



Noregs miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgåve 2024 30 stp
Fakultetet for biovitenskap

Tilvekst og mjølkeproduksjon hjå kalvar som har gått med mor

Daily growth and milk production for calves reared
with their dams

Therese Handeland
Husdyrvitenskap

Føreord

Denne masteroppgåva markera avslutninga på mine år på Husdyrvitenskap ved Norges Miljø- og Biovitenskaplige Universitet i Ås. Eg er svært takksam for nokre fine år der eg har fått tileigna meg mykje ny kunnskap og truffe mykje gode folk.

Eg har heile livet interessert meg for landbruk og husdyr, og her har eg lært mykje om både planteproduksjon og ernæring, avl og etologi innan fleire artar, men har fordjupa meg spesielt innan ernæring for storfe. Ved Senter for Husdyrforsøk(SHF) har eg vore med og sett norsk husdyrforskning i praksis, og det var der tankane mine om denne oppgåva starta. Medan eg har jobba ved SHF som forsøksmeknikar har eg sett mykje forsøk på ku og kalv-samvær, men aldri sett at nokre av dei forsøka har sett på korleis kalvane fungera i produksjonen seinare på bruket. I tillegg er det mykje snakk om det å la ku og kalv gå saman, blant produsentar, men spesielt blant forbrukarar. Eg ville derfor sjå vidare på slike tilfelle, for å sjå om tilveksten og mjølkeproduksjonen kunne vere betre for dei enn dyra som hadde gått i den vanlege konvensjonelle drifta i det same fjøset, og om dette kan vere ei berekraftig løysing i eit lengre perspektiv.

Eg vil rette ei stor takk til hovudrettleiraren min Sabine Anne-Lise Ferneborg for entusiasme for problemstillinga og rettleiing i oppgåveskrivinga. Eg vil og takke Claire Wegner og Sveriges Landbruksuniversitet for rådata og all informasjon om forsøket. Takk og til birttleiar Harald Volden for gjennomlesing og kommentarar. Takk til mamma, Irene Handeland, for korrekturlesing. Til slutt vil eg og retta ei stor takk til eit utruleg godt miljø på lesesalen på Husdyrfagbygget, og mykje aktivitet, sprell og gode vennskap i kollektivet, Laget på Ås og StudentKRIK Ås, studietida hadde ikkje vore det same utan dykk!

Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, NMBU

15.05.2024

Therese Handeland

Samandrag

Det er auka fokus på dyrevelferd både blant bønder og blant forbrukar i Noreg i dag, og ku-kalv samvær slik at dyra kan utføre naturleg åtferd blir sett på som eit mogleg tiltak for å auke verferda. Med slike tiltak kjem det dog med utfordringar som bygningar, økonomi og det å skilje ku og kalv etter avvenning. Særleg økonomi-delen hindrar mange bønder i å starte med dette, og målet med denne oppgåva var derfor å sjå om ku-kalv-kontakt kan gje økonomiske og bærekraftige gevinstar.

Data vart henta frå eit forsøk som gjekk ved Sveriges Landbruksuniversitet, og har sett på forskjellar mellom kalvar som har gått med mor (CCC) og dermed fått die fritt, med ei kontrollgruppe (CON). CON-gruppa tilsvara konvensjonell drift der kalvane i gruppa vart tekne vekk frå mor innan 12 timar etter fødsel, og fekk ei begrensa mengd mjølk. Forsøket har sett på forskjellar i tilvekst samt mjølkeproduksjon i 1. laktasjon mellom CCC og CON. Dyra var av rasane Svensk Hollstein (SH) og Svensk Röd och vit bodskap(SRB). CCC-gruppa (n=12) gjekk med mor og fekk die fritt fram til d 113(\pm 7), og var heilt avvende ved d 127(\pm 7) og flytta frå mor. Det vart nytta to avvenningsmetodar for CCC-gruppa, halve gruppa gjekk med neseflapp i 14 dagar før dei vart skilde frå mor, og resten av gruppa vart avskilt med eit gjerde som gjorde det mogleg å lukte, sjå og høyre kvarande i 14 dagar før flytting. CON-gruppa (n=12) fekk 9L/d fram til dei var 42 dagar gamle, då starta ei gradvis avvenning til dei var heilt avvende ved d 56. Kalvane vart vigde 1 gong per veke fram til avvenning, etter avvenning vart dei vigde 1 gong per månad fram til omtrent 17 månadars alder. Det vart registrert dagleg mjølkemengd for kvart dyr for heile 1. laktasjon eller fram til dyret vart utrangert.

Det var ingen signifikante forskjellar i tilvekst mellom dei to gruppene eller for samspelet mellom gruppe og rase verken før eller etter avvenning, og heller ikkje totalt sett frå d0 til d521(\pm 7). På melkemengde i 1. laktasjon vart det funne eit samspel mellom gruppe og rase, der SRB-kyr hadde lik mjølkeproduksjon uavhengig av gruppe, men SH-kyr i CON-gruppa produserte signifikant mindre enn i CCC-gruppa. CCC-gruppa har antakeleg konsumert meir mjølk enn CON-gruppa, men ikkje vist betre produksjonsresultat. Oppgåva konkludera dermed med at me ikkje kan sjå at det er meir lønsamt eller berekraftig å la ku og kalv gå saman i mjølkeproduksjon, men det trengs meir forskning rundt temaet og det må undersøkast i eit lengre tidsperspektiv.

Abstakt

There is an increased focus on animal welfare both among farmers and among consumers in Norway today, and cow-calf interaction so that the animals can perform natural behavior is seen as a possible opportunity to increase welfare. However, with such measures comes challenges such as buildings, finances and separating cows and calves after weaning. The economic part in particular prevents many farmers from starting with this, and the aim of this task was therefore to see if cow-calf contact can provide economic and sustainable benefits.

Data was taken from a study that took place at the University of Agriculture, Sweden, and has investigated if there were any differences between calves that had contact with their dam (CCC) and suckled freely, with a control group (CON). The CON group corresponded to conventional management and the calves in the group were taken away from their mothers within 12 hours after birth and received a limited amount of milk. The trial looked at differences in growth and milk production in the 1st lactation between CCC and CON. The animals were of the Svensk Hollstein (SH) and Svensk Röd och vit bodskap (SRB) breeds. The CCC group (n=12) went with the mother and suckled freely until d 113(\pm 7), and were completely weaned by d 127(\pm 7) and moved away from the mother. Two weaning methods were used for the CCC group, half the group wore a nose flap for 14 days before being separated from their mother, and the rest of the group was separated with a fence that made it possible to smell, see and hear for 14 days before moving. The CON group (n=12) received 9L/d until they were 42 days old, then a gradual weaning began until they were completely weaned at day 56. The calves were weighed once a week until weaning, after weaning they were weighed 1 time per month until approximately 17 months of age. The daily amount of milk yield was recorded for each animal for the entire 1st lactation or until the animal was culled.

There were no significant differences in growth between the two groups or for the interaction between group and breed either before or after weaning, nor overall from d0 to d521(\pm 7). On the amount of milk in the 1st lactation, an interaction between group and breed was found, where SRB cows had equal milk production regardless of group, but SH cows in the CON group produced significantly less than in the CCC group. The CCC group probably consumed more milk than the CON group but did not show better production results. The thesis therefore concludes that we cannot see that it is more profitable or sustainable to let cows and calves go together in milk production, but more research is needed around the topic and it must be investigated in a longer time perspective.

Innhald

1. Innleiing:	1
2. Bakgrunn	3
2.1 Introduksjon ku-kalv	3
2.2 Fysiologi	4
2.2.1 Introduksjon	4
2.2.2 Utvikling av fordøyelsessystemet	4
2.2.3 Juret	5
2.3 Mjølkk	5
2.3.1 Introduksjon	5
2.3.2 Råmjølk	6
2.3.3. Konsumering av mjølk ved fri tilgang	6
2.4. Avvenning:	7
2.5 Tilvekst	8
2.6 Mjølketilgjeving i samband med tilvekst og inntak av fast føde	10
2.7. Tilvekst i ku-kalv system	11
2.8 Samanheng tilvekst og mjølkemengd i laktasjon	12
2.9 Lønsam	13
3. Materiale og metode	14
3.1 Dyr i forsøket	14
3.2 Kalving	14
3.3 Oppstalling	14
3.4 Mjølkmengd og avvenning	17
3.4.1 CCC	17
3.4.2 CON	17
3.5 Veging kalv	17
3.6 Fôr	17
3.7 Reproduksjon	18
3.8 Etter avvenning	18
3.8.1 CCC	18
3.8.2 CON	18
3.8.3 Oppdrett-avdelinga	18
3.8.4 Kalving	19
3.8.5 Mjølkeku-avdelinga	19
3.9. Tekne ut av forsøket:	19
3.10 Statestikk	20
4. Resultat	21
4.1. Tilvekst	21
4.1.1 Tilvekst frå fødsel til 1. kalving	21

4.1.2.Tilvekst før avvenning	21
4.1.4. Tilvekst etter avvenning	23
4.1.5.Forskjellar i tilvekst mellom gruppene.....	23
4.2.Mjølkk.....	24
4.2.1Mjølkekemengd for faktiske 305d laktasjonar	24
4.2.2Forskjellar i mjølkekemengd mellom gruppene.....	26
5. Diskusjon	27
5.1. Ku-kalv-kontakt	27
5.2.Tilvekst.....	28
5.2.1 Tilvekst i gruppene.....	28
5.2.2. Tilvekst og mjølketilgjeving	29
5.3.Avvenning.....	31
5.4.Mjølkeyting.....	32
5.5.Feilkjelder	34
6. Konklusjon:.....	35
7. Litteraturlista.....	36

1. Innleiing:

Landbruket i Noreg, og verden for øvrig, er i stadig endring. «Dyrevelferd» er eit omgrep som har vorte tatt mykje i bruk av både bønder og forbrukarar. Dyrevelferd handlar om korleis dyret har det før det eventuelt skal bli bruka som mat, og det er mange krav for dyr i Noreg for å oppretthalde god dyrevelferd. Når ku og kalv blir skilde ved fødsel kan dei ikkje utføra naturleg åtferd som å skape eit band mellom seg, og dette er kritisert i eit dyrevelferds-perspektiv (Von Keyserlingk & Weary, 2007).

I 2004 vedtok stortinget at all mjølke- og storfeproduksjon i Noreg skal skje i lausdrift, altså der dyra kan gå fritt rundt, innan 2024 (Lovdata, 2013, §7). Den vart seinare utsett for fjøs som vart bygd innan perioden 1995-2004 til 2034 (Lovdata, 2013, §32). I alt dette har forbrukar mykje å bety då det norske landbruket er til ei viss grad avhengig av at det norske folk kjøper norsk mat, og forbrukaren byrja å ha mykje meiningar om korleis maten skal verte behandla før han vert dei servert. Dette har skapt ei stor endring for fjøs og bønder rundt om i dette ganske land. Fjøs blir bygd om og nye fjøs blir bygd. I dette skiftet kjem det fleire spørsmål. Kva slags drift ynskjer ein framover? Vil det kome fleire krav fram i tid som ein bør ta omsyn til når ein tek slike store investeringar? Vil det bli endå strengare krav til areal, lufting eller kanskje at kalv skal få gå saman med mor?

Her til lands har det i mange år vore vanleg å skilje kalven frå mor relativt raskt etter fødsel. Dette har det vore fleire grunnar til. Både reint praktiske grunnar, økonomiske, men og dyrevelferdsgrunnar for å kunne følgje nøye med på kalven mens han skal vekse og regulere mjølkeinntaket. Dei siste åra har det vore eit ynskje både frå nokre bønder og forbrukarar å prøve å la kalven få gå saman med kua (Eriksson et al., 2022; Sirovica et al., 2022). I ei undersøking bland norske bønder visar det seg at 2,8% av norske bruk praktisera ku-kalv-samvær, men at 15,3% vil ha eller ynskja å starte med slik praksis (Hansen et al., 2023). Dei som allereie praktisera ku-kalv samvær har ulike løysningar på oppstalling, kontakttid og avveningstid (Eriksson et al., 2022). Utfordringar og eventuelt hindringar for å starte med denne praksisen for norske bønder er bygningar, dårlegare økonomi og særleg det å skulle skilje ku og kalv (Hansen et al., 2023),

Ein kalv i vanleg konvensjonell drift i Noreg får i dag omtrent 7 L mjølk per dag (Johnsen et al., 2021), medan kalvar som drikk etter appetitt kan drikke opp mot 10-15 L (Appleby et al., 2001; Arens et al., 2023; Bertelsen & Jensen, 2023; Jasper & Weary, 2002; Miller-Cushon et

al., 2013). Det har vore eit av argumenta for å ikkje la kalv gå med mor (Hansen et al., 2023). Mjølkk som kalven drikk kan ikkje gå til sal, og ein har derfor sett på korleis ein kan finne ut av kor mykje mjølk dette gjeld, men det er vanskeleg å seie med sikkerheit (Churakov et al., 2023). Skal det lønne seg å la kalv gå saman med mor og drikke 15 liter mjølk per dag bør denne utgiften kunne hentast inn igjen som ein gevinst i ein eller anna form for produksjon frå dyret. Tidlegare forsøk har vist at når kalven har fri tilgang til mjølk og drikk mykje har han god moglegheit for god tilvekst før avvenning (Dennis et al., 2018; Jasper & Weary, 2002; Miller-Cushon et al., 2013). Det er også funne at kviger som har høgare vekt ved fyrste kalving har høgare yting i 1. laktasjon (Han et al., 2021; Krpálková et al., 2014; Sejrsen & Foldager, 2003).

Me treng meir kunnskap omkring det å la kalv få gå saman med mor (Hansen et al., 2023). Forsøket «Ku og kalv saman i automatisk mjølkeproduksjon» vart gjennomført ved Sveriges Landbruksuniversitet, SLU, hausten 2020. Der følgde dei ei gruppe kalvar som fekk gå saman med mor i 127 dagar, kalla ku-kalv-kontakt (CCC). Kalvane har vorte fulgt til dei sjølve har fått kalv og er ferdige med 1. laktasjon. Målet med oppgåva er å sjå om kalvane i ku-kalv oppstalling har betre tilvekst, mjølkemengd og reproduksjon enn kontrollkalvar som går i vanleg, konvensjonell drift (CON).

Hypotesane var som følger:

1. Kalvar som går med mor har høgare tilvekst enn kontrollkalvar som tilsvara konvensjonell drift der kalven blir tekne vekk frå mor innan 12 timar.
2. Kalvar som går med mor vil ha ein høgare mjølkeproduksjon i 1. laktasjon enn kontrollgruppa grunna høgare tilvekst frå dieperioden og vidare fram mot kalving.

2. Bakgrunn

2. 1 Introduksjon ku-kalv

I vanleg, konvensjonell mjølkeproduksjon i Noreg er det i dag ikkje noko krav til at ku og kalv skal gå saman. Det einaste unntaket er i økologisk drift der kalven skal die av mor i minimum 3 dagar (Økologiforskriften, 2022). *Ruralis*, tidlegare *Norsk senter for bygdeforskning* kom i 2023 med ein rapport om ku-kalv samvær (Kvam & Logstein, 2023). Ved intervju med forbrukarar, meierisektoren og daglegvarekjedene vart det spurt om haldningane til auka samvær mellom ku og kalv. Rapporten legg fram at det er ei auka interesse, men usikkert kor mykje forbrukaren er villig til å betale ekstra for det, og fleire meiner at det bør leggjast vekt på meir forskning rundt temaet. Samtidig er det fleire i næringa som delar at dei ikkje ynskjer at ku og kalv skal gå saman i mjølkeproduksjonen då dei deler erfaringar med dårlegare jur-helse, helse-problem blant kalvane, problematiske situasjonar mellom røktar og mor når kalven er i området og dårleg tilvekst etter avvenning.

Dei siste åra har det vore ein del forsøk på samvær mellom ku og kalv (Barth, 2020; Churakov et al., 2023; Johanssen et al., 2023; Johnsen et al., 2018; Sørby et al., 2023), og skreve fleire fordjupningsoppgåver om det (Berge & Langseth, 2022; Hanssen, 2020; Mørk, 2023; Skog et al., 2021). Ein har sett på åtferd til både ku og kalv i samværs-perioden samt etterpå. Ein har sett på korleis mjølkemengd, mjølke kvalitet og reproduksjon har vorte påverka, både i tida då kalven går med mor og etterpå. Ein har forska på tilvekst hjå kalven, og stress ved separasjon. Likevel er det ikkje forska nok på dei langsiktige følgene av dette, slik som tilvekst fram til fyrste kalving og kva mjølkeproduksjon den får når den kjem i laktasjon sjølve.

Rasane som er bruka i dette forsøket er Svensk Holstein (SH) og Svensk Röd och vit bodskap (SRB), som begge er avla for blant anna mjølkemengd. Sveriges største husdyrforening, Växa, utgir kvart år eit hefte med husdyrstatistikk for Sverige (Växa, 2024). I følge statestikken var SH den mest brukte rasen i Sverige i 2023 (58% av totale storfe), og SRB var nummer 2 (30% av totale storfe). I rapporten kjem det fram at den årlege avdråtten for SH er 11 247 kg mjølk, og 11 627 kg energikorrigert mjølk(EKM). SRB produsera litt mindre, 9 568 kg mjølk i snitt per dyr og 10 434 kg EKM. Kjøttferasar er i hovudsak avla for kjøtt vil produsere mindre mengd mjølk, og ein kalv som går med mor vil ikkje ha like stor tilgang til mjølk som hjå mjølkerasane. Ein av grunnane til å ikkje la kalv gå med mor er derfor at kalven kan drikke mykje mjølk dersom han får fri tilgong (Jasper & Weary, 2002; Khan et al., 2011;

Laache, 2013). Ved same forsøk som blir bruka i denne oppgåva vart det sett på metodar for å estimera tap av mjølk som kunne gått til konsum ved CCC oppstalling i automatisk mjølkerobot (Churakov et al., 2023). Der vart det funne at det vart sendt mindre mjølk til konsum ved CCC oppstalling både før og etter separering frå kalv. Eit anna forsøk frå Tyskland fann dei same resultatata i eit system med mjølkegrav (Barth, 2020). Også her klarte ikkje dyra som hadde amma kalven å nå mjølkeytinga til kyr som hadde stått utan kalv, nokon gong i laktasjonen. Dette er forskning på dyra som går med kalv, og seier ikkje noko om korleis produksjonen til kalven som har gått med mor blir.

2.2 Fysiologi

2.2.1 Introduksjon

Dyr treng næringsstoff for å fungere normalt. Desse næringsstoffa må tilførast via fôrmidlar, for så å bli fordøydd i fordøyelseskanaalen. Derifrå blir dei absorbert og overført via dyrets blod eller lymfer. Denne prosessen med frigjering av næringsstoff frå fôrmidlar, eventuell omdanning og absorpsjon av næringsstoff kallast fordøying (Gjefsen, 2007).

Fordøyelseskanaalen til drøvtyggjarar er noko annleis enn einmaga dyr. Ei vaksen kyr, som er ein drøvtyggjar, har tre formagar og ein mage, kalla løypen. Dei tre formagane er; nettmage, bladmage og vom. I formagane skjer det mikrobiell fermentering. I løypen derimot er det enzymatisk nedbrytning (Sjaastad et al. 2016).

2.2.2 Utvikling av fordøyelsessystemet

Ein frisk kalv heilt i frå start er avgjerande for å få ei god mjølkeku. Kalven er sårbar dei fyrste vekene, og fordøyelsessystemet og immunforsvaret er ikkje fullt utvikla (Sehested et al., 2003). Når kalven blir født består fordøyelsessystemet mest av tarmene som utgjer heile 70% av fordøyelsessystemet. Løypen utgjer omtrent 15% medan vomma og nettmage kunn utgjer 10% av fordøyelsessystemet (Lyford, 1988). Til samanlikning utgjer tarmen 35% og vom, blad og nettmage 60% av fordøyelsessystemet hjå vaksne kyr (Habel, 1975; Lyford, 1988). Så snart kalven starter å ete fast føde som gras og kraftfôr startar utviklinga av formagane (Flatt et al., 1958; Roy, 1980; Tamate et al., 1962).

Mjølka som kalven drikk går derfor forbi formagane og rett til løypen. Utviklinga av fordøyelsessystemet aukar når kalven byrja å ete fôr med noko struktur ved 2-3 vekers alder. Utviklinga blir stimulert av fôrpartiklane som stikk og sliper mot veggen, og av kjemisk effekt av fermenteringa, spesielt smørsyre (Sjaastad et.al, 2016). Nokon prøver å framskynde denne utviklinga då grovfôr og kraftfôr er billigare fôrmidlar enn mjølk. Dette kan føre til at kalven

tek opp mindre energi og næringsstoff som den kunne tatt opp lettare via mjølk (Sehested et al., 2003).

2.2.3 Juret

Juret er ikkje særleg utvikla ved fødsel. Det utviklar seg litt meir ettersom dyret veks, men det er fyrst under drektigheten at det virkelig blir utvikla. Denne prosessen er sterkt påverka av hormonar, spesielt estrogen og progesteron, seinere også prolaktin for syntetisering av mjølk. Mjølka blir danna i alveolar. 150-200 alveolar utgjer ein lobuli, og ein lobi er igjen danna av fleire lobuli. Juret består av fire mjølkekjertlar med kvar sin spene, som held på fleire lobiar. Mjølkesyntesen blir aktivert av hormonar ved amming eller mjølking. 400-500 liter blod må gjennom juret for kvar liter med mjølk som blir danna, da næringsstoff, oksygen og vatn som skal danna mjølka vart frakta til juret på denne måten (Sjaastad et al., 2016). Auka dagleg tilvekst før pubertet har vist seg å forsinke utviklinga av jurkjertlane (Meyer et al., 2006; Sejrsen et al., 1982).

Veksthormon (GH) er eit hormon som stimulera til vekst av kroppsmasse og bein. Fysisk arbeid, stress, proteinrike måltid og lav konsentrasjon av glukose i blodet fører til utskillelse av GH. GH har ulike funksjonar som å stimulere proteinsyntesen og feittnedbroting. Prolaktin(PRL) er eit anna hormon som stimulera til utvikling av mjølkekjertlane og produksjon av mjølk (Sjaastad et al., 2016). Både GH og PRL er dermed begge viktige for riktig utvikling av jurkjertlane (Accorsi et al., 2002). Foldager et al. (1978) meinte at grunnen til mindre mjølkeyting ved høg tilvekst før 1. laktasjon kunne vere lite GH og PRL i blodet ved intensiv fôring.

2.3 Mjølk

2.3.1 Introduksjon

Ei mjølkeku produsera mjølk med ulikt innhald til ulike tider i laktasjonen. Dei fyrste dagane produsera ho råmjølk, før det etter kvart blir produsert vanleg mjølk som me kjenner til. For ein kalv inneheld mjølka all næringa han treng den fyste tida, og tilveksten kjem hovudsakleg av protein, mineral og vatn (Sjaastad et al., 2016). Rase og laktasjonsnummer har betydning for samansettinga av mjølka, som og variera ved ulike stadier i laktasjonen (Hermansen et al., 2003). Nokon av dei viktigaste næringsstoffa i mjølk er feitt og protein, som i mjølk har svært høg fordøyelegheit (Nevens & Shaw, 1933). Husdyrstatistikk for Sverige opplys med snitt-tal frå 2022 at SRB har ein årleg avdrått på 9 528 kg, 10 280 energikorrigert mjølk (EKM), med

4,45% feitt og 3,71% protein medan SH har ein årleg avdrått på 11 037 kg, 11 367 EKM, med 4,16% feitt og 3,54% protein (Växa, 2024).

2.3.2 Råmjølk

Råmjølk er mjølka som blir danna rett før og etter kalving og er ei svært viktig kjelde for energi og oppbygging av immunforsvar for kalven. Dei aller fleste er difor påpasselege med at kalven får i seg nok av dette. Den har eit høgt innhald av energi, antistoff og spesielt mykje immunoglobulinar (Ig) (Sehested et al., 2003), som er proteinar i råmjølka og inneheld i starten heile behovet til den nyfødde (Sjaastad et al., 2016). Dyr som ikkje får nok råmjølk veks ofte saktare og har meir problem med diare enn dei som har tilstrekkeleg med råmjølk ved fødsel og den fyrste påfølgjande dagane (Sjaastad et al., 2016).

Tida det tek frå fyrste kalving til fyrste mjølking påverkar innhaldet av Ig (Kruse, 1970; Logan et al., 1981; Stott et al., 1981). Hjøå kalvane skjer opptak av råmjølk i tarmen, og vindauget for inntak er begrensa. Opptak av Ig er høgast dei fyrste seks timane, og synk gradvis i løpet av dei fyrste dagane til det avtek heilt (Sjaastad et al., 2016). Ein nyfødd kalv bør ha tre til fem liter råmjølk med Ig-innhald på 50 g per liter mjølk innan dei fyrste timane (Sehested et al., 2003).

2.3.3. Konsumering av mjølk ved fri tilgang

Naturleg vil ein kalv gå mange månadar med mor og drikke mjølk. Som nemnt tidlegare mjølkar mange av mjølkerasane som blir bruka i dag mykje mjølk, mykje meir enn ein kalv klara å drikke. Dette er fordi me har avla på mjølkemengd, for å kunne få mest mogleg ut av kvar kyr. Det er difor diskutert kor mykje mjølk ein kalv skal få kvar dag, i høve til korleis dette påverkar kalvehelse, tilvekst og utviklinga av vomma. Det har i mange år vore forsøk på å finne ein god fôringsstrategi for kalvar som gjer at dei kan gå tidleg frå mjølk til fast føde ((Kertz et al., 1979; Williams & Frost, 1992).

Næringa i Noreg anbefala minimum 8 liter mjølk per dag (Felleskjøpet, 2022; Overrein et al., 2021). Johnsen et al. (2021) fann at kalvar i norske fjøs i snitt får 7 L/dag, og at heile 61% av norske bønder dermed gav mindre mjølk enn anbefalt. Det har også tidlegare vore anbefala å fordela mjølkemengda på mange tildelingar då det har vorte sagt at mjølka vil hamne i vomma dersom det blir for mykje på ein gong (Gjefsen, 2007). Eit forsøk ved NMBU i 2016 fann derimot at ved måltidsstorleik på opp til 6,8 l rann det ikkje mjølk over i vomma (Ellingsen et al., 2016).

Det har lenge vore gjort en del forsøk som har sett på kor mykje mjølk ein kalv vel å konsumere dersom han får fri tilgang. Appleby et al., (2001) fann at kalvar med fri tilgang

drakk mellom 5 og 15,5 kg mjølk per dag ved 21-28 d, med gjennomsnitt på 9,76 kg/dag. I forsøket var både kvige- og oksekalvar med. I forsøket til Jasper og Wary (2002) fann dei at kalvar på fri tilgang (n=14) konsumerte 8,79 kg mjølk, men dette var snittet for heile perioden før avvenning. Miller-Cushon et al., (2013) undersøkte to grupper kalvar; ei gruppe med ubegrensa tilgang til mjølk(ADL) og ei med begrensa tilgang(RES). Forsøket fann at ADL-gruppa drakk i snitt 11,36 L/d ved veke 3 og 16,08 L/d ved veke 6. Det var noko høgare enn det Arens et al., (2023) fann. Dei gjennomførte eit forsøk på kalvar av fleire ulike rasar og krysningar der halvparten fekk ubegrensa tilgang til mjølk(n=44), og fann at inntaket var i snitt 10 L/dag. Medan Bertelsen og Jensen (2023) såg på effekt av avvenningsmetodar, fann dei og at kntrollkalvane som fekk fri tilgang hadde eit mjølkeinntak på 7,9L (\pm 0,93) i veke 2 og 11,08L (\pm 1,7) i veke 8. Forsøk visar dermed at mengd konsumert mjølk variera mykje ved fri tilgang, men at snittet plar å liggje mellom 8 og 16 L/dag.

2.4. Avvenning:

Naturleg avvenning har vist seg å vere ved tidlegast 8 månadar og er ein gradvis prosess (Reinhardt & Reinhardt, 1981), men næringa i Noreg legg fram at det er mogleg å starte avvenning av kalv ved 6-8 vekers alder (Volden & Gjefsen, 2018), og dei fleste bønder i Noreg brukar denne metoden grunna eit ynskje om å levere mest mogleg mjølk til meieri. Denne store skilnaden i korleis næringa avvenner kalver, og koeleis det føregår naturleg har ført til at det har vore diskutert ein del både på kor tid og kor raskt ein kan avvende kalvar. Costigan et al. (2022) brukte Holstein-Fresian (n=130) og Jersey (n=57) kvigekalver til å finne forskjellar i vekst og fruktbarheit ved 8 vs 12 vekers avvenningsalder. Ved avvenning hadde kalvane som vart avvende ved 12 veker høgare kroppsvekt og kroppsmålingar enn dei som vart avvende ved 8 veker, samtidig kunne ein ikkje sjå denne fordelten ved 9 måneders alder. Sweeney et al. (2010) såg på forskjell ved gradvis og brå avvenning(4, 10 eller 22 d) etter 42 dagar ved store mengder mjølk tilgjengeleg (opp til 12kg/dag), og fann at avvenning over 10 dagar gav dei beste resultatata for tilvekst.

Når ku og kalv går saman må dei skiljast ei gong for at mjølk skal bli sendt til meieri, og kan vere ei meir krevjande prosess enn når kalven er teken frå mor ei god stund før avvenning. Dersom kalven skal vende seg av med både mor og mjølk samtidig, kan det vere ein faktor til stress, føre til mykje vokalisering og er eit stort problem i eit dyrevelferds-perspektiv (Johnsen et al., 2015). Det har vore vist at å skilje ku og kalv med eit gjerde der det er mogleg å sjå, lukte og høyre kvarandre gir betre respons på avvenning enn fullstendig separering som

ved tett vegg eller til ei anna avdeling i fjøset (Bertelsen og Jensen, 2023;Johnsen et al., 2015). Bertelsen og Jensen (2023) undersøkte effekten av ulike avveningsmetodar hjå mjølkekyr ved heildagskontakt og halvdagskontakt mellom ku og kalv, i tillegg til ei kontrollgruppe som fekk fri tilgang til mjølk i smukkbøtte to gongar per dag. Mjølkeinntaket til kontrollkalvane var 7,9L ($\pm 0,93$) i veke 2 og 11, 08L ($\pm 1,7$) i veke 8. Dei fann at tilveksten hjå kontrollkalvane i forsøket som ikkje gjekk med mor hadde betre tilvekst ei veke etter avvenning(230g), kalvane som gjekk heile dagen med mor i dieperioden hadde lågast tilvekst(-230g) etter avvenning og kalvane som gjekk halve dagar med mor i dieperioden låg i mellom dei(7g). Kalvane vart då avvende ved 8 vekers alder, og det var ingen signifikante forskjellar i kroppsvekt ved avveningsstart mellom dei tre oppstillings-metodane.

Flower og Weary (2001) såg på effektane av separasjon frå mor ved 1 dagars alder (tidleg separasjon) og 14 dagars alder (sein separasjon). Dei fann at dei fyrste 14 dagane hadde sein separasjon-kalvane signifikant høgare vekt ($59.9\pm 1.5\text{kg}$) enn tidleg separasjon kalvane ($46.9\pm 1.0\text{kg}$). Siste veging var ved 28 dagar, då hadde sein separasjon-kalvane fortsett eit fortinn med $68.6(\pm 2.3)$ mot $54.9(\pm 1.1)$ kg. Dei fann samtidig at fram til kalven var avvendt ved 14 dagars alder gav sein separasjon kyrne mindre mjølk til sal (17.0 ± 1.8 kg) enn tidleg separasjon kyrne (29.3 ± 2.2 kg), medan frå 15-150 dagar var det veldig liten forskjell mellom gruppene (henhaldsvis 5273 mot 5315 kg).

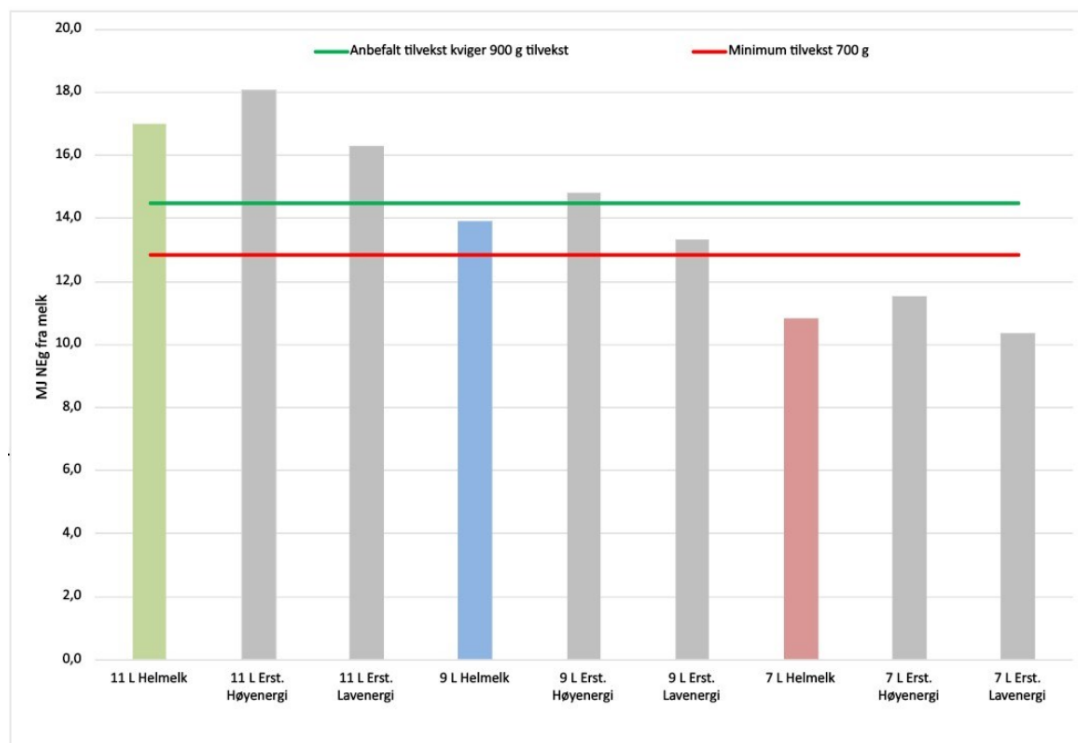
2.5 Tilvekst

Tine opplys at det er ynskjeleg med over 700 g/dag under mjølkefôringsperioden for å seinare oppnå god vekst og mjølkeproduksjon, og at tilvekst opp mot 1000 g/dag gir mindre sjukdom og høgare yting i 1. laktasjon (Tine, 2017).

Det meste av energien som blir tatt opp gjennom fôret blir omdanna til glukose, feittsyrer eller aminosyrer i kroppen. Nokon av desse blir bruka til å syntetisere nye organiske molekyl, medan andre blir oksidert i cellene. Under oksideringa vil alltid noko av energien bli omdanna til varme. Metabolisme er ei samlebetegning på alle dei kjemiske reaksjonane som skjer i kroppen. I dette har me katabolisme, det er prosessar som frigjer energi, og me har anabolisme, som krevjar energi. Vekst er ein anabolsk prosess (Sjaastad et al, 2016).

Omsetjing av energi i kroppen skjer i fleire trinn. Frå inntak av fôr forsvinn det noko energi i feces, gjæringsgassar, varmetap og omsetning av energi, og ein sit igjen med nettoenergi. Dette er energien dyret faktisk kan bruke til vedlikehald eller produksjon, som mjølk eller

oppbygging av kjøtt (Gjefsen, 2007). Ved for lite inntak av energi, *negativ energibalanse*, vil dyrets heilt nødvendige funksjonar og vedlikehald bli prioritert, medan ved for høgt inntak av energi, *positiv energibalanse*, kan det føre til at overflødige næringsstoff blir skilt ut gjennom feces eller avleira som feitt (Kristensen & Ingvarsten, 2003), og dette er sjølvstøtt svært lite økonomisk gunstig. Kertz et al. (1998) fann at fôrkostnad per kg tilvekst var lågast dei fyrste 6 månadane av kalvens liv, før det auka heilt fram til 24 månadars alder. Det vil derfor vere gunstig å gje kalven gode moglegheiter til å vakse godt ved ung alder for best mogleg utnytting av kostnader.



Figur 1. Stolpane visar beregn energibidrag i nettoenergi tilvekst (NEg) frå ulike melkefôr og rasjonsstørrelser for ein kalv på 50 kilo. Linjene visar anbefala minimum tilvekst, og anbefala tilvekst frå Tine rådgiving (Figur 5 i Overrein et al., 2021).

Figur 1 visar at ved fôring av 9 liter heilmjølk vil ein kalv nå Tines anbefaling på minimum 700 g/dag, men ikkje anbefala optimal tilvekst på 900g/dag, for god tilvekst og seinare produksjon. Johnsen et al., (2021) fann at i snitt gav norske bønder kalvar 7 L mjølk per dag, noko som dermed ikkje vil gjer at kalven når anbefala minimumstilvekst på 700 g/dag i følgje denne figuren (Overrein et al., 2021).

Forsøk har vist at dyr i lausdrift har eit høgare fôrforbruk enn dyr bundne på bås sidan dei brukar meir energi på å bevege seg (Ingvarsten & Andersen, 1993; Mogensen et al., 1997). Ein studie utført av Scott et al. (1993) fann at 35 dagar gamle kalvar som gjekk i kalde temperaturar (-5°C) skilte ut meir nitrogen i urin enn kalvar som vart utsett for varme temperaturar (20°C), og fan dermed for kalvar i kaldt miljø med begrensa tilgang til mat

hadde auka proteinnedbrotning, men redusert proteinsyntese. Derimot fann Webster et al. (1976) ingen forskjellar i tilvekst og totalt varmetap hjå kalvar som vart utsett for forskjellige temperaturar (5, 10, 15 og 20°C), og konkluderte med at kalvar antageleg er gode til å tilpasse seg temperaturen dei blir utsett for.

2.6 Mjølketilgjeving i samband med tilvekst og inntak av fast føde

Det har lenge vore og er fortsett i dag diskutert kor mykje mjølk ein kalv skal få tilgang til i perioden før han skal gå over til fast føde for å sikre god tilvekst, samtidig som ein starta ei god utvikling av vomma. Rosenberger et al. (2017) fann at tilgang til mykje mjølk (12L/dag) fører til god tilvekst i perioden kalvane får mjølk og konkluderte med at god tilvekst i dieperioden også gir gode moglegheiter for å fortsette etter avvenning. Suarez-Mena et al. (2021) testa dette og fann ingen forskjell i vekt mellom kalvar som hadde fri tilgang og kalvar som hadde begrensa tilgang på mjølkeerstatning ved 4 månaders alder.

I forsøket til Miller-Cushon et al., (2013) fann dei eit anna resultat. Forsøket fann at kalvar som fekk fri tilgang (ADL) og drakk i snitt 16,08 L/d ved veke 6 og hadde høgare tilvekst enn kontroll-gruppa (RES) som fekk 5 L/d ved 6 veker. Etter avvenning derimot stagnerte veksten til ADL-gruppa, medan tilveksten til RES-gruppa fortsatte å auke. Jasper og Weary (2002) fann at kalvar som fekk fri tilgang til mjølk drakk 89% meir mjølk enn kontrollkalvane som fekk mjølk tilsvara vanleg konvensjonell drift (I snitt 4,91 kg/dag for dag 0-36). Samtidig fann dei og at kalvane med fri tilgang til mjølk berre åt 16% så mykje kraftfôr og 17% så mykje høy som kontrollkalvane. Begge gruppene vart avvende ved d 35, då hadde gruppa med fri mjølketilgang høgare kroppsvekt, og ved d 63 når forsøket vart avslutta hadde denne gruppa fortsett høgare kroppsvekt enn kalvane i tilsvara konvensjonell drift. Det vart ikkje funne betydeleg diare hjå nokon av gruppene. Rosenberger et al., (2017) fann og at kalvane som fekk 6 L/d hadde høgare inntak av kraftfôr før avvenning enn kalvane som fekk 12 L/d.

Appleby et al., (2001) undersøkte blant anna forskjell i mjølkeinntak og tilvekst mellom to grupper; begrensa til 5% av kroppsvekt to gongar dagleg i bømte (Gr1, n=11) eller etter appetitt via smukk (Gr2, n=12), fram til dei var 4 veker gamle. Forsøket fann at det ikkje var før veke 4 at kalvane som fekk etter appetitt drakk meir mjølk enn gruppa med restreksjonar. Kalvane hadde tilgang til eit fôrslag av fast føde, og forsøket fann at det ikkje var forskjell i inntak dei fyrste 21 dagane, men etter dette hadde Gr1 i gjennomsnitt 87% høgare inntak av fôret.

Dennis et al., (2018) utførte ein studie med 4 forskjellige mengder av mjølkeerstatning (MR) til kalvar, og fann at fôring av meir enn 0,6 kg MR gav høgare tilvekst før avvenning, men ein kunne ikkje sjå forskjellar mellom gruppene ved 4 månadars alder. Studien fann og at kalvar som fekk 0,6 kg MR/dag åt meir kraftfôr og høy før avvenning og hadde høgare fordøyelegheit og tilvekst etter avvenning enn for kalvar med fri tilgang til MR.

Fleire forsøk har altså vist at auka tilgjeving av mjølk eller mjølkeerstatning kan auke tilveksten betrakteleg i dieperioden (Cushon et al., 2013; Dennis et al., 2018; Jasper og Weary, 2002; Miller- Rosenberg et al., 2017). Samtidig har forsøk vist at dei ikkje har det same fortrinnet etter avvenning (Dennis et al., 2018; Jasper og Weary, 2002; Suarez-Mena et al., 2021), og at mykje mjølk eller fri tilgang kan føre til mindre opptak av kraftfôr eller høy (Appleby et al., 2001; Dennis et al., 2018; Jasper og Weary, 2002; Rosenberger et al., 2017)

2.7. Tilvekst i ku-kalv system

Som nemnt tidlegare kan kalvar som får fri tilgong på mjølk drikke svært store mengder.

Walsh (1974) såg på forskjell i mjølkemengd hjå kyr som vart mjølka med maskin og kyr som kunn vart dia av kalvar. Forsøket hadde svært høg kalvedødeligheit blant kalvane som dia, der dei fleste døydde av diare, og nokon av virus. Det vart konkludert at grunnen til høg andel diare var høg mjølkeinntak.

I nyare tid har det vorte gjort fleire forsøk på kalvar som går med mor. (Fröberg et al., 2008) gjennomførte eit forsøk der dei såg på forskjellar mellom ei gruppe kalvar som fekk die fritt i 30 minutt 2 timar etter mjølking (RS), og ei gruppe som vart bøttefora med mjølk til dei same tidene (AR). AR-gruppa fekk tilgang til 4 L ved 1-2 vekers alder, 6 L frå veke 3-7 og 3 L i veke 8. Avvenningsmetoden for RS-gruppa var å berre få die fritt ei gong per dag i veke 8. Alle kalvar var dermed avvende etter veke 8. Dei fann ingen signifikante forskjellar i dagleg tilvekst mellom gruppene frå fødsel til avvenning ved 8 veker (26.2 ± 3.9 kg(RS), 26.1 ± 1.4 kg(AR)). Samtidig fann dei at den individuelle forskjellen i tilvekst per dag innan gruppa var signifikant større hjå RS enn AR kalvane.

Roth et al. (2009) fann at tilveksten før avvenning var betre hjå kalvar som fekk fri tilgong til mor eller berre 15x2 min med mor kvar dag enn hjå kalvar som berre fekk mjølk gjennom automat. Kalvane som fekk mjølk i automat fekk 8 L/dag fram til veke 11-13, då dei fekk 3 L/dag. Alle kalvar vart avvende ved 13 vekers (91d) alder og etter dette var derimot tilveksten høgare hjå dei som hadde vorte fôra i mjølkeautomat enn hjå dei som fekk die av mor.

2.8 Samanheng tilvekst og mjølkemengd i laktasjon

Det er fleire som har sett på korleis tilvekst hjå kviger påverkar seinare mjølkeproduksjon.

Forsøk har vist at fyrstegongskalvarar som kalvar ved 30 månaders alder mjølker omtrent 400 kg meir enn fyrstegongskalvarar som kalvar ved 24 månadar (Fogh, 2002, i Kvægets ernæring og fysiologi, 2003). Det har også vore funne at Jersey kviger som kalvar for fyrste gong ved 28 månadar mjølker 300 kg meir enn kviger som kalvar for fyrste gong ved 22 månadar. Dette er antakeleg grunna at kvigene som kalvar seinare er større og meir utvikla (Serjrsen & Foldager, 2003). Eit forsøk som gjekk over fleire år i Danmark undersøkte korleis mjølkemengd i første laktasjon kunne varte påverka av tilvekst (Foldager et al., 1978). Forsøket fann at ved meir tilvekst enn 600-700 g/dag før nådde 300 kg kunne gi opp til 1200 kg mindre mjølk i løpet av dei 250 fyrste dagane i 1. laktasjon.

Frå 2001 til 2016 vart det registrert kroppsvekt, modenheit og mjølkeyting på totalt over 2300 fyrstegongskalvande Holstein frå to ulike universitet i USA (Han et al., 2021). Forsøket fann at kvigene i topp 60% med høgast kroppsvekt ved kalving mjølka signifikant betre enn dei med lågare kroppsvekt. Samtidig var det ingen forskjell innan dei 60% av kvigene med høgast kroppsvekt. Han et al., (2021) fann og at dei tyngste kvigene mista mykje meir kroppsvekt i løpet av den fyrste laktasjonen, hadde mykje større sannsynlegheit for å bli utrangert og produserte ikkje meir mjølk enn dei noko lettare kvigene i det lange løpet. Han et al., (2021) konkluderte dermed at kviger som når mellom 73 og 77% modenheit ved fyrste kalving kan produsera meir mjølk utan å ofre langsiktig mjølkeyting og vare lengre.

Eit prosjekt med 780 Holstein kviger som kalva på 2 mjølkebruk i Tsjekkia frå 2007 til 2011 (Krpálková et al., 2014) fann at kvigene med i snitt medium dagleg tilvekst (0,85-0,94 kg/dag) hadde høgast mjølkemengd i fyrste laktasjon. Høgast mjølkeyting over dei tre laktasjonane som vart overvåka var kvigene med høgast dagleg tilvekst totalt (>0,95 kg/dag).. Krpálková et al., (2014) fann at kvigene som var yngst ved kalving (<699 d) mjølka mindre i fyrste laktasjon, men berre dei fyrste 100 dagane og konkluderte med at låg innkalvingsalder (<699 dagar) ikkje viste negative effektar på produksjon og reproduksjon i dei tre fyrste laktasjonane.

Fyrstegongskalvarar utgjer ofte 40-50% av kuflokken (Tine, 2017) då kyr blir utrangert av ulike grunnar. Med mange fyrstegongskalvarar kan det derfor auka mjølkeproduksjon i fyrste laktasjon vere med og hjelpe til høgare snittyting til besetninga. Tine anbefala å nå ei vekt på 560 kg og alder mellom 23 og 26 månadar ved innkalving (Tine, 2017). I en doktorgrad av

Storli et al. (2014) ved NMBU vart det sett på korleis tilveksten hjå kviger i norske besetningar påverkar seinare mjølkeyting. Storlie fann at kvigene som kalva ved 26 månadars alder produserte nesten 900 kg meir mjølk enn dei som var yngre enn 24 månadar gamle ved kalving. Storlie fann og at ei auka energi-tilgjeving gjennom rasjon fekk kvigene til å kome i tidlegare brunst og dermed kalve tidlegare.

2.9 Lønsam

Bønder bekymrar seg for lågare inntekt dersom dei lar kalven gå med mor (Hansen et al., 2023) sidan det kan føre til mindre mjølk levert til meieri. Det kan også hende at andre faktorar som lågare energiinntak og forstyrta mjølkeintervall kan redusere delen salbar mjølk. Churakov et al., (2023) såg på korleis ein kan måle kor mykje mindre mjølk som går til sal i eit ku kalv system. Studien fann at det vart mindre mjølk til sal både før og etter avvenning i system der ku og kalv gjekk saman, men konkluderte med at det var vanskeleg å finne nøyaktige svar, og at det må undersøkast nærare. Arens et al. (2023) såg på fôringskostnadar hjå kalvar av fleire ulike rasar og kryssingar der halvparten fekk ubegrensa tilgang til mjølk(n=44), og den andre halvdel 8 L/d(n=47). Alle fekk mjølk i ein mjølkeautomat, kalvar med dei ulike behandlingane gjekk i same bingar, og alle vart avvende brått på d 56(8 veker). Resultata viste at ved fri tilgang drakk kalvane i snitt 10 L/d, og hadde den høgaste mjølkekostnaden (\$189.52) mot (\$140.71) for kalvane som fekk 8 L/d, likevel var prisen per kg nokså lik, henholdsvis \$3.00/kg og \$2.89/kg.

Eit av argumenta for å la ku og kalv gå saman har vore at kalven får god tilvekst før avvenning (Hansen et al., 2023) Sommerseth (2018) doktorgradsavhandling «Oppdrett av NRF rekrutteringskviger; effekt av tilveksthastighet på livtidsproduksjon og lønnsomhet» fann at å senke innkalvingsalder med 4 månadar kunne potensielt auke lønnsomheita med mellom 11-36% over dyrets levetid. Det var sett på ut i frå det nasjonale snittet med innkalvingsalder på 26 månadar, og grunnane var tidlegare avkastning på investering og spart oppdrettskostnadar i form av plass og arbeid. Samtidig fann Sommerseth (2018) også at å halde kyr lenge i besetninga ville vere økonomisk gunstig og dersom kvigene var tilnærma fullvaksne ved kalving ville det redusere behov for vekst i laktasjonen, slik at energien kan brukast til meir mjølkeproduksjon. Sommerseth (2018) konkluderte med at managementet i kvigeoppdrettet har mykje å seie for gardens økonomi.

3. Materiale og metode

For å teste hypotesane er det henta ut datamaterialet frå forsøket «Ku og kalv saman i automatisk mjølkeproduksjon», som er utført ved *Sveriges lantbruksuniversitet* fra 2019-2023.

3.1 Dyr i forsøket

I forsøket vart det samla opp to grupper med kalvar. Den eine gruppa fekk gå med mor heile dieperioden (CCC), medan den andre gruppa, kontrollgruppa, vart skilde frå mor innan 12 timar etter fødsel (CON). Det var 12 par med ku og kalv, 12 kontrollkyr og 12 kontrollkalvar. Dyra som vart bruka i forsøket var av rasane Svensk Röd och vit bodskap(SRB) og Svensk Holstein(SH). Kyr som var inseminert med kjøttrasar vart ikkje tekne med i forsøket. Annan kvar reinrasa kalv vart forsøkskalv, og annankvar vart kontrollkalv. I forsøket vart det teke med både okse- og kvigekalvar, men i denne oppgåva er det berre teke med kvigekalvane, då mykje av oppgåva går ut på mjølkemengd.

3.2 Kalving

All kalving skjedde innandørs i kalvingsbingar. Med det same blei det registrert kjønn og rase av kalven samt råmjølks-kvalitet på alle kyrne. Alle kalvar vart vegne innan 36 timar etter fødsel. Kontrollkalvane vart tekne frå mor med det same, seinast innan 12 timar.

Forsøkskalvane gjekk med åleine med mor i kalvingsbingen for å skape ei god relasjon mellom dei. Alle kontrollkalvar, samt halvparten av CCC kalvane fekk 2,5-3 liter bra råmjølk (kvalitet >22) på flaske. Resten av CCC kalvane dia råmjølka sjølve. Unntaket var dersom råmjølkskvaliteten var for dårleg (<20). Då vart det gitt råmjølk av god kvalitet også til desse kalvane. Det vart tekne blodprøvar av alle kalvar når dei var mellom 2 og 7 dagar gamle. Dei vart bruka til å finne kva råmjølksopptak kalven har hatt.

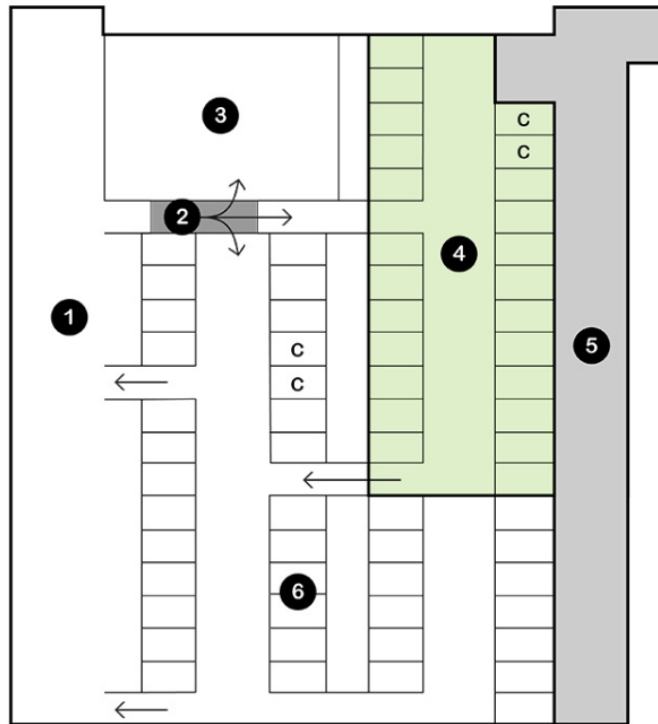
3.3 Oppstalling

Ku-kalv para vart haldne i kalvingsboksen til etter sjette mjølking, før flytting til en større, felles bing. Kontrollkyrne vart flytta frå kalvingsbinge ved vanlege rutinar. Alle kyr vart mjølka to gonger til dagen når dei sto på kalvingsbinge. Etter kalvingsbinge vart alle kyr flytta til større avdelingar i fjøset. Alle kyrne gjekk i same avdeling med same mjølkerobot (VMS).

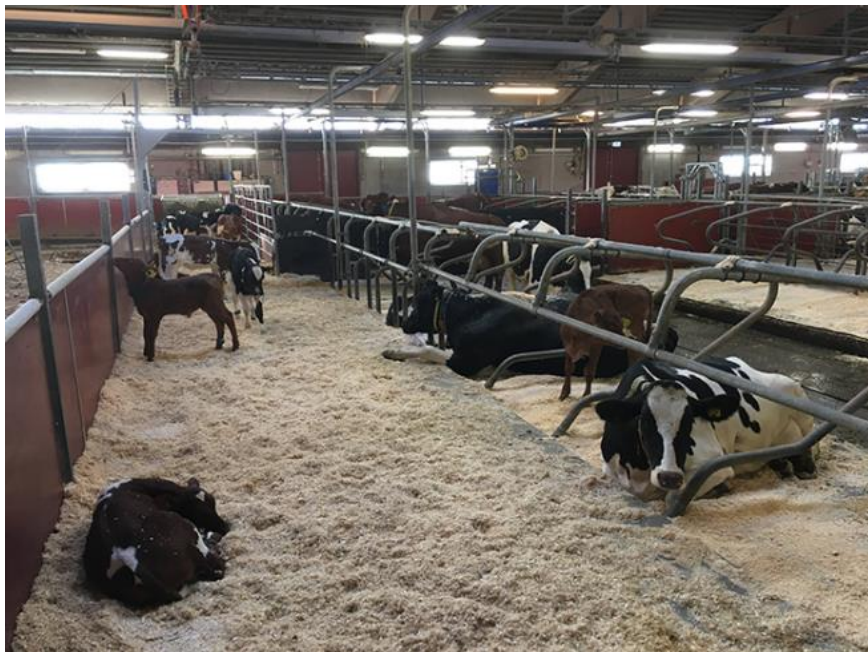
Einaste forskjellen var at CON-kyrne ikkje fekk tilgang til eit ku-kalv område slik CCC-kyrne. Ku-kalv området kan du sjå visuelt i figur 2, som visar korleis oppstillinga fungerte. Dei nummererte områda fungera slik:

1. Fôlingsområde. Her har kyrne fri tilgang til grovfôr, vatn og to kubørstar. Fôret vart tildelt i fôr-kar. Når kua skal til og ete, får ho tilgang til karet ved ei automatisk luke som opnar seg og gir plass til hovudet. Det vart så registrert antal kilo før og etter ho har vore og ete i fôrkaret. Det gjer det mogleg å fylgje med på kor mykje kvart dyr et, i antall kilo gras. Einaste moglegheita for å kome seg ut av dette området er gjennom ein automatisk port (sjaa 2).
2. Automatisk port. I denne porten kan kua bli slusa til tre forskjellige område. Dersom kua ikkje har blitt mjølka på 8 timar, vart ho sendt i mjølkeroboten(sjå 3). Dersom ho var CCC-ku blei ho slusa til ku-kalv området(sjå 4), og dersom ho var CON-ku vart ho slusa til det generelle liggje-området (sjå 6).
3. Mjølkerobot(VMS) med venteområde. I venteområdet er det ikkje noko anna enn eit vatnkar. I roboten vart alle kyr tilbudd ein liten mengd kraftfôr. Etter kua er mjølka i roboten blir ho slusa tilbake til fôlingsområdet. Det vart prøva å ha alle kyr i VMS minst 2 gonger per døgn.
4. Ku-kalv område. I dette området har ku og kalv full tilgang til kvarandre. Både ku og kalv kan bruke heile området, også liggebåsar. I tillegg er det også to kraftfôr-automatar i dette området.
5. Kalvegjømmet. Eit eige område som berre CCC-kalvane har tilgang til. Dette er eit område med djup-strø av flis som vist i figur 3. Området er ikkje avgrensa meir frå ku-kalv området enn normal nakkestang som er vanleg i liggebåsar til vaksne kyr slik at dei ikkje har moglegheit til å gå framom liggebåsen. Det gjer det enkelt for kalvane å bevege seg mellom ku-kalv området og kalvegjømmet. Her har kalvane fri tilgang til grovfôr og vatn, samt kraftfôr gjennom to kalve-automatar. Kalvegjømmet opphaldt også et par av liggebåsar i det generelle liggje-området (6), men var avskilt med veggar, slik at det ikkje var noko fysisk kontakt mellom kalvane og det generelle liggje-området.
6. Generelt liggje-området. Dette området er tilgjengeleg for alle kyr. Området inneheld berre liggebåsar og kraftfôr-automatar. Herifrå får dei tilgang til fôlingsområdet, men

berre gjennom ein ein-vegs port, og må innom port 2 for å kome inn igjen til liggebåsanane.



Figur 2 visar CCC-arealet til både ku og kalv. Dei ulike avdelingene er beskreve i teksten overfor. (Henta frå lantbruksuniversitet (2024)



Figur 3. Ku-kalv arealet ved SLU. Visar kalvegjømmet til CCC-kalvane fylt med spon, og liggebåsar for kyr. Kalvar kan gå fritt mellom områda, medan kyr ikkje kjem inn i kalvegjømmet. (Henta frå landbruksuniversitetet (2024), foto: Clair Wegner).

3.4 Mjølkekemengd og avvenning

3.4.1 CCC

Kalvane som gjekk med mor hadde fri tilgang til mor, og kunne dermed drikke så mykje mjølk dei ville. Avvenninga starta ved fire månadar. To avvenningsmetodar vart benytta. Desse 19 kalvane blei delt i to. Den eine halvdelen fekk neseflapp. Denne hindrar kalven i å få mjølk, då det blir ubehagelig for mor dersom kalven prøver å patte. Dette gjer at kalven kan gå tett i lag med mor, medan avvenninga av mjølk startar. Neseflappen hadde dei i 14 dagar, før kalvane vart flytta til eit anna område i fjøset og dermed vart heilt avskilde frå mor. Den andre halvdelen gjekk med neseflapp i 7 dagar, før dei vart fysisk fjerna frå mor ved eit gjerde som skilde dei. Det gjorde at mor og kalv kunne ha visuell og verbal kontakt gjennom gjerdet, men svært begrensa fysisk kontakt. Etter 7 dagar med denne separeringa vart også desse kalvane flytta til ein anna stad i fjøset. Begge gruppene hadde dermed 14 dagar avvenningsperiode, berre på ulike vis. Avvenninga starta når kalvane var gjennomsnittleg 113(\pm 7) dagar(16 veker), og var heilt avvende når dei var i snitt 127(\pm 7) dagar(18 veker) gamle.

3.4.2 CON

Kalvane i CON-gruppa fekk 3 liter mjølk 3 gonger til dagen frå dag 4 til dei var 6 veker gamle, før dette fekk dei råmjølk 9L/dag. Etter dette starta avvenninga. Dei fekk då mjølk kunn to gonger til dagen; 3 liter mjølk ved 6-8 veker, 2 liter ved 8 veker, 1 liter ved 9 veker og ved 10 veker var dei heilt avvende.

3.5 Veging kalv

Alle kalvar vart vegne innan 36 timar etter fødsel. Etter dette vart dei vegne ei gong i månaden. Frå 2 veker før avvenning til 4 veker etter avvenning vart alle kalvane vegne ei gong per veke. Dyra vart ikkje vegde dei månadane dei var ute på beite og det er derfor lite registreringar sommarstid i 2021 og 2022.

3.6 Fôr

Alle kalvar hadde fri tilgong på vatn, kraftfôr, høy og silo heilt frå fødsel. Alle kyr hadde fri tilgong til dei same fôrkarane og dermed heilt lik silo-rasjon. Kraftfôr vart tildelt i kraftfôrautomater, samt i VMS. Kyrne fekk kraftfôr berekna ut i frå mjølkeyting, målt i mjølkekemengd i VMS. Hjø CCC-kyrne vart det i tillegg lagt til at kalven drakk 16 l mjølk per dag.

3.7 Reproduksjon

Kalvane gjekk med Heatime Pro+ aktivitetsmåler frå fire månaders alder. Dersom kalvane ikkje viste blod i slutfasen av brunst vart det tekne blodprøvar omtrent 10 dagar etter mistenkt brunst, og analysert for progesteron. Dette var viktig for å finne fyrste brunst til kvar kalv. Minimum kroppsvekt for å bli inseminert er 380 kg, og fyrste inseminering blir når kviga er 14-15 månadar gammal.

3.8 Etter avvenning

3.8.1 CCC

Etter avvenninga var heilt ferdig vart CCC kalvane flytta til kalve-delen av fjøset, som består av ulike gruppe-inndelingar innandørs. Alle CCC-kalvane vart plassert i same bingje. I desse bingane kunne dei gå fritt, fekk liggje på halmtalle og hadde tilgang til vatn, silo, høy, mineralar og kraftfôr. CCC-gruppa vart avvende i 2 forskjellige grupper, og vart i snitt avvende ved 113 dagars alder, og flytta frå mor ved i snitt d 127. Då vart dei flytta til kalve-avdelinga, før dei vart flytta til oppdrett-avdelinga ved 7 månaders alder. Alle kalvar var ute på beite frå mai til oktober 2021. Når dei kom inn igjen var dei omtrent 13 månadar gamle og vart plassert i oppdrett-avdelinga igjen, og var her fram til kalving.

3.8.2 CON

Etter avvenning ved 56 dagar vart con-gruppa plassert i eit separat kalve-område. Då gjekk CCC-kalvane endå saman med mor. Ved omtrent 6 månaders alder vart dei flytta til oppdrett-avdelinga. Etter dette gjelder det same for CON-gruppa som CCC-gruppa; beite frå mai til oktober, og var inne igjen når dei var omtrent 13 månadar, og var i oppdrett-avdelinga fram til kalving.

3.8.3 Oppdrett-avdelinga

Rutinene i fjøset er at kalvar vart flytta frå kalve-avdelinga til oppdrett-avdelinga ved 5-6 månadar, men det kjem noko ann på plass i oppdrett-avdelinga. Denne avdelinga består av 10 bingar med 5 bingar på kvar side av same fôrbrett, slik at alle dyr et av same fôrbrett. 6-8 av desse bingane blir bruka til kviger, medan 2-4 av desse blir bruka til avsina kyr eller kviger som er nære kalving. Fôret blir tildelt med ei fôrvogn som går på skinner, og ulike mixar blir laga til dei ulike gruppene. Fôret kvigene fekk var av slaget TMR(total mixed ration). Liggebåsaner er avdelte til å passe ei og ei ku og har gummimatter med sagespon som strø for å halde det tørt og reint. Golvet har rilla betong og avdelinga har ein skrape-robot som gjer at det til ein kvar tid er tørt og godt på golvet. Etter kvart som kvigene veks blir dei flytta oppover i bingane. Slik består kvar bingje av kviger i same alder, samtidig om ei kvige er

mykje større eller mindre i vekt enn resten i same alder, kan ho flyttast ein binge opp eller ned i ein binge med kviger av same kropps-vekt. Kvigene vart fortsett vigd ei gong kvar månad, slik rutinen er ved SLU.

3.8.4 Kalving

Omtrent to veker før forventa kalvingsdato vart kviga flytta til ein anna lausdrift-del. Denne delen består av ei lausdrift med 13 liggjebåsar på den eine sida og fôrbrett på den andre. I tillegg er det 5 individuelle kalvingsbingar knytt til lausdrifta. Dersom røktarane ser tegn til kaving blir ho flytta umiddelbart til ein av kalvingsbingane som består av eit område med djupstø av sagflis. Kalven blir tatt vekk kort tid etter kalving, og kua får noko tid til å kome seg før ho blir flytta til mjølkeku-avdelinga. Dersom det er behov blir den nykalva kyra mjølka med ein flyttbar mjølkemaskin i kalve-avdelinga.

3.8.5 Mjølkeku-avdelinga

Alle mjølkekyr går i same del av fjøset, men avdelinga er delt inn i 5 avdelingar. Dyra som vart bruka i denne studien vart delt i litt forskjellige av desse avdelingane. Ei av desse avdelingane går for tida til ku-kalv prosjekter. Dei resterande 4 avdelingane består av liggjebåsar med gummimatter med stø av sagflis for å halde det reint og tørt. Kvar avdeling har ein robot av typen *DeLaval VMS™ 300* eller *DeLaval VMS™ Classic*, og alle kyr har mjølketilgang kvar 6 time. Alle golv har enten rilla betong eller betong dekkja med gummi, som blir skrapa av ein automatisk skraperobot. To av avdelingane har individuelle fôrkar(Biokontroll), ei av avdelingane har ei blanding av fôr-kar og fôrbrett, medan dei to siste har berre fôrbrett. 3 av avdelingane har PTR(partial mixed ration) og får då kraftfôr i automatiske kraftfôr-stasjonar, medan dei to siste avdelingane vart fôra ein TMR. Kyr vart også delt inn etter kvar dei er i laktasjonen. Slik at kyr at kyr i tidleg laktasjon går saman, og blir flytta til ei anna avdeling når dei når midten av laktasjonen og sein laktasjon. Elles hadde kyr fri tilgang på vatn frå drikkekar og kubørste i alle avdelingar.

3.9. Tekne ut av forsøket:

Under forsøksperioden (fram til alle ku-kalv par var separerte) var det to CCC-par som vart tekne ut av forsøket. Den eine grunna skade, og den andre grunna mor hennar døde av *E. coli* mastitt, slik at det var 12 kalvar og 12 kyr med i heile forsøksperioden. Ingen i CON-gruppa vart tekne ut i denne perioden og var dermed også 12 kalvar heile forsøksperioden. Etter kvart som kvigene var i sin fyrste laktasjon var det nokon som vart tekne ut medan dei var i

laktasjon av ulike produksjonsmessige grunnar slik som for lite mjølkemengd, mastitt og infertilitet. Me har derfor ikkje fulle laktasjons- og tilvekstdata for alle 37 kvigene.

3.10 Statestikk

Før statistiske analysar vart data behandla. Melkedata er henta ut frå DelPro, registreringsverktøy for Delaval mjølkerobot. Data som vart henta ut var mjølkedata av kvar mjølking kvar mjølking. Mjølkemengd/dag vart berekna som rullande middeltal over 4 dagar for kvar kyr, dette vart gjort i statestikkprogrammet R Commander. For alle kyr som ikkje hadde registrert 305 d laktasjon, vart det estimert ei laktasjonskurve tilsvarande dagar, dette vart gjort i SAS enterprise guide 8.3.

For å vurdera kva for effektar som har signifikant betydning for tilvekst og mjølkeproduksjon vart det bruka en mixed model i SAS enterprise guide 8.3. Følgande modellar vart bruka:

- Modell mjølk : sliding average = gruppe + rase + gruppe*rase + dagar i mjølk(DIM) + lnDIM. Gjentatt effekt av ku, autoregressiv kovariatstruktur.
- Modell tilvekst: ADG (Average daily gain) = gruppe + rase + gruppe*rase. Gjentatt effect av kalv, autoregressivt kovariansstruktur for heile datasettet, tilfeldig effekt av kalv.

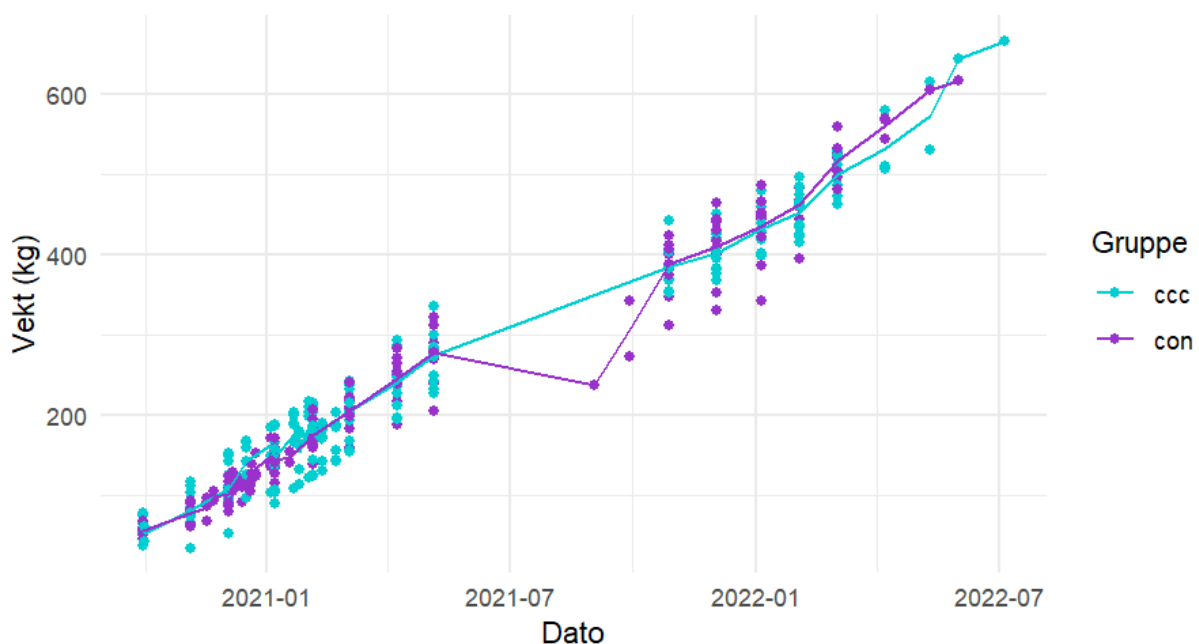
ADG er køyrt for tre forskjellige periodar. I alle periodane er det køyrt for siste registrerte vekt delt på tal levedagar før siste registrerte vekt for perioden før å berekne tilvekst. LnDIM er den naturlege logaritme av dim, for å ta omsyn til at laktasjonen fylgjer ei kurve.

4. Resultat

4.1. Tilvekst

4.1.1 Tilvekst frå fødsel til 1. kalving

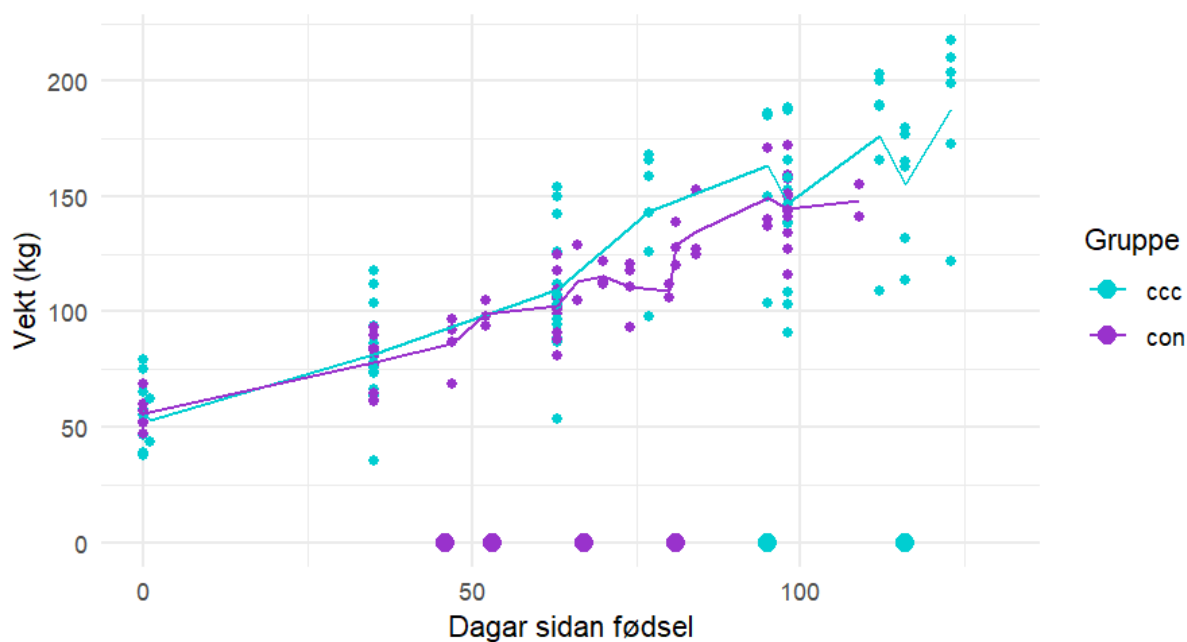
Figur 4 visar gjennomsnittleg vekst-kuve for kvar gruppe og kvar enkeltveging av kvar kalv, vist som punkt. Figuren visar gjennomsnittleg vekst-kuve, vist som heiltrukken linje, for kvar gruppe og kvar enkeltveging av kvar kalv, vist som punkt. Det er større spreing hjå CCC-gruppa ved dei fleste av veginane. Målingane går frå fødsel til d521(± 7). Gruppene fylgjer kvarandre, og ein ser ikkje mykje forskjell i tilvekst.



Figur 4. Gjennomsnittleg tilvekst for kvar gruppe, og spreing i tilvekst for CCC-, og CON-gruppa frå fødsel til d521(± 7). Gjennomsnittleg tilvekst for kvar gruppe er vist som linjer i plottet, og kvart punkt tilsvare ei måling per dyr. CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d 127. CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56.

4.1.2. Tilvekst før avvenning

Figur 5 visar vektutvikling for alle kalvar, og gjennomsnittleg utvikling for kvar gruppe frå fødsel til 130 dagar, ikkje lenge etter avvenning for CCC-gruppa. CON-gruppa vart avvende ved fire forskjellige datoar, medan CCC vart avvende ved to forskjellige datoar, vist som punkt på x-aksen. CCC-gruppa vart avvende ved 16 veker, medan con-gruppa vart avvende ved 8 vekers alder. Det er større spreing i CCC-gruppa enn hjå kontroll-kalvane ved alle veginane, og det er endå større spreing hjå CCC-kalvane etter avvenning enn før. CCC-gruppa får større knekk i tilveksten enn CON-gruppa rett etter avvenning.



Figur 5. Gjennomsnittleg tilvekst og spreing i målingane frå fødsel til d130. Gjennomsnittleg tilvekst for kvar gruppe er vist som linjer i plottet, og kvart punkt tilsvara ei måling per dyr. Plottet visar og dei 6 avvenningsdatoane, vist som punkt nede på x-aksen med fargekode til si gruppe. CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d 127. CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56.

Tabell 1. Gjennomsnittleg dagleg tilvekst i kg, samt standard error for kvar rase innan kvar gruppe, frå dag 0 til d130. Tabellen visar også p-verdi for forskjell mellom gruppene, rasane og mellom gruppe og rase. CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d 127(±7). CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56. SH=Svensk Holstein, SRB=Svensk röd og vid bodskap, og er dei to mjølkerasane som er bruka i forsøket

	CCC		CON		p-verdi		
	SH	SRB	SH	SRB	Gruppe	Rase	Gruppe*rase
Tilvekst	0,98	0,91	0,89	1,06	0,7411	0,5463	0,1753
	±0,1	±0,06	±0,09	±0,06			

Tabell 1 visar gjennomsnittleg dagleg tilvekst i kg, samt standard error for kvar rase innan kvar gruppe, frå dag 0 til d130. Tabellen visar også p-verdiar for gruppe, rase og samspelet mellom gruppe og rase. Det er ingen signifikante forskjellar mellom gruppene, mellom rasane eller for samspelet mellom gruppe og rase

4.1.4. Tilvekst etter avvenning

Tabell 2. Gjennomsnittleg dagleg tilvekst i kg, samt standard error for kvar rase innan kvar gruppe, frå dag 130 til d521(± 7). Tabellen visar også p-verdi for forskjell mellom gruppene, rasane og mellom gruppe og rase. CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d (127 ± 7). CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56. SH=Svensk Holstein, SRB=Svensk rød og vid bodskap, og er dei to mjølkerasane som er bruka i forsøket.

	CCC		CON		p-verdi		
	SH	SRB	SH	SRB	Gruppe	Rase	Gruppe*rase
Tilvekst	0,83	0,98	0,96	0,96	0,4309	0,2845	0,2642
	$\pm 0,08$	$\pm 0,04$	$\pm 0,07$	$\pm 0,05$			

Tabell 2 visar gjennomsnittleg dagleg tilvekst i kg per gruppe frå avvenning fram til siste registrerte vekt som er d520(± 7). Tabellen visar også p-verdiar for gruppe, rase og samspelet mellom gruppe og rase, og me ser ingen signifikante forskjellar her.

4.1.5. Forskjellar i tilvekst mellom gruppene

Tabell 3. Gjennomsnittleg dagleg tilvekst i kg, samt standard error for kvar rase innan kvar gruppe, frå dag 0 til d521(± 7). Tabellen visar også p-verdi for forskjell mellom gruppene, rasane og mellom gruppe og rase. CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d (127 ± 7). CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56. SH=Svensk Holstein, SRB=Svensk rød og vid bodskap, og er dei to mjølkerasane som er bruka i forsøket

	CCC		CON		p-verdi		
	SH	SRB	SH	SRB	Gruppe	Rase	Gruppe*rase
Tilvekst	0,89	0,98	0,95	1,01	0,3619	0,1397	0,7937
	$\pm 0,06$	$\pm 0,04$	$\pm 0,06$	$\pm 0,04$			

Tabell 3 visar gjennomsnittleg dagleg tilvekst i kg per gruppe for heile perioden me har registrerte vekter, det er frå d 0 til snitt d 520. Tilvekst per dag er funne ved total tilvekst frå fødsel til siste veging delt på totalt antal dagar. Det er ingen signifikante forskjellar i tilvekst i kg/d mellom gruppene ($p=0,6235$), og heller ikkje mellom rasane ($p=0,2556$).

Samla har CCC-gruppa eit snitt på $0,93 \pm 0,04$ kg/dag, medan CON-gruppa har eit snitt på $0,98 \pm 0,03$ kg/dag, men det er altså ingen signifikant forskjell mellom dei. Både SH og SRB hadde noko høgare tilvekst i CON-gruppa, men forskjellane var ikkje store nok til at me kan seie at det var signifikant forskjell.

4.2.Mjølkk

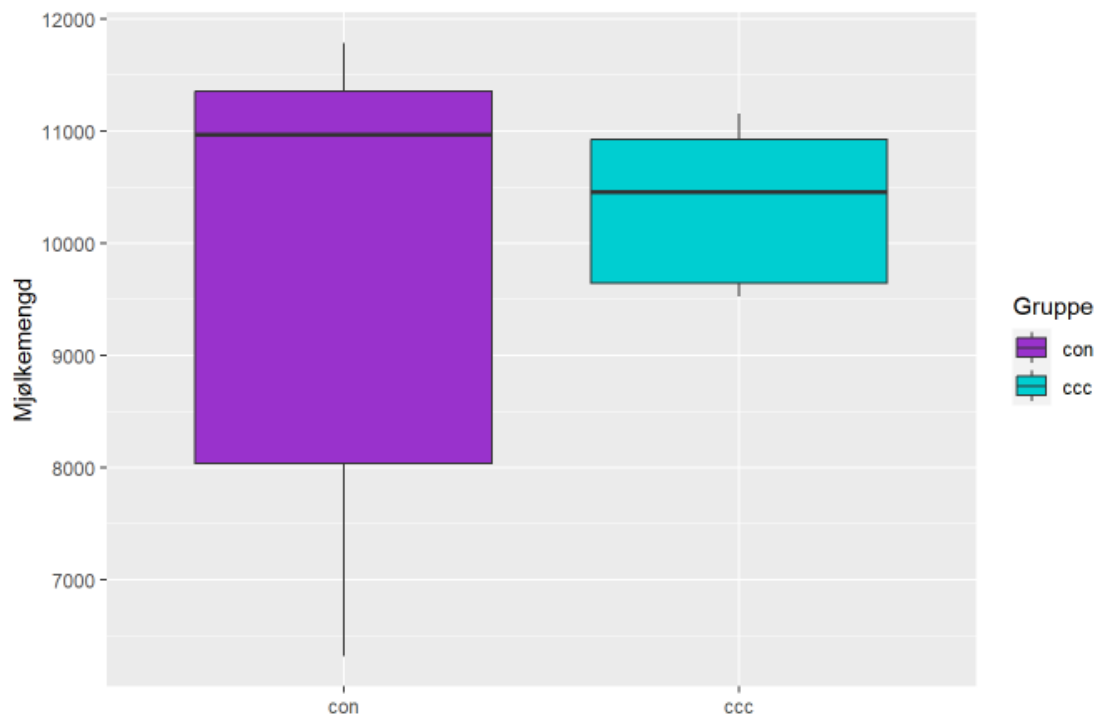
4.2.1Mjølkkemengd for faktiske 305d laktasjonar

Tabell 4. Gjennomsnittleg mjølkkemengd i liter, standardavvik, min og max verdier for total mjølkkemengd per ku i dei to gruppene. Tabellen har berre med data for dyra som hadde data på fullstendig 305 d laktasjon (n=13). CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d (127±7). CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølkk/dag med gradvis avvenning fram til d 56.

Gruppe	Gjennomsnitt total mjølkk(L)	SD	Min	Max
CON	9691,55	2392,57	6319,88	11784,45
CCC	10346,63	659,27	9524,44	11154,03

Tabell 4 visar gjennomsnittleg mjølkkemengd, standardavvik, min og max verdier for total mjølkkemengd per ku i dei to gruppene, der me hadde full 305 d laktasjon. Det vart 5 dyr for con-gruppa og 6 dyr for CCC-gruppa, 13 dyr totalt. CON-gruppa hadde lågare gjennomsnitt for total mjølkkemengd enn CCC-gruppa, men variasjonen innan gruppa var større for CON-gruppa.

Figur 6 visar eit boksplott av mjølkemengd i liter per laktasjon per gruppe. I denne figuren er det henta ut dei 13 dyra me hadde med fullstendig 305 dagars laktasjon. Plottet visar spreinga i mjølkeyting for dei to gruppene. Linja visar medianen for den respektive gruppa, og boksen visar nedre til øvre kvartil, der mesteparten av observasjonane ligg innanfor. Whiskerane, eller halane, over og under boksen visar dei ytterste data som er registrerte. Medianen for CON-gruppa ligg høgare enn hjå CCC. Con har også ein lengre boks og lengre halar enn CCC.



Figur 6. Boksplottet visar mjølkemengd og spreinga i total mjølkemengd i liter per laktasjon for gruppe CCC og CON. Boksane visar spreinga av observasjonane i kvar gruppe, og linja i kvar boks visar medianen. Figuren har berre med data for dyra som hadde data på fullstendig 305 d laktasjon ($n=13$). CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d (127 ± 7). CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56.

4.2.2 Forskjellar i mjølkemengd mellom gruppene

Tabell 5. Gjennomsnittleg dagleg mjølkemengd i liter per dag for kvar rase i kvar gruppe, med standard error for kvar kombinasjon. Tabellen visar også p-verdi for forskjell mellom gruppene, rasane og mellom gruppe og rase. CCC=kalvar gått med mor fram til fullstendig avvenning ved d 127. CON=kontrollkalvar, fått 8L mjølk/dag med gradvis avvenning fram til d 56. SH=Svensk Holstein, SRB=Svensk röd og vid bodskap, og er dei to mjølkerasane som er bruka i forsøket.

	CCC		CON		p-verdi		
	SH	SRB	SH	SRB	Gruppe	Rase	Gruppe*rase
Melk/dag	29,9	29,7	27,4	29,7	0,0073	0,0227	0,0085
	±0,49	±0,32	±0,50	±0,32			

Tabell 5 visar dagleg mjølkemengd per gruppe, rase og rase innan kvar gruppe. Tabellen visar at rasane mjølkar omtrent det same i kvar gruppe, utan om SH i CON-gruppa som skil seg ut, og mjølkar mindre i denne gruppa. Srb derimot har same dagsavdrått i begge gruppene. Standard feilen er tilsvare lik hjå begge rasar i begge grupper, men er høgare hjå SH enn SRB i begge grupper. Samla produserte CCC-gruppa i snitt 29,8 L/d/dyr, medan CON-gruppa produserte i snitt 28,5 L/d/dyr, som dermed gav signifikant forskjell mellom gruppene ($p=0,0073$), der CCC hadde høgare produksjon. Det var ingen forskjell mellom rasane i CCC-gruppa ($p=0,9858$), men i CON-gruppa produserte SRB meir enn SH ($p=0,006$), som dermed også gav signifikant forskjell mellom rasane ($p=0,0227$).

5. Diskusjon

Målet med denne oppgåva var å sjå på kor vidt kalvar som går med mor når dei er små produsera seinare når dei sjølv skal bli mjølkekyr sett i høve til kalvar i konvensjonell drift som vert tekne frå mor straks etter fødsel. At ku og kalv skal gå saman har vorte eit svært aktuelt tema dei siste åra. Lausdriftskravet kjem i 2034, og mange lurar på kva det neste kravet blir. Det norske landbruket må vere berekraftig og økonomisk skal me klare å ha høg nok sjølvforsyning til befolkninga vår, og det er difor interessant å sjå om det å ha ku og kalv saman faktisk kan vere berekraftig og gje gevinstar for både bonde, forbrukar og dyr. Det er sett på både dyrevelferdsmessige og produksjonsmessige aspekt rundt det å la ku og kalv få gå saman i dieperioden. I denne oppgåva har det blitt sett på dei produksjonsmessige aspekta.

Dette vart sett på gjennom eit forsøk utført av Sveriges landbruksuniversitet. Oppgåva tok føre seg to aspekt; (1) Korleis tilvekst-kurven hjå kalvar og seinare kviger som har gått med mor ser ut frå dei er fødte fram til omtrent 17 månadar. (2) Korleis mjølke-responsen hjå kalvar som har gått med mor ser ut når dei kalvar og kjem i laktasjon sjølve. Det var forventat at kalvane som har gått med mor (CCC-gruppa) skulle ha høgare tilvekst, spesielt i dieperioden, og mjølke betre i fyrste laktasjon. Tilveksten var tilnærma lik i dei to gruppene, men det var signifikant forskjell i mjølkemengd, då CCC hadde høgare gjennomsnittleg mengd. Det som utgjorde forskjellen var SH i CON-gruppa som mjølka mindre enn alle andre kombinasjonar, og det ser ut til at effekten av CCC på ytelse er avhengig av rase.

5.1. Ku-kalv-kontakt

I mjølkeproduksjonar i Noreg er det vanleg å avvende kalvar frå mjølk ved omtrent 8 vekers alder, i økologisk produksjon er det et krav på minimum 3 månadar med naturleg mjølk før avvenning (Mattilsynet, 2024). Det er mykje tidlegare enn det som er vanleg hjå mange ammeku-produsentar i Noreg i dag, og det er også mykje tidlegare enn det som er naturleg, som har vist seg å vere ved omtrent 8 månadar (Reinhardt & Reinhardt, 1981). Grunnen til at dei fleste veljer å få kalvane over på kraftfôr og grovfôr tidleg er for å kunne selje så mykje mjølk som mogleg, då det gir meir inntekt enn å føre det til kalvane. Ein kalv med fri tilgang drikk gjerne mellom 9 og 16L mjølk/dag (Arens et al., 2023; Appleby et al., 2001; Bertelsen og Jensen, 2023; Jasper og Wary, 2002; Miller-Cushon et al., 2013). Dersom ein faktisk får igjen for den mjølka som går med til kalven i form av kjøtt eller mjølk, kalvane held seg like friske eller friskare og det er enkelt for røktar å drive med, kan det vere ei god løysing å la kalven få gå med mor under dieperioden.

5.2. Tilvekst

5.2.1 Tilvekst i gruppene

God tilvekst hjå kalven er viktig for å kunne få kalven raskt i produksjon. Ei kvige som må bli føra lengre før ho blir inseminert enn andre kviger ved same alder kan vere økonomisk ugunstig då ho kan ete mykje fôr i denne perioden og tek opp plass i fjøset. Slik som Sommerseth (2018) fann i sin doktograd, kan det å senke innkalvingsalder frå 26 til 22 månadar, potensielt auke profitten med mellom 11-36%. Målet er at ei kvige skal kunne utnytte dei fôrkostnadane du legg ned i ho så godt som mogleg, og slik Kertz et al., (1998) fann vil kalven utnytte fôret betre dei fyrste månadane av livet, og det vil derfor vere gunstig å få god tilvekst så tidleg som mogleg. Mjølkk vil vere ei svært viktig kjelde til energirikt fôr i ung alder, men formagane skal også utviklast slik at drøvtyggjaren er klar til å utnytte grovfôr og kraftfôr når det er slutt på mjølkefôringsfasen (Flatt et al., 1958; Roy, 1980; Tamate et al., 1962). Det bør derfor brukast ei balanse mellom mjølk og fôr med struktur i frå ung alder.

God tilvekst hjå kalven er for mange ein viktig grunn til å la ku og kalv gå saman, då fleire opplever at dei veks godt dei fyrste vekene, noko fleire forsøk også visar (Dennis et al., 2018; Costigan et al., 2022; Rosenberg et al., 2017; Roth et al., 2009). Samtidig visar dei same, og andre studiar at tilveksten kan vere god før avvenning, men nokre månadar etter avvenning ser ein ikkje den fordelene lengre (Jasper og Wary, 2002; Roth et al., 2009; Suarez-Mena et al., 2021;). Dette samsvara berre delvis med dette forsøket.

Me fann ikkje nokon signifikante forskjellar i tilvekst mellom dei som fekk die fritt av mor og dei som fekk maksimalt 9L/dag etter avvenning, men me fann heller ikkje nokon forskjellar før avvenning. Forsøka eg har visa til der kalvane har vakse betre før avvenning enn etter, er det ikkje vist at det er det å gå med mor som er grunnen til god tilvekst, men heller å kunne drikke mjølk etter appetitt. I dei forsøka har det også vore mykje større skilnad i mjølketilgjeving hjå gruppene. Kontrollkalvane har som regel fått under 8 L/dag og forsøksgruppa har fått fri tilgang. Forsøk eg har vist til tidlegare har og visa at kalvar drikk mellom 9 og 16 L/dag ved fri tilgang. Det kan dermed vere at det ikkje nødvendigvis er CCC-kalvane som har hatt mindre tilvekst, men CON-kalvane som har hatt betre tilvekst enn i andre liknande forsøk. Begge gruppene har også hatt rett rundt eller høgare tilvekst per dag enn dei 900 g/dag anbefala frå Tine (Overrein et al., 2021).

I vekstkurven kan me likevel sjå litt forskjellar og svingingar. Det kan sjå ut til at CON-gruppa får ein stor knekk i tilveksten i omtrent september 2021. Grunnen er nok berre ei enkeltmåling av ein kalv, og er ein uteliggjar som ikkje er representabel. Fram til 130 dagar kan det i grafen sjå ut til at CCC-kalvane har ein noko høgare tilvekst enn CON-kalvane, men det er ingen signifikante forskjellar mellom gruppene. Resultata viser og at det er mindre svingingar i CON-gruppa ved avvenning, dette kan vere grunna i at kalvane allereie er vandt til å ete anna fôr enn mjølk, slik andre studiar har visa (Appleby et al., 2001; Jasper og Weary, 2002; Ronsenerger et al., 2017), noko som stimulerer til utvikling av formagane (Flatt et al., 1959; Roy, 1979; Tamate et al., 1962). Samtidig har CON-gruppa hatt avvenning ved fleire datoar, noko som kan gjere at kurva blir jamna noko ut då det vil seie at ikkje alle blir avvendt samtidig og dermed flatar ut i tilvekst til ulike tider. CCC-gruppa har større svingingar i kurva ved avvenning, ein ser tydeleg at dagane etter avvenning synk kurven kraftig, men dei hentar seg godt inn igjen etter nokre dagar.

Fröberg et al., (2008) fann at kalvane som fekk die fritt i 30min to timar etter mjølking 2 gonger per dag hadde større individuelle forskjellar enn kalvar som vart bøttefora. Det samsvarar med dette forsøket då ein også her ser større individuelle forskjellar blant CCC enn CON-gruppa. Dette kan kome av at kalvar har ulik kroppsvekt ved fødsel og ulik matlyst. Det kan føre til at kalvane som er store ved fødsel og har god appetitt har større moglegheit til å drikke og vakse meir enn kalvar ved same vekt og appetitt, men som har restriksjonar for mjølk tildelt.

5.2.2. Tilvekst og mjølketilgjeving

Sjølv om CCC ikkje har høgare tilvekst enn CON-gruppa, reknar me likevel med at kalvane har drukke meir mjølk enn CON-gruppa, og spørsmålet er då kor denne næringa i frå mjølka har hamna hen. Ein finn lite kjelder på overføring av kalv, og dei fleste kjelder visar heller til at ein må gje kalven meir mjølk enn det som har vore vanleg for god tilvekst. Det er altså sjeldan eit problem at kalven får for mykje næring, og ein kan lure på om det skjer det same som ved vaksne storfe ved for høgt fôropptak. Ved auka fôropptak vil inntakshastigheita gå opp, meir fôr vil gå gjennom kua på kortare tid og mindre av dette vil faktisk bli utnytta. Det fører til at overflødige næringsstoff blir skilt ut gjennom feces (Kristensen og Ingvarsen, 2003), og dette er sjølvsagt svært lite økonomisk gunstig. Mjølk er svært fordøyeleg (Navenes og Shaw, 1993) og det skal dermed mykje til for at det ikkje blir tatt opp hjå kalven. Ein kan derfor lure på om det er andre faktorar som spelar inn.

Forsøk har visa at dyr i lausdrift har eit høgare fôrforbruk enn dyr som står på bås (Ingvartsen og Andersen, 1993; Mogensen et al., 1997). Me har ikkje måla på kalvebingane CON-gruppa har hatt, men CCC-kalvane har antakeleg hatt ein større plass då dei har gått i både kalvegøyme og blant liggebåsanane til mødrene. Det kan tenkjast at kalvane dermed har bevega seg meir og dermed bruka meir energi. I fjøs som har eigne kalve-avdelingar er det ofte varmare hjå kalvane enn hjå mjølkekua, og kalven blir ikkje plassert i trekken. Nokre studiar visar at ved låge temperaturar kan kalvar ha mindre tilvekst (Scott et al., 1993), medan andre har funne at det ikkje ser ut til å påverke kalven særleg mykje (Webster et al., 1976). Me har ikkje temperaturen i dei ulike avdelingane, men det er vanskeleg å tru at det har vore veldig kaldt hjå CCC-kalvane, og ein kan dermed ikkje tru at det kan gje så store utslag. Fleire av desse faktorane samla kan nok gjere ein forskjell, og føre til noko mindre vekst hjå CCC-kalvane enn forventa, men sidan dei aller fleste forsøka visar til betydeleg betre vekst før avvenning, er det vanskeleg å forklare kvifor dette ikkje er tilfelle i dette forsøket.

Ved den anbefala tilveksten på 900 g/dag (Overrein et al., 2021), må ein gje 11 liter heilmjøl, eller 9 liter mjølkeerstatning av høg energi. Kontrollkalvane i dette forsøket fekk 9 liter mjøl per dag på det meste. Sjølv om den norske næringa anbefala minimum 8 liter per dag (Felleskjøpet, 2022; Tine, 2021), er det fleire som nå gir kalven meir enn det, men og mange som gir mindre enn dette. Johnsen et al., (2021) fann at i snitt gav den norske bonden 7 l/dag til kalvar ved 3 vekers alder, men det varierte frå 2-15l/dag. Det kan vere vanskeleg å vite om kontrollkalvane og ku-kalv-kontakt-kalvane faktisk kan representere produksjonar i Noreg i dag, då det er mange som ikkje gir meir enn 7 L/dag, men heller ikkje mange mjølkeprodusentar som lar kalvar gå så lenge som opp til 4 månadar saman med mor. Ein har god oversikt over kor mykje mjøl kvar kalv drikk ved bøttefôring, og ein kan dermed oppdage raskt om ein kalv ikkje har appetitt ein dag. Sidan me ser store individuelle forskjellar innan CCC-gruppa kan ei alternativ løysing vere fri tilgang til mjøl for kalvar i fôringsautomatar. Det ser dermed ut til at Godt management med nok mjøl til kalven og ein gradvis avvenning kan dermed vere med å gi god tilvekst hjå kalven og god mjølkeyting i 1. laktasjon.

Mjølkebønder er avhengige av å få levert mjøl til meieri for stabile inntekter. Kalvar som drikk meir, men likevel ikkje veks meir, vil vere svært lite økonomisk for produksjonen. Tidlegare studiar har vist at god tilvekst til eit visst nivå førar til meir mjølkeproduksjon i 1. laktasjon. Mange kyr blir utrangerte etter kvart, og det kan derfor vere gunstig å satse på

fyrstegangskalvarar. Samtidig er det lite berekraftig og økonomisk i det lange løp å ikkje klare å ha kyr lengre grunna kostnaden ved å føre opp dyra i to år før dei kan starte å produsere mjølk eller gi inntekter i form av kjøtt. Samtidig dersom det at kalven går med mor kan føre til at den fungera betre i eit mjølkesystem, slik at han ligg meir, går fleire gonger i roboten, er roleg blant andre dyr og menneske, kan det likevel vere ei økonomisk gunnstig og praktisk løysing for bonden å la ku og kalv få gå saman.

Sidan Ig innhaldet i råmjølka synk raskt etter kalving (Kruse, 1970, Logan et al., 1981, Stott et al., 1981.) og kalvar som har fått for lite råmjølk veks dårlegare og har meir diare (Sjaastad et al., 2016), vil det vere viktig å vite at kalven får i seg tilstrekkeleg av dette dei fyrste timane. Det vil ikkje vere like lett å følgje med på kor mykje mjølk kalvane som går med mor får, og halparten av kalvane i CCC-gruppa har derfor fått 2-3 L råmjølk på flaske, resten har berre fått det dei har dia sjølve. Dette har me ikkje sett på i denne oppgåva, men ein kan tenkje at dette kan vere med og påverke til ein betre start for kalvane, og kan dermed hatt påverknad på resultatata. Ei løysing for å sikre ein god start kan vere å alltid tilby alle kalvar som også går med mor, råmjølk det fyrste døgnet for sikker dekning av næringsstoff og oppbygging av immunitet.

5.3. Avvenning

Hjå CCC-kalvane vart det nytta to avvenningsmetodar, ved begge metodane vart kalvane tekne brått bort frå tilgangen til mjølk. Sweeney et al. (2010) fann at avvenning over 10 dagar gav best resultat for tilvekst, samanlikna med 4 og 22d ved avvenningsstart ved d 42. I dette forsøket vart CCC-kalvane i snitt 113(±7) dagar ved avvenningsstart, altså mykje eldre enn i forsøket til Sweeney et al. (2010) og dei fleste andre studiane som går på avvenning. Ved så sein avvenning som i dette forsøket kunne ein tru at avvenninga ikkje gav ein like stor nedgang i tilvekst då kalvane bør vere godt vandt til å ta til seg næring frå også andre kjelder enn mjølka, som grovfôr og kraftfôr. Costigan et al. (2022) fann at kalvar som vart avvende ved 12 veker hadde høgare kroppsvekt ved avvenning enn kalvar som vart avvende ved 8 veker. Samtidig kunne dei ikkje sjå forskjellar mellom dei to gruppene ved 9 månadar, slik me heller ikkje kan i dette forsøket. I dette forsøket har kalvane vorte avvende ved veldig forskjellige aldrar, og ein kan tenkje at kalvar som får tilgang til mjølk som er svært

næringsrik og fordøyeleg over ei så lang periode burde ha vist ein mykje høgare tilvekst enn CON-gruppa.

Det kan vere vanskeleg å skilje ku og kalv samtidig som du skal få ein jamn og gradvis overgang til å kunn ete fast føde. I dette forsøket vart det derfor bruka avvenningsmetodar som gav dei rom for kontakt, men noko redusert. Bertelsen og Jensen (2003) fann at ein slik metode, der dyra kan sjå, lukte og høyre kvarandre gav ein betre respons på avvenning. Dette bør derfor vere ei god løysing for avvenning av ku og kalv. Samtidig var overgangen frå full tilgang på mjølk til ingen tilgang på mjølk brå, og det kan vere vanskeleg å få ein gradvis avvenning av mjølk i eit slikt system. Eit alternativ kan vere å la dei få gå saman til nokre tider av døgnet, for så å skilje dei igjen, og slik minske kontakten, og då moglegheita for å drikke mjølk, litt for kvar dag. Dette kan fungere greitt, men kan og vere tidkrevjande og ein bør vere obs på at det kan vere risikabelt å gå mellom ku og kalv. I same forsøk fann Bertelsen og Jensen (2003) at kontrollkalvane hadde betre tilvekst ei veke etter avvenning, enn kalvane som hadde gått halve eller heile dagen med mor fram til avvenning. Kalvane som hadde gått halve dagen med mor hadde betre tilvekst etter avvenning enn kalvane som hadde gått heile dagen med mor i dieperioden.

5.4.Mjølkeyting

I forkant av forsøket var det forventat at CCC-kalvane skulle mjølke meir, grunna høgare tilvekst heilt i frå starten, slik andre forsøk har vist (Han et al., 2021; Krpálková et al., 2014; Serjrsen & Foldager, 2003; Storlie, 2015), og høg vekt ved kalving har gitt god mjølkemengd i 1. laktasjon (Han et al., 2021; Serjrsen & Foldager, 2003; Storlie, 2015). Det vart funne svært signifikante resultat ($p=0,0073$) for at CCC-gruppa (29,8 l/dag) mjølkar betre enn CON-gruppa (28,5 l/dag).

I boksplottet for dyra som har ein faktisk fullført laktasjon på 305 dagar ser me at boksen er større, og det er dermed større sprik frå nedre til øvre kvartil for CON-gruppa. Medianen ligg også høgare for CON enn CCC, og nærare øvre kvartil i CON-boksen enn hjå CCC. Det visar at det er ei skeivfordeling i data hjå CON-gruppa, og det er fleire dyr som ligg over CCC-gruppa i mjølkemengd, men det er nokon som dreg snittet deira ned, slik at CON får ei lågare snittyting enn CCC. Hjå CON-gruppa variera total mjølkemengd per dyr frå omtrent 8000L/laktasjon til nesten 11500 L/laktasjon. Hjå CCC-gruppa variera det mindre, frå omtrent

9500 L/laktasjon til nesten 11000 L/laktasjon. Medianen for CON-gruppa ligg høgare enn for CCC-gruppa. Statestatikken køyrt i SAS med predikert dagleg mjølkemengd for alle ufullstendige laktasjonar visar også dette, at snittet er høgare hjå CCC enn CON. I ei gruppe med så få dyr som dette (n=37, n=11 for 305d laktasjon), vil derfor uteliggjarar og ekstremverdiar kunne trekke gruppa opp eller ned.

Svensk Holstein (SH) mjølkar i snitt 1 679 liter meir per laktasjon betre enn Svensk Röd och vit bodskap (SRB) i Sverige i følge husdyrstatestatikken (Växa, 2024). Dette samsvarar ikkje med dette forsøket då SRB mjølka totalt sett betre, og det hadde derfor vore interessant å sjå kva snittet for mjølkemengd var for alle SH og SRB i same besetning i same periode.

Resultata visar at gruppene er ganske like i mjølkemengd (CCC-SH: 29,9, CCC-SRB: 29,7, CON-SH: 27,4, CON-SRB: 29,7). Me ser dermed at det eigentleg berre er CON-SH-gruppa som skil seg ut. I CCC-gruppa mjølkar SH faktisk noko betre enn SRB, og det kan tyde på at det er eit samspel mellom gruppe og rase.

Resultata visar tydeleg at det er signifikant forskjell ($p=0,01$) i mjølkemengd hjå SH mellom CCC og CON. SH har eit gjennomsnitt på 29,9 l/dag i CCC gruppa, og 27,4 l/dag i CON-gruppa. Hjå SRB finn me ikkje ein signifikant forskjell mellom gruppene, då dei mjølkar 29,7 l/dag i snitt i kvar gruppe. Av dei to kalvane som vart tekne ut av CCC-gruppa i forsøksperioden var det ein av kvar rase, og det var dermed berre 3 dyr av rasen SH i CCC-gruppa, medan det var 9 dyr av rasen SRB, som gir 25% SH. I CON-gruppa var det 4 dyr av rasen SH medan det var 8 dyr av rasen SRB, som gir 33,3% SH. Med så få dyr av kvar rase vil eit dyr kunne trekke heile gruppa mykje opp eller ned, og gje eit feil bilete av populasjonen. Det bør absolutt vere fleire dyr av kvar rase i kvar gruppe for å seie at det faktisk er eit samspel mellom rase og gruppe.

Det er dermed stor overvekt av SRB i dette forsøke og sidan kyr som var med i dette forsøket vart tekne fortløpande ettersom dei kalva, kan det tyde på at det er ein større del av SRB også totalt i denne besetninga. SRB og SH er to ulike rasar. Dersom ein har same rase i same besetning, i same oppstalling med same fôringsregime kan nok dette ha noko å seie for dyras produksjon. SRB er avla for både kjøtt og mjølk, medan SH er avla hovudsakleg for mjølk, og SRB er dermed ein litt kraftigare rase enn SH. I storfe-flokkar fylgjar dei hierarki, og Sołtysiak og Nogalski (2010) fann at dyr med høgare rang hadde høgare mjølkeyting. Mjølkproduksjon kan dermed bli påverka av stress eller å ikkje få tilgang til det beste fôret. I og med at det var ein større del SH i CON-gruppa kan dette ha større påverknad i denne gruppa. Samtidig kan det tenkast at kalvane som har gått med mor har lært av denne

dynamikken kontra kalvane som ikkje har blitt «oppdratt» av mor. Kan det hende at dyra blir meir rolege rundt andre dyr, ligg meir, er meir vandt til ein mjølkerobot og vil derfor gå oftare i denne? Det er forska lite på, men i pilotprosjektet til Johanssen et al. (2024) fann at kalvar som gjekk på beite med mor låg meir og beita mindre enn kalvar utan mor på beite. Johanssen et al. (2024) konkluderte likevel med at det trengs meir forskning på området.

5.5. Feilkjelder

Dette forsøket er basert på 34 kvigekalvar. Sidan det allereie i forsøksperioden vart tekne ut to kalvar frå CCC-gruppa var det berre 32 kalvar å fylgje med på. Det var heller ikkje alle dyra ein fekk ein heil laktasjon på. Dette er ein gard i drift, som vil tenkje som ein bonde og rangere ut dei dyra som ikkje passar i produksjonen, ikkje mjølkar godt nok, får problemar med mastitt eller lignande. Til dømes har eit dyr frå CCC-gruppa vorte utrangert grunna for låg mjølkemengd, noko som kunne gitt store utslag i ei gruppe med så få observasjonar. For å kompensere for dette burde n vore mykje større slik at ein kunne få fleire fulle laktasjonar.

Å ha to forskjellige rasar, men med ulikt tal kan sjå ut til å gje eit usikkert moment. Slik som det her er mogleg at prosentdelen av SH har mykje å seie for resultatet. Igjen burde n vore større, eller at ein heller hadde berre bruka ein rase.

Han et al., (2021) fann at kviger som var større ved fyrste kalving mjølka betre i fyrste laktasjon, men tapte mykje kroppsvekt i fyrste laktasjon, og mjølka ikkje betre enn dei lettare kvigene i det lange løpet. For å få eit sikrere resultat burde registreringane gått over fleire år.

Midt i alt dette er bonden den viktigaste brikka. Forbrukarar kan ynskje seg mykje, men det er til sjuande og sist røktaren som må gjennomføre dette og får kjent det nært på kroppen. Å gå mellom ku og kalv kan vere risikabelt. Det kan bli mykje vokalisering når kalven må skiljast frå kua og det kan vere vanskeleg å fylgje godt med på kalven undervegs for vekst, sjukdommar og liknande. Samtidig kan det vere stor trivsel, god tilvekst og friske kalvar når dei går i eit slikt system. Hansen et al., (2023) peikte og på at det er for lite undersøking på korleis bonden opplever ku-kalv samvær og kva bønder flest ynsker seg for eiga drift. Eg vil derfor seie at det er viktig å også ta omsyn til bonden når ein vurderer om slike system og råd kan vere berekraftige.

6. Konklusjon:

Dette forsøket kan ikkje påvise at det er meir økonomisk og berekraftig å la ku og kalv gå saman i dieperioden sett i frå eit produksjonsperspektiv. I dette forsøket var det ikkje forskjell i tilvekst mellom gruppa med kalvar som har gått med mor i 127 dagar (CCC) mot kontrollkalvar (CON) som har fått 9L/dag med gradvis avvenning ved dag 56. Samla sett hadde CCC-gruppa høgare mjølkeyting, men det var berre SH i CON-gruppa som skilde seg ut med lågare yting, forsøket viste dermed at det ikkje er ein effekt av gruppe, men eit samspel mellom gruppe og rase. Sidan CCC-kyr drakk meir mjølk som kalvar, men ikkje har produsert meir mjølk i 1. laktasjon kan me ikkje slå fast at dette er verken meir berekraftig eller lønsamt. Korleis mjølkeproduksjonen utviklar seg burde vore sett på over fleire år, tal dyr med i forsøket burde vore større og oppgåva konkludera dermed med at det trengs meir forskning rundt temaet.

7. Litteraturlista

- Accorsi, P., Pacioni, B., Pezzi, C., Forni, M., Flint, D. & Seren, E. (2002). Role of prolactin, growth hormone and insulin-like growth factor 1 in mammary gland involution in the dairy cow. *Journal of dairy science*, 85(3), 507-513.
- 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.
- Arens, S. C., Sharpe, K. T., Schutz, M. M. & Heins, B. J. (2023). Response to ad libitum milk allowance by crossbred dairy and dairy–beef calves in an automated feeding system. *Translational Animal Science*, 7(1), txad063.
- Barth, K. (2020). Effects of suckling on milk yield and milk composition of dairy cows in cow–calf contact systems. *Journal of Dairy Research*, 87(S1), 133-137.
- Berge, C. & Langseth, E. (2022). *Animal Welfare and Economics in the Dairy Industry: Is cow-calf contact the future of Norwegian milk production?*
- Bertelsen, M. & Jensen, M. B. (2023). Comparing weaning methods in dairy calves with different dam contact levels. *Journal of dairy science*, 106(12), 9598-9612.
- Churakov, M., Eriksson, H. K., Agenäs, S. & Ferneborg, S. (2023). Proposed methods for estimating loss of saleable milk in a cow-calf contact system with automatic milking. *Journal of dairy science*.
- Costigan, H., Delaby, L., Walsh, S., Fitzgerald, R. & Kennedy, E. (2022). The effect of weaning age and post-weaning feeding regime on growth and fertility of pasture-based Holstein-Friesian and Jersey dairy heifers. *Livestock Science*, 256, 104812.
- Dennis, T., Suarez-Mena, F., Hill, T., Quigley, J., Schlotterbeck, R., Klopp, R., Lascano, G. & Hulbert, L. (2018). Effects of gradual and later weaning ages when feeding high milk replacer rates on growth, textured starter digestibility, and behavior in Holstein calves from 0 to 4 months of age. *Journal of dairy science*, 101(11), 9863-9875.
- 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.
- Eriksson, H., Fall, N., Ivemeyer, S., Knierim, U., Simantke, C., Fuerst-Waltl, B., Winckler, C., Weissensteiner, R., Pomiès, D. & Martin, B. (2022). Strategies for keeping dairy cows and calves together—a cross-sectional survey study. *animal*, 16(9), 100624.
- Felleskjøpet. (2022). *En god start for kalven*. <https://www.felleskjopet.no/alle-artikler/alle-artikler-fra-samvirke/en-god-start-for-kalven/>
- 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.
- Flower, F. C. & Weary, D. M. (2001). Effects of early separation on the dairy cow and calf:: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behaviour Science*, 70(4), 275-284.
- Fogh. (2002). I kapittel 3; Betydning av foderniveau og kælvingssalder for kviers ydelseskapaet, i boka Kvægets ernæring og fysiologi. 41.
- Foldager, J., Sejersen, K. & Larsen, J. (1978). Effect of feeding intensity during the growth period of heifers on mammary development and first-lactation milk yield.
- Fröberg, S., Gratte, E., Svennersten-Sjaunja, K., Olsson, I., Berg, C., Orihuela, A., Galina, C., García, B. & Lidfors, L. (2008). Effect of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 113(1-3), 1-14.
- Gjefsen, T. (2007). *Fôringslære* (3. utg. utg.). Tun.
- Habel, R. (1975). Ruminant digestive system. *Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals*, 1, 861-915.
- Han, L., Heinrichs, A., De Vries, A. & Dechow, C. (2021). Relationship of body weight at first calving with milk yield and herd life. *Journal of dairy science*, 104(1), 397-404.
- 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.

- Hanssen, H. (2020). Hvordan påvirkes melkeytelsen i AMS de første 100 dagene av laktasjonen når kalven dier kua?
- Hermansen, J., Nielsen, J., Larsen, L. & Sejrsen, K. (2003). Mælkens sammensætning og kvalitet. I K. Sejrsen (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi* (s. 341-370). Danmarks JorbruksForskning.
- Ingvartsen, K. L. & Andersen, H. R. (1993). Space allowance and type of housing for growing cattle: A review of performance and possible relation to neuroendocrine function. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*, 43(2), 65-80.
- Jasper, J. & Weary, D. (2002). Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *Journal of dairy science*, 85(11), 3054-3058.
- Johanssen, J. R. E., Johnsen, J. F., Sørheim, K. & Bøe, K. E. (2024). A pilot study of the behavior of dairy calves with or without their dams on pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 106211.
- 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., Ellingsen, K., Grøndahl, A. M., Bøe, K. E., Lidfors, L. & Mejdell, C. M. (2015). The effect of physical contact between dairy cows and calves during separation on their post-separation behavioural response. *Applied Animal Behaviour Science*, 166, 11-19.
- Johnsen, J. F., Holmøy, I. H., Nødtvedt, A. & Mejdell, C. M. (2021). A survey of pre-weaning calf management in Norwegian dairy herds. *Acta veterinaria scandinavica*, 63(1), 20.
- Johnsen, J. F., Mejdell, C. M., Beaver, A., de Passillé, A. M., Rushen, J. & Weary, D. M. (2018). Behavioural responses to cow-calf separation: the effect of nutritional dependence. *Applied Animal Behaviour Science*, 201, 1-6.
- Kertz, A., Barton, B. & Reutzel, L. (1998). Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *Journal of dairy science*, 81(5), 1479-1482.
- Kertz, A., Prewitt, L. & Everett Jr, J. (1979). An early weaning calf program: Summarization and review. *Journal of dairy science*, 62(11), 1835-1843.
- 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.
- Kristensen, V. & Ingvartsen, K. (2003). Forudsigelse af foderoptagelsen hos malkekøer og ungdyr. I T. Hvelplund & P. Nørgaard (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 1 - Næringsstoffomsætning og fodervurdering*. Danmarks JordbruksForskning.
- Krpálková, L., Cabrera, V., Vacek, M., Štípková, M., Stádník, L. & Crump, P. (2014). Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *Journal of dairy science*, 97(5), 3017-3027.
- Kruse, V. (1970). Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. *Animal Science*, 12(4), 619-626.
- Kvam, G. T. & Logstein, B. (2023). Holdninger til økt samvær mellom ku og kalv blant norske forbrukere og meieri-og dagligvareaktører. *Rapport (Ruralis)(ISSN 2704-0208)*.
- lantbruksuniversitet, S. (2024). *About the project*. Henta 15.05 frå <https://www.slu.se/en/faculties/vh/research/forskningsproje kt/not/cow-and-calf-together/about-the-project/>
- Logan, E., Meneely, D. & Lindsay, A. (1981). Colostrum and serum immunoglobulin levels in Jersey cattle. *British Veterinary Journal*, 137(3), 279-282.
- Lyford, S. (1988). Growth and development of the ruminant digestive system. *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 44-63.
- Laache, I. N. (2013). *Effekt av ulike fôringsregimer på vekst og utvikling av skjelettet hos NRF kalv* [Norwegian University of Life Sciences, Ås].
- Mattilsynet. (2024). *Veileder til økologiforskriften*. Mattilsynet. https://mattilsynet-xp7prod.enonic.cloud/_/attachment/inline/30535c98-803b-4c99-a0b5-2e97b4a85030:9636a8138a2b52d5c084f8ba3630c0ed978e3ad9/Veileder%20for%20%C3%B8kologisk%20landbruk.pdf

- Meyer, M., Capuco, A., Ross, D., Lintault, L. & Van Amburgh, M. (2006). Developmental and nutritional regulation of the prepubertal heifer mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. *Journal of dairy science*, 89(11), 4289-4297.
- Miller-Cushon, E., Bergeron, R., Leslie, K. & DeVries, T. (2013). Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. *Journal of dairy science*, 96(1), 551-564.
- Mogensen, L., Nielsen, L. H., Hindhede, J., Sørensen, J. T. & Krohn, C. C. (1997). Effect of space allowance in deep bedding systems on resting behaviour, production, and health of dairy heifers. *Acta Agriculturae Scandinavica A—Animal Sciences*, 47(3), 178-186.
- Mørk, I. (2023). *Effekt av separasjon og alder på diing og kryssdiing i et ku-kalv system* [Norwegian University of Life Sciences].
- Nevens, W. & Shaw, D. (1933). The effect of dairy manufacturing processes upon the nutritive value of milk: II. The apparent digestibility of fresh whole milk and of powdered whole milk. *The Journal of Nutrition*, 6(2), 139-150.
- Overrein, H., Skjold, A. V. & Kischel, S. G. (2021). Godt kalveoppdrett 0-3mnd. I. TINE Rådgivning og Medlemservice. <https://sway.cloud.microsoft/JP1mfwAul4MFX2XI>
- 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.
- Rosenberger, K., Costa, J. H., Neave, H., Von Keyserlingk, M. & Weary, D. (2017). The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *Journal of dairy science*, 100(1), 504-512.
- Roth, B. A., Barth, K., Gygas, L. & Hillmann, E. (2009). Influence of artificial vs. mother-bonded rearing on sucking behaviour, health and weight gain in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 119(3-4), 143-150.
- Roy, J. H. B. (1980). *The calf*.
- Scott, S. L., Christopherson, R. J., Thompson, J. R. & Baracos, V. E. (1993). The effect of a cold environment on protein and energy metabolism in calves. *British Journal of Nutrition*, 69(1), 127-139.
- Sehested, J., Pedersen, R., Strudsholm, F., Foldager, J., Sejrsen, K. & Strudsholm, F. (2003). Spædkalvens fordøjelsesfysiologi og ernæring: Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 2-Fodring og produktion. I *Kvægets ernæring og fysiologi* (s. 9-31).
- Sejrsen, K. & Foldager, J. (2003). Betydning af foderniveau og kælvningsalder for kviers ydelseskapalet. I F. S. Strudsholm, K. (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 2-Fodring og produktion*.
- Sejrsen, K., Huber, J., Tucker, H. & Akers, R. (1982). Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. *Journal of dairy science*, 65(5), 793-800.
- Sirovica, L., Ritter, C., Hendricks, J., Weary, D., Gulati, S. & von Keyserlingk, M. (2022). Public attitude toward and perceptions of dairy cattle welfare in cow-calf management systems differing in type of social and maternal contact. *Journal of dairy science*, 105(4), 3248-3268.
- Skog, H. M., Aune, H. S. & Steinsli, H. E. (2021). Sammenhengen mellom ku-kalv-kontakt og celletall i melk.
- Sottysiak, T. & Nogalski, Z. (2010). The effects of social hierarchy in a dairy cattle herd on milk yield. *Pol. J. Natur. Sc*, 25(1), 22-30.
- Sommerseth, J. K. (2018). Rearing of Norwegian Red replacement heifers: effect of growth rates on lifetime production and profitability.
- Storli, K., Heringstad, B. & Salte, R. (2014). Effect of dams' parity and age on daughters' milk yield in Norwegian Red cows. *Journal of dairy science*, 97(10), 6242-6249.
- Stott, G., Fleenor, W. & Kleese, W. (1981). Colostral immunoglobulin concentration in two fractions of first milking postpartum and five additional milkings. *Journal of dairy science*, 64(3), 459-465.
- Suarez-Mena, F., Dennis, T., Aragona, K., Hill, T., Quigley, J. & Schlotterbeck, R. (2021). Effects of feeding milk replacer at a moderate rate, ad libitum, or with a step-up program on Holstein calf growth performance to 4 months of age. *Journal of dairy science*, 104(7), 7738-7748.

- Sweeney, B., Rushen, J., Weary, D. & De Passillé, A. (2010). Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *Journal of dairy science*, 93(1), 148-152.
- Sørby, J., Holmøy, I. H., Nødtvedt, A. C., Ferneborg, S. & Johnsen, J. F. (2023). Comparing the effects of contact duration on cow and calf performance beyond separation-a prospective cohort study.
- Tamate, H., McGilliard, A., Jacobson, N. & Getty, R. (1962). Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of dairy science*, 45(3), 408-420.
- Tine. (2017). Godt kvigeoppdrett. 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
- Volden, H. & Gjefsen, T. (2018). *Kurs i fôring av drøvtyggere* [Kurshefte for produsenter].
- Von Keyserlingk, M. A. & Weary, D. M. (2007). Maternal behavior in cattle. *Hormones and behavior*, 52(1), 106-113.
- Växa. (2024). *Husdjur statistik*. Växa. <https://vxa.qbank.se/mb/?h=c7a1d64e698d8df91094699ba3ffd110&p=dccda36951e6721097a93eae5c593859&display=feature&s=name&d=desc>
- Walsh, J. (1974). Milk secretion in machine-milked and suckled cows. *Irish journal of agricultural research*, 77-89.
- Webster, A., Gordon, J. & Smith, J. (1976). Energy exchanges of veal calves in relation to body weight, food intake and air temperature. *Animal Science*, 23(1), 35-42.
- Williams, P. & Frost, A. (1992). Feeding the young ruminant. *BSAP Occasional Publication*, 15, 109-118.
- Økologiforskriften. (2022). *Forskrift om økologisk produksjon og merking av økologiske landbruksprodukter, akvakulturprodukter, næringsmidler og fôr m.m.* (17). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2022-06-11-1171>



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway