-krysningene

Tabell 8 viser resultatene fra lineær regresjonsanalyse. Det er ingen signifikante forskjeller mellom fôringssystem ($P=0,68$), men analysen estimerer at kalvene i melkebar-gruppen er 2,0 kg tyngre ved salg. Det er signifikant forskjell mellom sesongene ($P<0,01$), og en estimert forskjell på 12,8 kg høyere vekt hos kalvene som er født i vår-puljen. Det er ingen signifikant interaksjon mellom fôringssystem og sesong ($P=0,99$).

Fra analysen er det estimert en tilvekst på 99,4 kg fra fødsel til salg ($P<0,01$) og 55,3 kg fra avvenning til salg ($P<0,01$). Individ inngikk som tilfeldig effekt i modellen og stod for 46 % av forskjellene i tilvekst.

Tabell 8. Resultatene fra lineær regresjonsanalyse ved mixed model (Angus-krysningene). Salgsvekt, ammetante og høst er satt som intercept. Det er kjørt en interaksjonsmodell mellom melkebar og vår.

Faste effekter	Estimat	Standardfeil	Frihetsgrader	t-verdi	p-verdi
Intercept ¹	134,22	3,75	42,22	35,76	<0,01
Melkebar	2,01	4,90	35,00	0,41	0,68
Vår	12,81	4,33	35,00	2,96	< 0,01
Melkebar*Vår ²	0,08	6,32	35,00	0,01	0,99
Avvenningsvekt	-55,32	1,97	76,0	-28,11	<0,01
Fødselsvekt	-99,44	1,97	76,0	-50,54	<0,01

1. *Fôringssystem = Ammetante, Sesong = Vår, Vekt = Salgsvekt*

2. *Interaksjon*

4.3 Bakgrunnsdata for NRF

Tabell 9 viser antall kalver, gjennomsnitt og standardavvik for kjønn, fôringsystem og sesong. Alder ved avvenning er også lagt til for hver av gruppene. Fem av åtte kalver i vår-puljen og to av sju kalver i høst-puljen er fra førstegangskalvere.

Tabell 9. Oversikt over vektregistreringene og alder ved avvenning (gjennomsnitt og standardavvik) fordelt etter kjønn, fôringsstrategier og sesong for NRF.

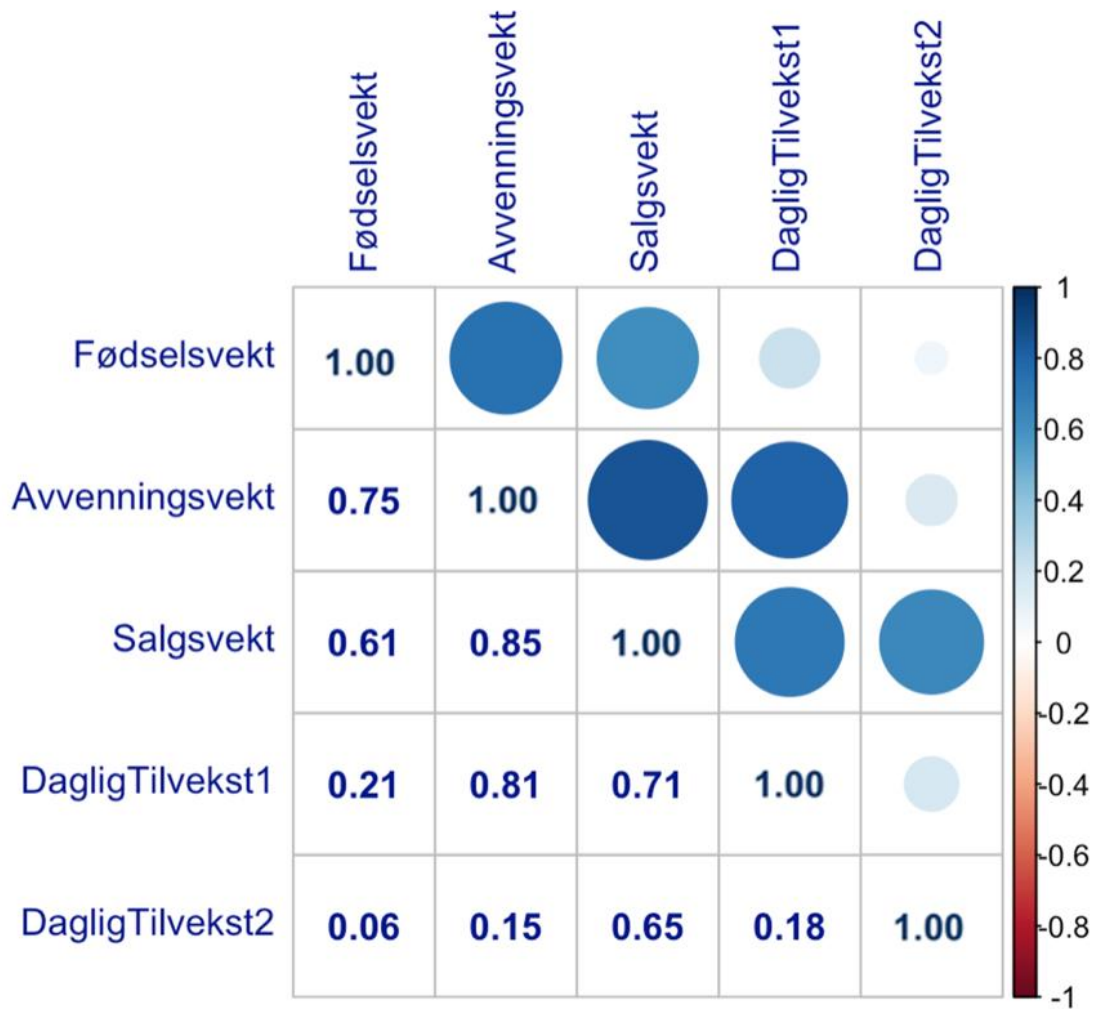
	Alle	Kjønn		Ammetante		Melkebar	
		Kvige	Okse	Vår	Høst	Vår	Høst
Antall kalver	15	13	2	5	2	3	5
Fødselsvekt¹	37,4	35,7	46,8	36,4	36,4	34,7	39,7
(kg)	6,0	4,6	0,5	6,2	2,8	6,4	6,6
Avvenningsvekt²	72,37	69,9	87,6	69,1	68,1	72,7	76,8
(kg)	9,9	7,5	7,5	11,7	3,4	6,5	10,7
Salgsvekt³	119,89	118,2	129,7	121,9	114,3	120,1	119,4
(kg)	12,76	12,3	9,0	19,6	3,6	5,9	10,4
Daglig tilvekst før avvenning (g)	700	680	820	650	630	760	740
	130	130	140	160	120	130	100
Daglig tilvekst etter avvenning (g)	830	850	740	930	810	830	750
	120	130	30	150	0	10	40
Alder ved avvenning (dager)	52	52	52	56	45	51	52

1: Vektregistrering ved dag 0

2: Vektregistrering ved dag 50

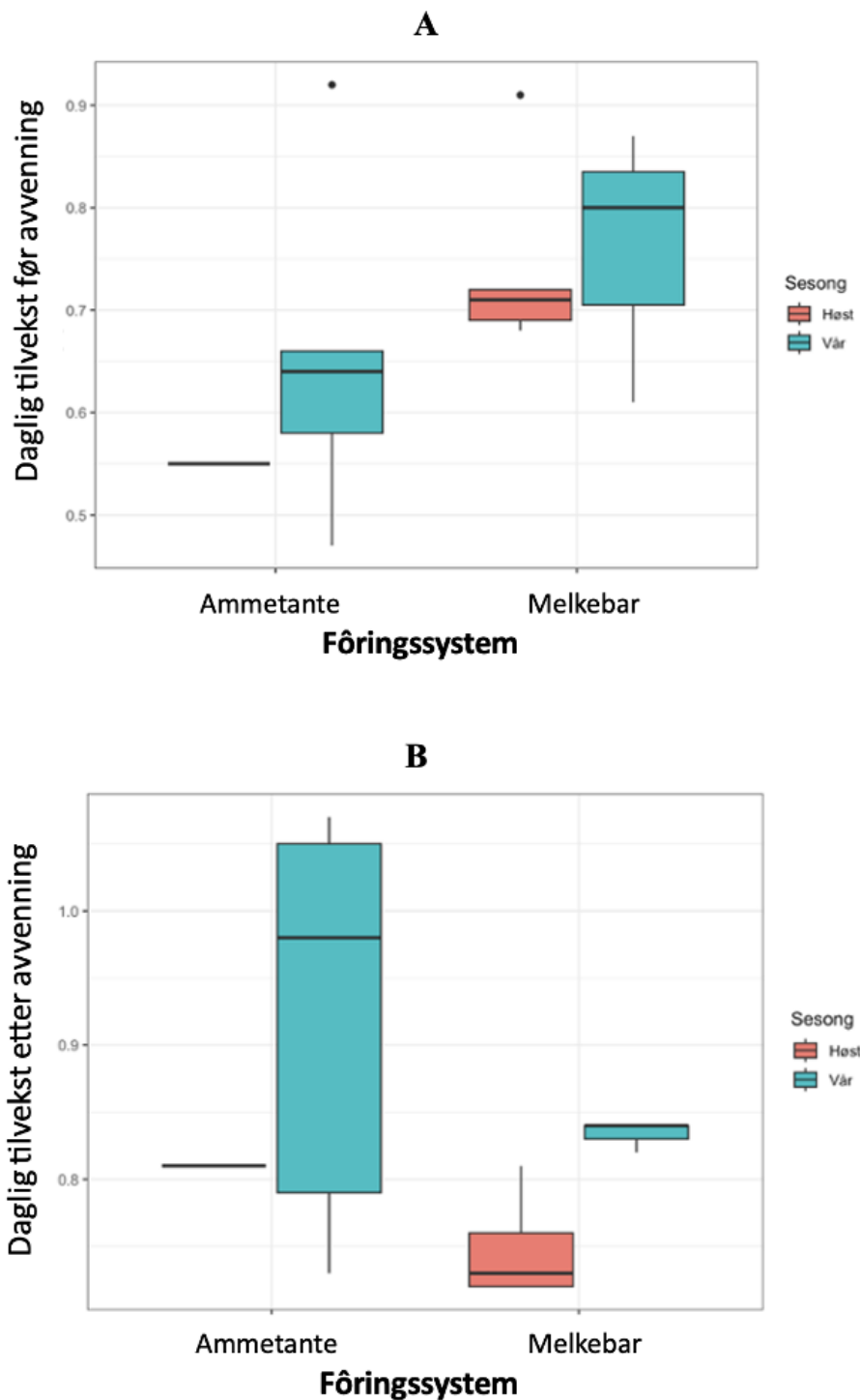
3: Vektregistrering ved dag 107

Figur 13 viser korrelasjonen mellom variablene. Fødselsvekt har en høy korrelasjon med avvenningsvekt og salgsvekt. Avvenningsvekt har en høy korrelasjon med salgsvekt og daglig tilvekst før avvenning, men lav for tilveksten etter avvenning. Salgsvekt har høy korrelasjon med både tilvekst før og etter avvenning, og var sterkere før avvenning. Daglig tilvekst før og etter avvenning har lav korrelasjon.



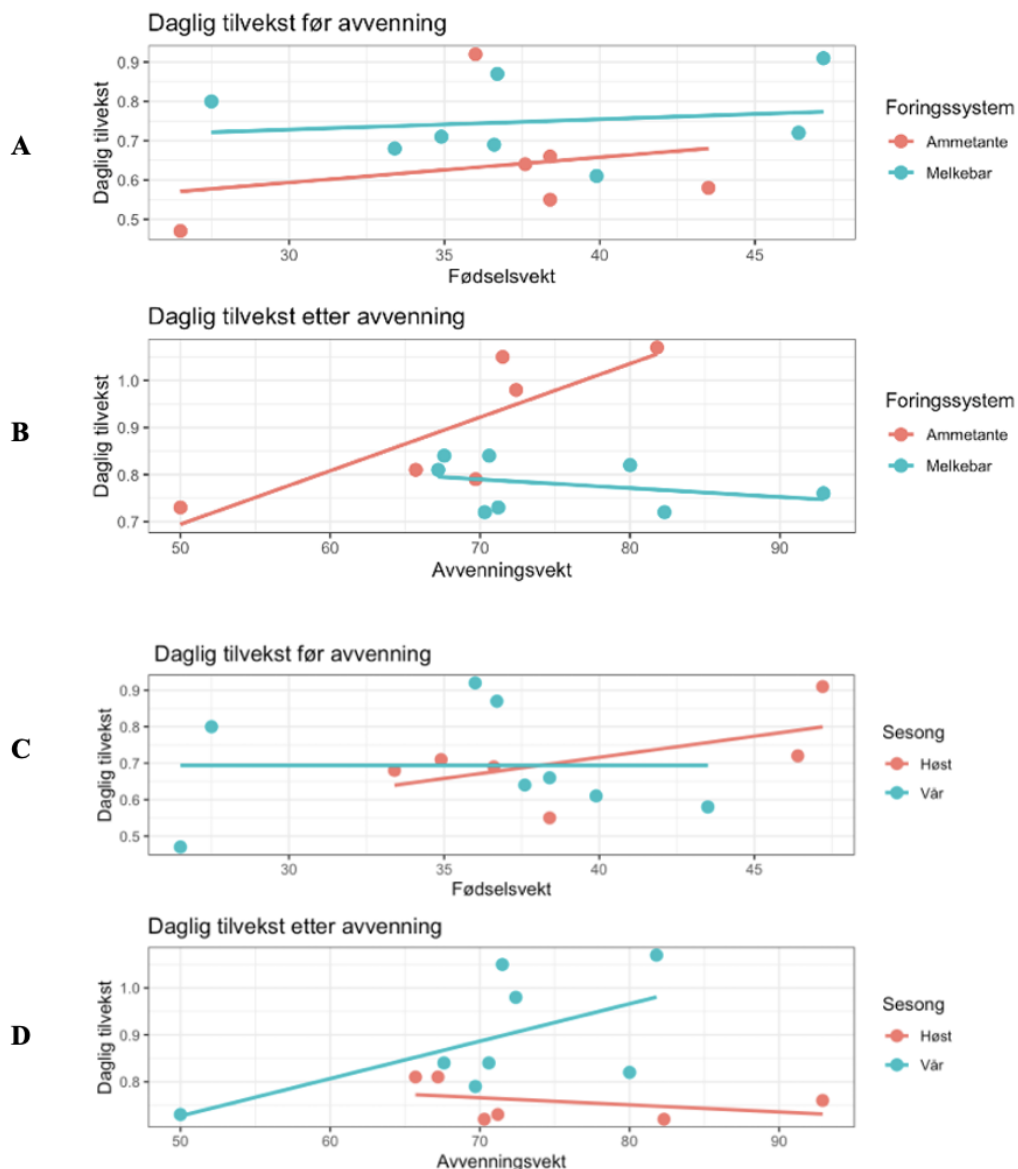
Figur 13. Korrelasjonsplottet viser korrelasjonen mellom vektregistreringene og de daglige tilvekstene for NRF. DagligTilvekst1 var daglig tilvekst før avvenning, mens DagligTilvekst2 var daglig tilvekst etter avvenning.

Boxplottene i Figur 14 viser forskjellene i tilvekst mellom fôringsystem og sesong før avvenning (A) og etter avvenning (B). De «tynne» boxplottene kan forklares av få kalver i gruppen med liten variasjon mellom dem.



Figur 14. Boxplottene visualiserer forskjellene mellom fôringsystemene inndelt i sesong for daglig tilvekst før (A) og etter (B) avvenning for NRF. De blå boxplottene representerer vår-puljen, mens de røde boxplottene representerer høst-puljen.

Grafene i Figur 15 viser hvordan daglig tilvekst før avvenning påvirkes av fødselsvekta, og om det er forskjeller mellom fôringsystemene (A og B) og sesong (C og D). Etter avvenning ser en hvordan daglig tilvekst påvirkes av avvenningsvekta, delt inn i fôringsystem (C) og sesong (D). Fødselsvekta hadde betydning for tilvekst før avvenning for begge fôringsystemene (A). For sesong var det tendens til positiv effekt på tilvekst ved høy fødselsvekt på høsten (C). Etter avvenning var det positiv effekt med høy avvenningsvekt på tilveksten for ammetanter, men motsatt tendens for melkebar (B). Det var positive tendenser til at avvenningsvekta hadde betydning for daglig tilvekst for vår, men det var ikke av betydning for høst (D).



Figur 15. Grafene gir en oversikt over hvordan fødselsvekta (A og C) og avvenningsvekta (B og D) påvirker daglig tilvekst før og etter avvenning. Punktene representerer hvert individ som er med i forsøket (NRF) og regresjonslinja viser tendensen til gruppa, om det er fôringsystem (A og B) eller sesong (C og D).

4.4 Lineær regresjonsanalyse med mixed-model for NRF

Tabell 10 viser resultatene fra den lineære regresjonsanalysen. Det er ingen signifikante forskjeller mellom fôringssystem ($P=0,55$), men analysen estimerer gevinst på 6,7 kg for melkebar-gruppen ved salg. Det er ingen signifikante forskjeller mellom sesongene ($P=0,72$), men en estimert gevinst av vår på 3,8 kg. Det er ingen signifikant interaksjon mellom fôringssystem eller sesong ($P=0,62$).

Fra analysen er det estimert en tilvekst på 82,5 kg fra fødsel til salg ($P<0,01$) og 47,5 kg fra avvenning til salg ($P<0,01$). Individ forklarer 72 % av forskjellene i tilvekst, som var høyere enn Angus-krysningene.

Tabell 10. Resultatene fra lineær regresjonsanalyse ved mixed model (NRF). Salgsvekt, ammetante og høst er satt som intercept. Det er kjørt en interaksjonsmodell mellom melkebar og vår.

Faste effekter	Estimat	Standardfeil	Frihetsgrader	t-verdi	p-verdi
Intercept ¹	115,32	9,86	10,33	11,69	<0,01
Melkebar	6,65	10,72	10,00	0,62	0,55
Vår	3,83	10,72	10,00	0,36	0,72
Melkebar*Vår ²	-6,60	12,88	10,00	-0,51	0,62
Avvenningsvekt	-47,52	2,16	26,00	-22,00	<0,01
Fødselsvekt	-82,53	2,16	26,00	-38,22	<0,01

1. *Fôringssystem = Ammetante, Sesong = Vår, Vekt = Salgsvekt*

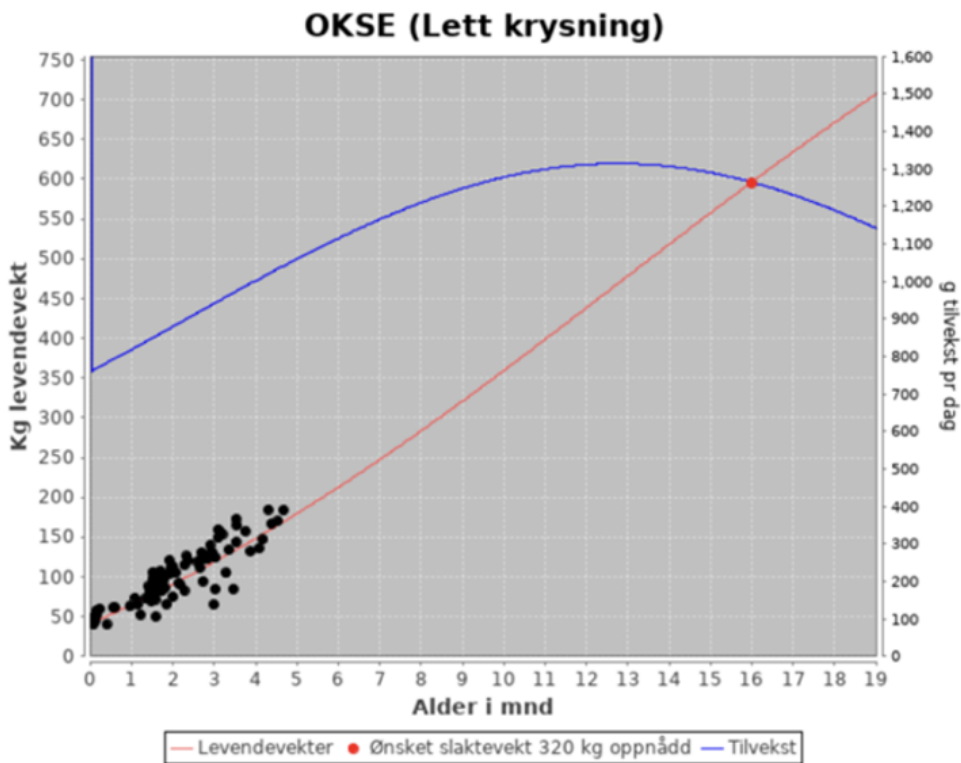
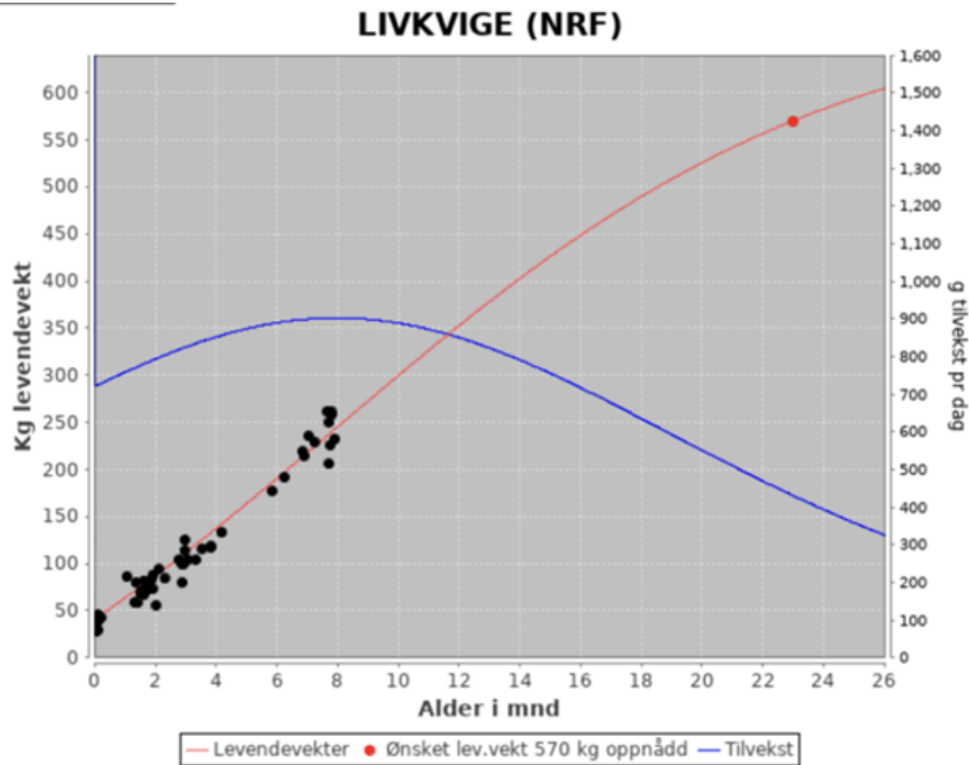
2. *Interaksjon*

4.5 Vektregistreringer i Tines produksjonskontroll

Vektregistreringene fra alle kalvene ble registrert i Kukontrollen for å sjekke hvordan tilvekstene er i forhold til en tilpasset kurve (Figur 16). Her er alle kalvene med, også kalvene som ble luket ut fra datasettet. Det ble brukt en tilpasset kurve slik at mest mulig av kalvene skulle ligge rundt den sigmoide vekstkurven, for å predikere hvilken vekt kvigene vil ha ved innkalving og slaktevekten oksene vil ha.

For kvigene er vekstkurven satt til ønsket vekt på 570 kg ved innkalving på 23 måneder. Det er anbefalt at kviger kalver inn på 560-580 kg ved 23-26 måneder (Overrein, 2017). Gjennomsnittlig innkalvingsalder er 25,5 måneder for hele landet i 2023 (Tine, 2024). Figur 16 viser at kvigene følger ønsket vekstkurve. For NRF-kvigene er det en kalv som ligger under de andre kalvene, som har hatt lavere daglig tilvekst før og etter avvenning. Grunnen til at kvigene har registreringer etter fire måneder var fordi de ble igjen på melkebruket, og har blitt veid flere ganger.

For krysningsoksene er vekstkurven satt til slaktevekt på 320 kg ved 16 måneders alder. Animalia fant en gjennomsnittlig slaktevekt på 296 kg ved 16,9 måneder for Angus og 311 kg ved 16,5 måneder for lette krysninger i 2023 (Animalia, 2023). Fra Figur 16 følger de fleste oksene ønsket vekstkurve. Det er tre kalver som har lavere vekt enn resten, som er av dem som har blitt fjernet fra datamaterialet.



Figur 16. Grafene gir en oversikt om hvordan kvigene og oksene legger seg i forhold til en tilpasset vekstkurve, ved alle vektregistreringene. Kurven er tilpasset til en ønsket levendevekt eller slaktevekt ved en spesifikk alder. Begge grafene er satt i det høyere sjiktet av hva som er normalt, for at kalvene skal legge seg på kurven. Siden kvigene har blitt igjen på gårdsbruket er det lagt inn en ekstra vektregistrering ved 6-8 mnd. alder i tillegg. Grafen tar hensyn til at kalvene er NRF og lettere krysninger.

4.4 Værdata

Tabell 11 viser værdata i perioden når ammetante-gruppene var ute på beite.

Tabell 11. Værdata fra gårdsbruket i perioden ammetante-gruppene var ute på beite.

		Juni	Juli	August	September	Oktober	November¹
Nedbør	Total	98	403	282	344	269	43
<i>(døgn)</i>	Snitt/dag	3,3	13,0	9,1	11,5	8,7	4,3
	Regndager	10	29	26	25	21	8
Temperatur	Snitt	14,6	14,2	14,5	14,3	7,8	6,6
<i>(døgn)</i>	Min	5,5	9,1	8,1	6,7	1,6	0,2
	Maks	24,9	25,6	21,5	25,2	15,3	10,9
Vind	Snitt	3,3	3,5	3,5	3,6	4,1	4,0
<i>(middelvind/</i>	Lavest	1,4	1,8	1,2	1,7	1,3	1,2
<i>døgn)</i>	Høyest	6,9	6,9	12,3	6,7	11,8	8,1
Luftfuktighet	Snitt	74,9	83,3	84,4	83,8	72,2	77,8

1: Det er bare de første 10 dagene som er med av november fordi det var da siste ammetante-gruppe ble tatt inn.

5 Diskusjon

Formålet med forsøket var å undersøke effekten av ammetanter sett opp mot et mer tradisjonelt fôringssystem, som melkebar. Vektregistreringene ga et grunnlag for å sammenligne tilvekstene til kalvene i melkefôringsperioden og etter avvenning. Melkebar-fôring hadde en tendens til å gi bedre tilvekst før avvenning, men trenden snudde etter avvenning. Det var ingen signifikant forskjell mellom fôringssystemene. Forsøket foregikk i to puljer, vår og høst, som ga et grunnlag for å undersøke om det var variasjon i tilvekst mellom sesongene. I tillegg til å undersøke om fôringssystemene ga ulike resultater for de to sesongene. Forsøket fant signifikant forskjell mellom vår og høst, med høyere tilvekster for vår-puljen for Angus-krysningene. Det var ingen signifikante forskjeller mellom sesongene for NRF. Datamaterialet var allerede bestemt da forsøket ble utført, og besto av rasene NRF og Angus-krysning. Det var skjevfordeling mellom rasene, noe som kan påvirke resultatene. Datamaterialet for rasene ble holdt separert da det var signifikant forskjell i salgsvekt ($P < 0,001$), med en estimert høyere salgsvekt på 14,7 kg for Angus-krysningene.

5.1 Rase

Korrelasjonen mellom fødselsvekt og daglig tilvekst før og etter avvenning var lav for både Angus-krysningene og NRF ($< 0,22$ for alle). Angus-krysningene viste ingen tendenser til at fødselsvekta påvirket den daglige tilveksten før avvenning for fôringssystem. NRF hadde en noe høyere tendens til at høy fødselsvekt ga høyere daglig tilvekst. Coleman et al. (2021) fant at kalver med lav fødselsvekt oppnådde ønsket avvenningsvekt (75-85 kg) saktere enn kalver med høy fødselsvekt. Det kan diskuteres at forskjellene mellom disse forsøkene kommer av forskjellig melkemengder og melkefôring. I forsøket til Coleman et al. (2021) ble kalvene oppfôret kommersielt (trolig restriktivt og med melkeerstatning), mens i dette forsøket ble det fôret etter appetitt og med helmelk. En kan gjøre en antakelse om at melkefôring og strategi har større betydning for tilveksten sammenlignet med fødselsvekta.

Kalvene i dette forsøket oppnådde en avvenningsvekt på 86,7 kg (Angus-krysning) og 72,4 kg (NRF) ved 50 dagers alder. Coleman et al. (2021) oppnådde avvenningsvekten på 75-85 kg ved 81,5 dager (gjennomsnitt). Ved samme avvenningsvekt og en differanse på 31,5 dag kan dette også være med på å underbygge utsagnet om at melkemengde og næringsinnhold har større

betydning for tilveksten før avvenning, og at fødselsvekta trolig får mindre betydning på tilveksten.

Ved salgsvekta er det differanse med 23,1 kg mellom Angus-krysningene og NRF. Perry et al. (1991) observerte en redusert tilvekst, lavere fôropptak og en lavere fôreffektivitet hos melkeraser (Holstein) enn kjøttferaser (Angus, Angus-Simmental). Resultatene kan henge sammen med et høyere potensiale for muskelavleiring hos krysninger, men også med en differanse i tilvekst for kviger og okser. Okser har et høyere vekstpotensial sammenlignet med kviger som har en 5 % lavere daglig tilvekst før avvenning og 20-30 % lavere tilvekst etter avvenning enn okser (Berg & Matre, 2007). I forsøket ser en at oksene har en tendens til å ha høyere vekter og høyere tilvekster enn kvigene for både Angus-krysningene og NRF. Da Angus-krysningene består av flest okser og NRF av flest kviger vil dette spille en stor rolle for salgsvekta, og være med å forklare noe av forskjellene i vekst mellom de to rasene.

Angus-krysningene hadde en gjennomsnittts fødselsvekt på 43,6 kg, mens NRF hadde en gjennomsnittts fødselsvekt på 37,4 kg. Coleman et al. (2021) fant et samsvar i fødselsvekt mellom melkerase (Holstein, Holstein-Jersey) og melkerase-Angus krysning på 36 kg. I dette forsøket er fødselsvektene til NRF høyere (med $1,0 \pm 0,4$ kg) sammenlignet med det Coleman et al. (2021) og Hickson et al. (2015) fant i sine forsøk, som kan komme av at NRF er avlet for å være en kombiku (Geno, 2023). Differansen mellom melkerasen og kjøttfe-krysningen i dette forsøket kan forklares av ulike årsaker som kjønnsforskjeller og mors alder. Studier viser at krysninger med Angus og melkeraser gir kalver med samme fødselsvekt som melkerasen, som er en av hovedgrunnene til at det har blitt en populær farrase til bruk på melkekyr (Coleman et al., 2021; Jaborek et al., 2023). Dermed vil trolig rase ha liten effekt på fødselsvekta.

Kjønnsforskjellene i datamaterialet kan også påvirke forskjellene i fødselsvekt. 85 % av Angus-krysningene er okser, mens okser bare utgjør 13 % av NRF. Hickson et al. (2015) diskuterte i sitt forsøk at fødselsvektene de fant i det ene forsøket (kun kviger) vil være underestimerte da okser i gjennomsnitt har høyere fødselsvekt. I et annet forsøk (Holstein-Jersey x Holstein/Hereford) fant Hickson et al. (2015) signifikant forskjell på 3,4 kg i fødselsvekt mellom kjønnene.

En annen grunn til forskjellene i fødselsvekt kan komme av mors alder. I dette forsøket var 23 % av Angus-krysningene fra førstegangskalvere, mens 46 % av NRF kalvene var fra førstegangskalvere. Grunnen til at det er en større andel kviger som har NRF kalver er fordi de har best avlsfremgang, og blir dermed brukt mer i avl til rekrutteringsdyr. Hickson et al. (2015) fant signifikante forskjeller i fødselsvekt mellom eldre kyr (>3) og andregangs-kalvere med $1,7\pm 0,4$ kg høyere fødselsvekt for førstnevnte. Dette kommer trolig av en lavere levendevekt hos mor som påvirker størrelsen til kalven, som samsvarer med resonnementet til Hickson et al. (2015). Råmelka til førstegangskalvere har et lavere innhold av immunstoffer sammenlignet med eldre kyr (Liberg, 2001 i Hansen et al., 2011), og siden kalvene fikk råmelk av egen mor kan dette ha bidratt til lavere tilvekster gjennom forsøket. Siden NRF datamaterialet har en større andel kviger, og en større andel kalver som er født av førstegangskalvere vil nok dette påvirke differansen i fødselsvekt mer enn rase.

5.2 Fôringssystem og sesong

Daglig tilvekst før avvenning var signifikant lavere for Angus-krysningene i høstgruppen, uavhengig av fôringssystem. For NRF-kalvene var det ingen signifikante forskjeller mellom sesongene. Kalv har en nedre kritisk temperatur ved 10°C , og ved lavere temperaturer vil energibehovet øke for å opprettholde kjernetemperaturen (McDonald et al., 2022; Ruud et al., 2015). For vår-puljen var gjennomsnittet av døgntemperaturene dobbelt så høy som høst-puljen. Temperaturen varierte fra $0,2-15,3^{\circ}\text{C}$ i høst-puljen mens den varierte fra $5,5-25,6^{\circ}\text{C}$ for vår-puljen. Kalvene har trolig fått samme melkemengde i vår- og høst-puljen, og med et økt energibehov for høst-kalvene blir det mindre energi til vekst (Khan et al., 2011). Dette kan ha bidratt til forskjellene i tilvekst mellom puljene.

For ammetante-gruppen (Angus-krysningene) var det en differanse i daglig tilvekst før avvenning på 110 g mellom vår og høst. Faktorer som trekk, luftfuktighet og regn vil føre til kuldestress ved høyere temperaturer. Middelvinden økte noe fra vår-puljen til høstpuljen ($\sim 0,6$ m/s), og det var høyere middelvind på høsten enn våren. Luftfuktigheten var lavere på høsten (5,9%) og noe mindre nedbør i døgnet (~ 2 mm). Likevel er det mange regndager i begge periodene og en høy gjennomsnittlig nedbørsmengde til dagen. Vind og nedbør vil være med å forsterke kuldestress (Da Silva, 2012 i (Roland et al., 2016). Nedbør sammen med lave

temperaturer har negativ effekt på overlevelsen til kalv (Azzam et al., 1993, i Roland et al., 2016; Stull et al., 2008). Det kan være med å forklare noe av differansen i tilvekst mellom sesongene.

Den numeriske forskjellen mellom ‘Melkebar vår’ og ‘Melkebar høst’ på 330 g/dag daglig tilvekst før avvenning med høyere tilvekst på våren (Angus-krysningene). Også her vil temperaturen ha en påvirkning, men i mindre grad enn ammetante-gruppene som gikk på beitet. Trolig vil temperaturen på melka, som er romtemperert, bli påvirket av ute temperaturen. Kald melk vil ha en nedkjølende effekt (Ellingsen-Dalskau et al., 2020), og forsøk har vist lavere tilvekst ved bruk av melk rett fra kjøleskap (1-2°C) (FLIPOT et al., 1972). Owen & Brown (1958) fant likevel ingen signifikant forskjell i tilvekst eller fôreffektivitet mellom melk ved 38°C og 10°C, og Ellingsen-Dalskau et al. (2020) foreslo en minimumstemperaturer på 8°C. Siden melka har stått i fjøset vil trolig temperaturene ikke være lavere enn 8°C. I dette forsøket ble det observert under stell at kalver som drakk store mengder melk begynte å skjelve, som kan tyde på at melka har hatt en nedkjølende effekt. Noe som samsvarer med funnene til Ellingsen-Dalskau et al. (2020). Kombinasjon med kaldere melk og kaldere temperatur i fjøset kan ha bidratt til lavere tilvekst på høsten. Det var mindre forskjell (~30 g/dag) mellom sesong for NRF på melkebar, så en kan trolig anta at det er noen andre faktorer som spiller inn på forskjellene hos Angus-krysningene. Ammetante-gruppene var oppstallet ute mens melkebar-gruppen var inne noe som gjør at en antakelse om større sesongvariasjon hos ammetanter burde vært tilfellet, men som det ikke er for Angus-krysningene.

For både Angus-krysningene og NRF var tilvekst før avvenning lavere for ammetantene, med unntak av ‘Ammetante høst’ for Angus-krysningene. Terré et al. (2006a) fant en lavere tilvekst hos kalver som var oppstallet gruppevis enn individuelt, som de begrunnet med et høyere aktivitetsnivå. Det er funnet mer lekeadferd hos kalver som går i ku-kalv system, som sannsynligvis kommer av et større areal (Waiblinger et al., 2020). De fant at lange areal i hovedsak fører til mer lek sammenlignet med kvadratiske areal (Jensen et al., 1998; Waiblinger et al., 2020). Ammetante-gruppene har tilgang på større areal, og med flere lange strekk. I tillegg er det trolig mye mer bevegelse gjennom dagen, da beite, vann og kraftfôr er plassert på forskjellige steder. Økt aktivitetsnivå sammen med trekk, nedbør og temperatur vil dette kunne forklare mye av differansen i tilvekst mellom ammetante- og melkebar-gruppene.

Etter avvenning tyder det på at ammetantene har hatt en positiv effekt på evnen til å beholde tilveksten for begge rasene. Kalver som gikk med mor startet med beiting og drøvtygging fra dem er tre uker (Key & MacIver, 1980, i Khan et al., 2011). De lærer hovedsakelig beiteadferd ved å imitere andre i den sosiale gruppen, spesielt moren (Mirza & Provenza, 1994, i Khan et al., 2011). Det er ikke før kalvene var mindre avhengige av melk fra mor, at andre kalver har betydning for beiteadferd (Khan et al., 2011). I intervju med produsenter med ku-kalv system rapporterte de at kalven virker til å lære sosial adferd og beite-adferd av moren (Johanssen et al., 2023). Dette kan være med å forklare hvorfor det er tendenser til bedre tilvekst etter avvenning for ammetante- enn melkebar-gruppene. Kalvene vil i større grad ha fulgt mødrene mens de gresset og spist kraftfôr, som kan ha resultert i høyere fôropptak og en bedre utviklet vom (Naeem et al., 2012; Sehested et al., 2003; Flatt et al., 1958; Sander et al., 1959). Observasjoner i forbindelse med beitesjekk viste at kalvene fulgte ammetantene og utførte beiteadferd sammen med mødrene, og vært bedre forberedt til avvenning.

Ammetante-gruppene ble avvent brått, mens melkebar-gruppene hadde en gradvis avvenning. Fra forsøk er det vist at brå avvenning fører til en redusert tilvekst etter avvenning sammenlignet med gradvis avvenning (Roth et al., 2008; Weary et al., 2008). Ut fra dette skal en kunne anta at melkebar-gruppene burde hatt en høyere tilvekst etter avvenning enn ammetante-gruppene. Steele et al. (2017) observerte at kort nedtrapping ikke skilte seg mye fra brå avvenning, så kan tyde på at nedtrappingen har vært for rask på melkebar-gruppen til at en får store utslag i forhold til ammetante-gruppen. Det kan diskuteres at de positive effektene ammetante-kalvene har fått fra mødrene veier opp for den brå avvenningen i forhold til melkebar-gruppen. Det er også sett at kalver som blir avvent brått får en større nedgang i daglig tilvekst den/de første ukene etter avvenning, og ofte henter inn igjen over tid (Terré et al., 2006a). Dette forsøket klarer ikke å observere forskjellen i de første ukene, så det er vanskelig å diskutere effekten av brå eller gradvis avvenning.

Det er større numeriske forskjeller i daglig tilvekst etter avvenning mellom 'Ammetante vår' og 'Ammetante høst' enn det var mellom melkebar-gruppene (Angus-kryssningene), selv om det ikke var et signifikant samspill. Det kan komme av at høst-puljen ble avvent 11-13 dager tidligere enn vår-puljen, mens melkebarkalvene ble avvent med kun 1-2 dager i forskjell (NRF mot Angus-kryssningene). Forsøk har funnet at kalver avvent ved seks uker har et lavere fôropptak og daglig tilvekst enn kalver som er avvent ved åtte uker (De Passillé & Rushen, 2012; Eckert et al., 2015). Grunnet lavere fôropptak vil de også trolig ha en dårligere utviklet

vom. Alder ved avvenning kan ha hatt innvirkning på tilveksten, men en ser tendenser til lavere tilvekst også for melkebar-gruppene som ble avvent 1-2 dager senere på høsten. Det er likevel en mindre forskjell mellom ammetante- og melkebar-gruppen for NRF som var vanskelig å forklare, da det også var avvent omtrent to uker tidligere. Det var små forskjeller i tilvekst mellom vår og høst for begge fôringsystemene, som kan tyde på at temperatur har hatt betydning for tilveksten etter avvenning når kalvene var oppstallet inne.

Begge fôringsmetodene gir tilfredsstillende tilvekster ut fra Tines vektgraf. NRF kvigene og seks av Angus-krysningene (kviger) følger fint vekstkurven som er satt opp. Det lagt inn en høy levendevekt (570) ved innkalving på 23 mnd. Her er vektdataene uten korrigering inne, som gir de eksakte resultatene. Det samme gjelder for Angus-krysningene og NRF oksene. Vekstkurven er satt opp til en slaktevekt på 320 kg ved 16 mnd. Animalia viser til at gjennomsnittlige slaktevekt for Angus ligger på 311 kg ved 16,5 måned (Animalia, 2023). Flere av Angus-krysningene ligger over vekstkurven. Det positive med vekstkurven til Tine er at den tar hensyn til at det er NRF og lettere krysninger med NRF. Korrigeringsformelen er hentet fra Tyr, og de hadde ikke med data for lette krysninger eller NRF. Dermed som danner et bedre bilde av hvordan kalvene ligger i forhold til målene om innkalvingsvekt og slaktevekt.

Den daglige tilveksten før avvenning ligger lavere for ammetante-gruppene enn melkebar-gruppen, uavhengig av sesong. Det er anbefalt en daglig tilvekst på 890 g/dag for NRF (Storli et al., 2017) før puberteten, for å oppnå en høyere melkeytelse i første laktasjon. Tine anbefaler en minimums daglig tilvekst under melkefôringen på 700 g/dag i forhold til vekstevne og fremtidig melkeytelse (Overrein et al., 2021), noe som kalvene i ammetante-gruppen ikke oppnår. Dermed kan det diskuteres om en heller skulle hatt NRF-kvigene på melkebar-fôring med tanke på fremtidig produksjon. Om en ser på tilveksten etter avvenning så er den numerisk høyere for ammetante-gruppene, og salgsvakta er omtrent lik for fôringsystemene. Det kan diskuteres om tendensen til høyere tilvekst etter avvenning veier opp for tilvekst før avvenning, og dermed ikke har en særlig betydning av fôringsystemet.

Ammetanter har fordeler som fôringsystem da det er arbeidsbesparende, ved at kua steller kalven. I dette forsøket tok det mindre tid å stille ammetantene, men det krever litt mer tid ved

å skaffe seg oversikt over kalvene. I en spørreundersøkelse av Johanssen et al. (2023) ble det av flere produsenter rapportert redusert arbeidstid i forbindelse med føring av kalv, men flere brukte den sparte tiden til å observere kalvene. Flere bønder uttrykte også en større fleksibilitet (besetninger med melkerobot), da det ikke var nødvendig å være i fjøset til faste tider. Det reduserer arbeidstiden ved renhold av melkeautomater, og kan redusere risikoen for smitte som kommer av dårlig management rundt renhold.

Videre ble det i spørreundersøkelsen av Johanssen et al. (2023) kartlagt at bøndene opplevde mer naturlig adferd og økt dyrevelferd hos både ku og kalv. Systemet kan legge til rette for at kalven får et mer naturlig drikkemønster. I konvensjonelle system er melkeføring av kalv begrenset til 2 ganger per dag hos 50 % av norske produsenter (Johnsen et al., 2021a). Med ku-kalv samvær er det i studier observert at kalver dier 8-12 ganger om dagen første leveuke og opptil 4 ganger per dag ved en måneds alder (Das et al., 2000; Reinhardt & Reinhardt, 1981). Kalvene i melkebar-gruppen hadde fri tilgang på melk, så det trenger ikke være at ammetanter har hatt en stor forskjell på drikkemønster.

Bruk av ammetanter kan også være positivt i forhold til trafikkflyt og kapasitet i fjøs som benytter melkerobot. I forsøket til Sørby et al. (2024) observerte de en stor forskjell i melkemengde hos kuene som var med i ku-kalv systemet. Melkeytelsen i roboten varierte fra 1,2-49,9 L/dag. Dette kan tyde på at noen kyr har vært mer innom kalvene og trolig ammet andre sine kalver, mens andre mer eller mindre ikke har ammet kalven sin. Det tyder på at noen kyr har bedre morsegenskaper enn andre, som kan utnyttes i et ammetante-system med at en velger de «beste» mødrene.

5.3 Metodediskusjon

Dette forsøket fant ingen signifikante forskjeller mellom føringssystemene for noen av rasene. Det kan være at en hadde fått andre resultater om datamaterialet hadde vært større og likestilt. På grunn av skjevfordeling av datasettet var det ikke reelt å sammenligne rasene, eller undersøke om en rasene har bedre effekt av ammetanter. I tillegg til skjevfordelingen av datasettene så er det også skjevfordelt mellom kjønnene. Størsteparten av Angus-krysningene er okser og størsteparten av NRF er kviger, som har bidratt med forskjeller i tilvekst.

Forskjellene i salgsvekt mellom rasene er stor, som gjorde at datasettet ikke ble satt sammen. Dermed har en flere grupper med relativt få kalver og stor spredning (mellom to til femten).

Et større datamateriale ville også gitt mulighet for å fjerne flere kalver som skiller seg ut. Regresjonsanalysen viste at 72 % av forskjellene i tilvekst kommer av individforskjeller for NRF, mens 46 % av forskjellene kommer av individ for Angus-kryssningene. Det kan være at forskjellene er større for NRF da det var et mindre datamateriale, og at det enkelte individ får større påvirkning på resultatene. En kvigekalv fra NRF datasettet burde muligens vært fjernet fra 'Ammetante vår'. Hun hadde lav fødselsvekt og en lav daglig tilvekst før avvenning (470 g/dag), som trolig har bidratt til å trekke ned snittet for gruppen. Daglig tilvekst etter avvenning (730 g/dag) ligger over minimums tilveksten som er anbefalt av Tine (Overrein et al., 2021), men ligger noe under gruppen sitt gjennomsnitt (930 g/dag). Diaré under tilvenning inne før beiteslipp kan være en av grunnene til lav tilvekst før avvenning. Det var også en annen kvigekalv i samme gruppe som hadde diaré i samme periode, som hadde lavere daglig tilvekst før avvenning (660 g/dag). Likevel hadde hun en av de høyeste tilvekstene etter avvenning (1050 g/dag). Disse to kalvene ble holdt igjen i noen dager ekstra med melk, som påvirket avvenningsalderen til gruppa fra å være 51 dager til 56. Dette ble gjort av hensyn til dyras fremtidige produksjon og tilvekst, da de er melkebrukets fremtid.

Vektregistreringene, spesielt fødselsvekta, burde vært registrert nærmere dag null slik at det hadde vært et mindre behov for korrigeringsformelen. Korrigeringsformelen blir lik for alle registreringene innenfor fødsels-, avvennings- og salgsvakta, men kan ha påvirket resultatene noe. Fire kalver ble veid to ganger med omtrent en ukes forskjell (fødselsvekt), og disse ble korrigeringsformelen testet på. Det viste at korrigeringsformelen stemte relativt godt. Til senere forsøk burde det vært med en ekstra vektregistrering en uke etter avvenning for å undersøke om det hadde gitt andre forskjeller mellom fôringssystemene, enn det som ble sett over hele avvenningsperioden. Det ville vært naturlig om kalvene i ammetante-gruppen hadde redusert tilvekst rett etter avvenning, da det er større forandringer for dem over en kortere periode. Flere vektregistreringer kunne også styrket opp om resultatene.

Det er forskjell i alder ved avvenning mellom ‘Ammetante vår’ (58 for Angus-krysningene og 56 for NRF) og ‘Ammetante høst’ (45 for Angus-krysningene og 45 for NRF). Vår-gruppen ble avvent litt sent, men er noen av kalvene som drar opp snittet. De tre første kalvene i vår-gruppen ble født tidligere enn resten (Angus-krysning), og ble mellom en til to uker eldre enn resten av kalvene i sin gruppe. Siden de gikk med ammetanter, ble hele gruppen avvent samtidig. To kalver i NRF gruppen ble avvent senere, som dro opp snittet. I ‘Ammetante høst’ ble den siste gruppen avvent tidligere enn planlagt grunnet kaldt og surt vær. Grunnet fjøsets utforming var det ikke mulig å fortsette amming inne.

Videre forskning trengs innen ammetante-systemet for å undersøke effektene på tilvekst hos kalven. Dette forsøket ble gjort på kun et melkebruk med et begrenset datamateriale. Dermed vil det være interessant å utføre forsøk med ammetante-system på flere melkebruk, for å undersøke om det gir lignende resultater. Videre er det få forsøk som har sett på fôropptak hos kalver som går i dette systemet (Johnsen et al., 2016), og dette er et område det bør forskes videre på for å kunne vurdere føreffektivitet og økonomi.

Forsøk med fokus på hvordan ammetante-system påvirker beite-adferd til kalvene, men også adferd til røkter. Som gjennomgått av Khan et al. (2011) vil ku-kalv samvær bedrer beite-adferd og beite-seleksjon hos kalv, men det kan være behov for å undersøke effekten på fremtidig tilvekst på beite når kalvene blir eldre. Adferd til røkter er en av sperrene for flere produsenter til å ta i bruk ku-kalv samvær (Johanssen et al., 2023). Forsøk som undersøker påvirkningen av ku-kalv samvær på adferd til kalv, og evnen til å kompensere for tap håndtering før avvenning kan være nødvendig.

Flere produsenter i intervjuene til Johanssen et al. (2023) rapporterte en spart tid i føring av kalv med ku-kalv samvær. Det var likevel flere som ikke har ku-kalv samvær som fryktet en økt arbeidsmengde med systemet og ga det som grunn for å ikke starte opp med ku-kalv samvær. Forskning rettet mot en sammenligning av økonomi og arbeidstimer brukt i ammetante-system og melkebar kunne vært interessant aspekt, da om en også tar med langtidseffekter. Det kan være at et slikt forsøk hadde bidratt til at flere ønsker å starte opp med ku-kalv samvær.

6 Konklusjon

I denne studien ble forskjeller mellom fôringssystemene ammetante og melkebar, samt effekten av sesong undersøkt. Det var ingen signifikante forskjeller i salgsvekt mellom ammetante- og melkebar-fôring. For Angus-kryssningene var det numerisk høyere tilvekst på 'Melkebar vår' sammenlignet med 'Ammetante vår', men høyere tilvekst for ammetante-gruppen på høsten. Etter avvenning snudde tendensen, slik at 'Ammetante vår' hadde høyere tilvekst enn 'Melkebar vår'. Det var noe lavere tilvekst hos 'Ammetante høst' sammenlignet med 'Melkebar høst' som kan komme av forskjell i alder ved avvenning. For NRF-kalvene tenderte ammetante-systemet til å ha lavere tilvekst før avvenning, men høyere tilvekst etter avvenning sammenlignet med melkebar.

Det var signifikante forskjeller i salgsvekt mellom vår og høst for Angus-kryssningene, men ikke for NRF. Angus-kryssningene har numerisk høyere tilvekster på våren både før og etter avvenning, for begge fôringssystemene. NRF hadde høyere tilvekst før avvenning for 'Melkebar høst' enn både 'Ammetante vår' og 'Ammetante høst'. Etter avvenning hadde 'Vår' høyere tilvekst for begge fôringssystemene sammenlignet med 'Høst'. Dette forsøket viser til gevinster på tilvekst for kalvene som er født om våren, som dermed kan være en betraktning å ta når kalvinger blir planlagt.

Resultatene i denne oppgaven er basert på et begrenset datamateriale fra kun ett melkebruk. Det vil være nødvendig med utprøving av fôringssystemene på flere melkebruk over flere år for å kunne trekke sikre konklusjoner når det gjelder effekt av fôringssystem og sesong på kalvetilveksten. I nye forsøk vil det også være interessant å se på hvordan valg av fôringssystem i oppdrettsperioden påvirker beiteadferd og melkeproduksjon når kalvene utvikler seg til melkekyr.

7 Referanseliste

- Animalia. (2023). *Årsmelding storfekjøtt kontrollen*. Hentet 13.05.2023 fra <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNzE5MjY5ZDYtNjM5Yy00ZjdLLTkzZGUtYjMwODk3Yjk0YzRhliwidCI6ImE1MjU5NDllTEZnNjltNGE3My1hYzFkLWU2MjM3NW NmZWViZiIsImMiOjh9&pageName=ReportSection>
- Appleby, M. C., Weary, D. M. & Chua, B. (2001). Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Applied Animal Behaviour Science*, 74(3), 191-201.
- Bailly-Caumette, E., Bertelsen, M. & Jensen, M. B. (2023). Social and locomotor play behavior of dairy calves kept with the dam either full time or half time in straw-bedded pens. *JDS communications*, 4(4), 278-283.
- Bar-Peled, U., Robinzon, B., Maltz, E., Tagari, H., Folman, Y., Bruckental, I., Voet, H., Gacitua, H. & Lehrer, A. (1997). Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. *Journal of dairy science*, 80(10), 2523-2528.
- Bartlett, K., McKeith, F., VandeHaar, M., Dahl, G. & Drackley, J. (2006). Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. *Journal of animal science*, 84(6), 1454-1467.
- Basiel, B. L. & Felix, T. L. (2022). Board invited review: crossbreeding beef× dairy cattle for the modern beef production system. *Translational Animal Science*, 6(2), txac025.
- Battini, M., Barbieri, S., Fioni, L. & Mattiello, S. (2016). Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *International journal of biometeorology*, 60, 289-296.
- Beaver, A., Meagher, R. K., von Keyserlingk, M. A. & Weary, D. M. (2019). Invited review: A systematic review of the effects of early separation on dairy cow and calf health. *Journal of dairy science*, 102(7), 5784-5810.
- Berg, J. & Matre, T. (2007). *Produksjon av storfekjøtt*. Landbruksforlaget.
- Blome, R., Drackley, J., McKeith, F., Hutjens, M. & McCoy, G. (2003). Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. *Journal of animal science*, 81(6), 1641-1655.
- Broom, D. & Leaver, J. (1978). Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal behaviour*, 26, 1255-1263.
- CalfCare.ca. (2019, 01.08.2019). *Keeping calves warm*. <https://calfcare.ca/management/housing/cold-weather-housing/keeping-calves-warm/>
- Cattell, M. B. (2000). Changes in feeding heifers to meet environmental challenges. Tri-State Dairy Nutrition Conference,
- Coelho, M., Tomaluski, C., Dondé, S., Toledo, A., Bernardes, J. P., Jeronymo, N., Júnior, G. F. V., Silva, M., Reis, M. E. & Bittar, C. M. M. (2020). Performance and health of dairy calves fed with acidified milk in tropical climates. *Journal of animal science*, 98, 419-420.
- Coleman, L., Back, P., Blair, H., López-Villalobos, N. & Hickson, R. (2021). Sire effects on birth weight, gestation length, and pre-weaning growth of beef-cross-dairy calves: a case study in New Zealand. *Dairy*, 2(3), 385-395.

- Costa, J., Von Keyserlingk, M. & Weary, D. (2016). Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance, and health. *Journal of dairy science*, 99(4), 2453-2467.
- Das, S., Redbo, I. & Wiktorsson, H. (2000). Effect of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods. *Applied Animal Behaviour Science*, 67(1-2), 47-57.
- Davis, C. L. & Drackley, J. K. (1998). *The development, nutrition, and management of the young calf*.
- De Passillé, A., Marnet, P.-G., Lapierre, H. & Rushen, J. (2008). Effects of twice-daily nursing on milk ejection and milk yield during nursing and milking in dairy cows. *Journal of dairy science*, 91(4), 1416-1422.
- De Passillé, A. & Rushen, J. (2012). Adjusting the weaning age of calves fed by automated feeders according to individual intakes of solid feed. *Journal of dairy science*, 95(9), 5292-5298.
- Diao, Q., Zhang, R. & Fu, T. (2019). Review of Strategies to Promote Rumen Development in Calves. *Animals*, 9(8), 490. <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/8/490>
- Diaz, M., Van Amburgh, M., Smith, J., Kelsey, J. & Hutten, E. (2001). Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. *Journal of dairy science*, 84(4), 830-842.
- Duve, L. R., Weary, D., Halekoh, U. & Jensen, M. B. (2012). The effects of social contact and milk allowance on responses to handling, play, and social behavior in young dairy calves. *Journal of dairy science*, 95(11), 6571-6581.
- Eckert, E., Brown, H., Leslie, K., DeVries, T. & Steele, M. (2015). Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. *Journal of dairy science*, 98(9), 6315-6326.
- EFSA, P. o. A. H., Welfare, A., Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Gortazar Schmidt, C., Herskin, M., Michel, V., Miranda Chueca, M. A., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H. C., Spoolder, H., Stahl, K., . . . Winckler, C. (2023). Welfare of calves. *EFSA Journal*, 21(3), e07896. <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7896>
- Ellingsen, K., Mejdell, C. M., Ottesen, N., Larsen, S. & Grøndahl, A. M. (2016). The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves. *Physiology & behavior*, 154, 169-174.
- Ellingsen-Dalskau, K., Mejdell, C. M., Holand, T., Ottesen, N. & Larsen, S. (2020). Estimation of minimum tolerated milk temperature for feeding dairy calves with small-and large-aperture teat bottles: A complementary dose-response study. *Journal of dairy science*, 103(11), 10651-10657.
- Elve, B. E. (2017). Bruksdyrkryssing bedrer økonomien. Hentet 27.04.24 fra <https://www.bondevennen.no/fagartiklar/bruksdyrkryssing-bedrer-okonomien/>
- Flatt, W., Warner, R. & Loosli, J. (1958). Influence of purified materials on the development of the ruminant stomach. *Journal of dairy science*, 41(11), 1593-1600.

- FLIPOT, P., LALANDE, G. & Fahmy, M. (1972). Effects of temperature of milk replacer and method of feeding on the performance of Holstein veal calves. *Canadian journal of animal science*, 52(4), 659-664.
- Gjefsen, T. & Volden, H. (2018). Kurs i fôring av drøvtyggere for produsenter. I. Tine.
- Godden, S. M., Fetrow, J. P., Feirtag, J. M., Green, L. R. & Wells, S. J. (2005). Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(9), 1547-1554.
- Grøndahl, A. M., Skancke, E. M., Mejdell, C. M. & Jansen, J. H. (2007). Growth rate, health and welfare in a dairy herd with natural suckling until 6–8 weeks of age: a case report. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49, 1-5.
- Hahn, G. (1981). Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. *Journal of animal science*, 52, Artikkel 1.
https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/465/?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fusdaarsfacpub%2F465&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Haley, D., Bailey, D. & Stookey, J. (2005). The effects of weaning beef calves in two stages on their behavior and growth rate. *Journal of animal science*, 83(9), 2205-2214.
- Hansen, B. G., Langseth, E. & Berge, C. (2023). Animal welfare and cow-calf contact-farmers' attitudes, experiences and adoption barriers. *Journal of Rural Studies*, 97, 34-46.
- Hansen, H. S., Havrevoll, Ø., Berg, J., Bævre, L. & Gulliksen, S. M. (2011). Melkefôring av kalv: utredning basert på tilgjengelig litteratur og praktiske erfaringer.
- Havrevoll, Ø. (2016). Temahefte Fôring av okser til slakt. I. Nortura SA.
<https://medlem.nortura.no/getfile.php/13305698-1478611556/Nortura%20Medlem/medlem.gilde.no/Bildemarkiv/SYSTEMBILDER/temahefter/Temahefte%20F%C3%B4ring%20av%20okser%20til%20slakt.pdf>
- Heinrichs, J. & Jones, C. M. (2022). *Photos of Rumen Development*.
<https://extension.psu.edu/photos-of-rumen-development>
- Hickson, R., Zhang, I. & McNaughton, L. (2015). Brief communication: Birth weight of calves born to dairy cows in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*,
- Hill, S., Knowlton, K., Daniels, K. M., James, R., Pearson, R., Capuco, A. & Akers, R. (2008). Effects of milk replacer composition on growth, body composition, and nutrient excretion in preweaned Holstein heifers. *Journal of dairy science*, 91(8), 3145-3155.
- Hill, T., Aldrich, J., Schlotterbeck, R. & Bateman, H. (2006). Effects of feeding rate and concentrations of protein and fat of milk replacers fed to neonatal calves. *The Professional Animal Scientist*, 22(5), 374-381.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. (2013). A comparison of the growth and carcass traits between dairy and dairy× beef breed crossbred heifers reared for beef production. *J. Anim. Feed Sci*, 22(3), 188-196.
- Jaborek, J. R., Carvalho, P. H. V. & Felix, T. L. (2023). Post-weaning management of modern dairy cattle genetics for beef production: a review. *Journal of animal science*, 101. <https://doi.org/10.1093/jas/skac345>

- Jasper, J. & Weary, D. (2002). Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *Journal of dairy science*, 85(11), 3054-3058.
- Jensen, M. B., Vestergaard, K. S. & Krohn, C. C. (1998). Play behaviour in dairy calves kept in pens: the effect of social contact and space allowance. *Applied Animal Behaviour Science*, 56(2-4), 97-108.
- Johanssen, J. R. E., Kvam, G.-T., Logstein, B. & Vaarst, M. (2023). Interrelationships between cows, calves, and humans in cow-calf contact systems—An interview study among Norwegian dairy farmers. *Journal of dairy science*, 106(9), 6325-6341.
- Johnsen, J. F., Holm, I., Mejdell, C. M., Ellingsen-Dalskau, K., Østerås, O. & Skjerve, E. (2021b). A cross-sectional study of associations between herd-level calf mortality rates, compliance with legislation on calf welfare, and milk feeding management in Norwegian dairy herds. *Journal of dairy science*, 104(1), 839-848.
- Johnsen, J. F., Holmøy, I. H., Nødtvedt, A. & Mejdell, C. M. (2021a). A survey of pre-weaning calf management in Norwegian dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 63(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13028-021-00587-x>
- Johnsen, J. F., Kischel, S. G., Rognskog, M. S., Vagle, I., Johanssen, J. R. E., Ruud, L. E. & Ferneborg, S. (2021c). Investigating cow-calf contact in a cow-driven system: performance of cow and calf. *Journal of Dairy Research*, 88(1), 56-59.
- Johnsen, J. F., Zipp, K. A., Kälber, T., de Passillé, A. M., Knierim, U., Barth, K. & Mejdell, C. M. (2016). Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms?—Current and future research. *Applied Animal Behaviour Science*, 181, 1-11.
- Jones, C. & Webster, A. (1984). Relationships between counts of nasopharyngeal bacteria, temperature, humidity and lung lesions in veal calves. *Research in veterinary science*, 37(2), 132-137.
- Kertz, A., Reutzel, L. & Mahoney, J. (1984). Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score, and season. *Journal of dairy science*, 67(12), 2964-2969.
- Khan, M., Lee, H., Lee, W., Kim, H., Kim, S., Ki, K., Ha, J., Lee, H. & Choi, Y. (2007). Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of dairy science*, 90(2), 876-885.
- Khan, M., Weary, D. & Von Keyserlingk, M. (2011). Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of dairy science*, 94(3), 1071-1081.
- Krohn, C. C., Foldager, J. & Mogensen, L. (1999). Long-term effect of colostrum feeding methods on behaviour in female dairy calves. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 49(1), 57-64.
- Lanier, J. S., McKeith, F., Janovick, N., Molano, R., Van Amburgh, M. & Drackley, J. (2021). Influence of starter crude protein content on growth and body composition of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *Journal of dairy science*, 104(3), 3082-3097.
- Loberg, J. M., Hernandez, C. E., Thierfelder, T., Jensen, M. B., Berg, C. & Lidfors, L. (2007). Reaction of foster cows to prevention of suckling from and separation from four calves simultaneously or in two steps. *Journal of animal science*, 85(6), 1522-1529.
- Loberg, J. M., Hernandez, C. E., Thierfelder, T., Jensen, M. B., Berg, C. & Lidfors, L. (2008). Weaning and separation in two steps—A way to decrease stress in dairy

- calves suckled by foster cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 111(3-4), 222-234.
- Lovdata. (2015). *Forskrift om bruk av dyr i forsøk*.
https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-18-761/KAPITTEL_2#KAPITTEL_2
- Lydersen, S. & Skovlund, E. (2020, 17.08.2020). Er dataene normalfordelt? *Tidsskriftet*.
<https://tidsskriftet.no/2020/08/medisin-og-tall/er-dataene-normalfordelt>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. & Wilkinson, R. (2022). *Animal Nutrition* (8 utgave. utg.). Pearson Education Limited.
- Meagher, R. K., Beaver, A., Weary, D. M. & von Keyserlingk, M. A. (2019). Invited review: A systematic review of the effects of prolonged cow-calf contact on behavior, welfare, and productivity. *Journal of dairy science*, 102(7), 5765-5783.
- 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.
- Naeem, A., Drackley, J., Stamey, J. & Loor, J. (2012). Role of metabolic and cellular proliferation genes in ruminal development in response to enhanced plane of nutrition in neonatal Holstein calves. *Journal of dairy science*, 95(4), 1807-1820.
- Neave, H. W., Jensen, E. H., Durrenwachter, M. & Jensen, M. B. (2024). Behavioral responses of dairy cows and their calves to gradual or abrupt weaning and separation when managed in full-or part-time cow-calf contact systems. *Journal of dairy science*, 107(4), 2297-2320.
- O'Neill, M. E. & Mathews, K. L. (2002). Levene tests of homogeneity of variance for general block and treatment designs. *Biometrics*, 58(1), 216-224.
- Overrein, H. (2017). Godt kvigeoppdrett. I. Topp team fôring, Tine Rådgivning.
https://medlem.tine.no/dyr-og-helse/kalv-og-ungdyr/Kvigeoppdrett_210x210web%202017_versjon.pdf/_attachment/inline/9c01d945-bcd8-4d45-b308-11d45a958344:8e1d0c7d6befccef6f4f318582fdb64f14730bad/Kvigeoppdrett_210x210web%202017_versjon.pdf
- Overrein, H., Skjold, A. & Kischel, S. (2021). Godt kalveoppdrett 0-3 måneder. I. Tine Rådgivning og Medlemsservice.
<https://sway.cloud.microsoft/JP1mfwAul4MFX2XI>
- Owen, F. & Brown, C. (1958). Interrelationships of milk temperature, dilution, and curd formation in the response of calves to whole milk diets. *Journal of dairy science*, 41(11), 1534-1540.
- Pericoli, T. (u.å). *Temperature Humidity Index: What you need to know about it*. Hentet 24.04 fra <https://www.pericoli.com/en/temperature-humidity-index-what-you-need-to-know-about-it/>
- Perry, T., Fox, D. & Beermann, D. (1991). Effect of an implant of trenbolone acetate and estradiol on growth, feed efficiency, and carcass composition of Holstein and beef steers. *Journal of animal science*, 69(12), 4696-4702.
- Phillips, C. (2004). The effects of forage provision and group size on the behavior of calves. *Journal of dairy science*, 87(5), 1380-1388.

- Razali, N. M. & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.
- Reinhardt, V. & Reinhardt, A. (1981). Natural sucking performance and age of weaning in zebu cattle (*Bos indicus*). *The Journal of Agricultural Science*, 96(2), 309-312.
- Rincker, L. D., VandeHaar, M., Wolf, C., Liesman, J., Chapin, L. & Nielsen, M. 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.
- Roland, L., Drillich, M., Klein-Jöbstl, D. & Iwersen, M. (2016). Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *Journal of dairy science*, 99(4), 2438-2452.
- Roth, B. A., Hillmann, E., Stauffacher, M. & Keil, N. M. (2008). Improved weaning reduces cross-sucking and may improve weight gain in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 111(3-4), 251-261.
- Ruud, L. E., Stokke, T., Bøe, K. E., Hettasch, T. & Skjølberg, P. O. (2015). *Hus for storfe - Norske anbefalinger 2015* (4. utgave. utg.). Helsetjenesten for storfe.
- Sander, E., Warner, R., Harrison, H. & Loosli, J. (1959). The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. *Journal of dairy science*, 42(9), 1600-1605.
- Sehested, J., Pedersen, R., Strudsholm, F. & Foldager, J. (2003). Spædkalvens fordøjelsesfysiologi og ernæring. I F. Strudsholm & K. Sejrsen (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi* (s. 9-31).
- Seppä-Lassila, L., Oksanen, J., Herva, T., Dorbek-Kolin, E., Kosunen, H., Parviainen, L., Soveri, T. & Orro, T. (2018). Associations between group sizes, serum protein levels, calf morbidity and growth in dairy-beef calves in a Finnish calf rearing unit. *Preventive veterinary medicine*, 161, 100-108.
- Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H. & Bruckental, I. (2005). Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *Journal of dairy science*, 88(4), 1460-1469.
- Silva, F. L. M. & Bittar, C. M. M. (2019). Thermogenesis and some rearing strategies of dairy calves at low temperature—a review. *Journal of applied animal research*, 47(1), 115-122.
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2016). *Physiology of Domestic Animals* (third. utg.). Scandinavian Veterinary Press.
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. & Van Amburgh, M. (2012). Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of dairy science*, 95(2), 783-793.
- Steele, M., Doelman, J., Leal, L., Soberon, F., Carson, M. & Metcalf, J. (2017). Abrupt weaning reduces postweaning growth and is associated with alterations in gastrointestinal markers of development in dairy calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning period. *Journal of dairy science*, 100(7), 5390-5399.
- Storli, K. S., Klemetsdal, G., Volden, H. & Salte, R. (2017). The relationship between Norwegian Red heifer growth and their first-lactation test-day milk yield: A field study. *Journal of dairy science*, 100(9), 7602-7612.

- Svensson, C. & Liberg, P. (2006). The effect of group size on health and growth rate of Swedish dairy calves housed in pens with automatic milk-feeders. *Preventive veterinary medicine*, 73(1), 43-53.
- Sørby, J., Johnsen, J. F., Kischel, S. G. & Ferneborg, S. (2024). Effects of 2 gradual debonding strategies on machine milk yield, flow, and composition in a cow-driven cow-calf contact system. *Journal of dairy science*, 107(2), 944-955.
- Terré, M., Bach, A. & Devant, M. (2006a). Performance and behaviour of calves reared in groups or individually following an enhanced-growth feeding programme. *Journal of Dairy Research*, 73(4), 480-486.
- Terré, M., Devant, M. & Bach, A. (2006b). Performance and nitrogen metabolism of calves fed conventionally or following an enhanced-growth feeding program during the preweaning period. *Livestock Science*, 105(1-3), 109-119.
- Terré, M., Devant, M. & Bach, A. (2007). Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livestock Science*, 110(1-2), 82-88.
- Tine. (2024). *Statistikksamling for ku- og geitekontrollen 2023*.
https://medlem.tine.no/aktuelt-fra-tine/statistikksamling-for-ku-og-geitekontrollen-2023/Statistikksamling%202023.pdf/_attachment/inline/b57d088a-ad9f-4506-a65e-0a268dd2c9ee:7c63c0f133793b01c0e9ead0ed7afebb39185344/Statistikksamling%202023.pdf
- Uys, J., Lourens, D. C. & Thompson, P. N. (2011). The effect of unrestricted milk feeding on the growth and health of Jersey calves. *Journal of the South African Veterinary Association*, 82(1), 47-52.
- Van Amburgh, M., Soberon, F., Meyer, M. & Molano, R. (2019). Symposium review: Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *Journal of dairy science*, 102(4), 3692-3705.
- Veissier, I., Caré, S. & Pomiès, D. (2013). Suckling, weaning, and the development of oral behaviours in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 147(1-2), 11-18.
- Von Keyserlingk, M. A. & Weary, D. M. (2007). Maternal behavior in cattle. *Hormones and behavior*, 52(1), 106-113.
- Wagner, K., Barth, K., Palme, R., Futschik, A. & Waiblinger, S. (2012). Integration into the dairy cow herd: Long-term effects of mother contact during the first twelve weeks of life. *Applied Animal Behaviour Science*, 141(3-4), 117-129.
- Waiblinger, S., Wagner, K., Hillmann, E. & Barth, K. (2020). Play and social behaviour of calves with or without access to their dam and other cows. *Journal of Dairy Research*, 87(S1), 144-147.
- Warner, R., Flatt, W. & Loosli, J. (1956). Ruminant nutrition, dietary factors influencing development of ruminant stomach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4(9), 788-792.
- Weary, D. M., Jasper, J. & Hötzel, M. J. (2008). Understanding weaning distress. *Applied Animal Behaviour Science*, 110(1-2), 24-41.
- Wolfe, A., Rezamand, P., Agustinho, B., Konetchy, D. & Laarman, A. (2023). Effects of weaning strategies on health, hematology, and productivity in Holstein dairy

calves. *Journal of dairy science*, 106(10), 7008-7019.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2022-22738>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway