



Ko och kalv tillsammans

– en studie om kalvhälsa hos mjölkkraskalvar som får gå med sin mamma

*Cow and calf together
– Dairy calf health in a suckler system*

Rebekka Eugénie Bakke

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2021



Ko och kalv tillsammans – en studie om kalvhälsa hos mjölkkraskalvar som får gå med sin mamma

Cow and calf together – Dairy calf health in a suckler system

Rebekka Eugénie Bakke

Handledare: Lotta Berg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Bitr. handledare: Hanna Eriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Examinator: Emma Ternman, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: A2E
Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod: EX0869
Program/utbildning: Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2021
Omslagsbild: Emma Tegler

Nyckelord: kalvhälsa, råmjölk, ko-kalv, sjuklighet, diande, passiv immunitet
Key words: calf health, colostrum, cow-calf, morbidity, suckling, passive immunity

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (PDF-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Studiens syfte var att undersöka hur mjölkkraskalvars hälsa påverkades med avseende på passiv immunitet och sjuklighet, beroende på om de fick dia fritt på sina mödrar och gå i grupp med kor och kalvar (försöksgrupp), eller om kalvarna separerades kort efter födseln, utfodrades manuellt och gick i grupp med 4-5 kalvar (kontrollgrupp). Totalt följdes 20 försökskalvar och 19 kontrollkalvar från födseln till 28 dagars ålder. Kalvhälsan övervakades genom att kalvarnas totalproteinhalt i serum kontrollerades med optisk refraktometer under första levnadsveckan (dag 2-8) samt genom rutinmässiga hälsokontroller av studiens författare två gånger per vecka.

Litteraturen inom ko-kalvhållningens påverkan på kalvars sjuklighet indikerar att kalvarnas hälsa kan påverkas positivt. Att hålla ko och kalv tillsammans har bland annat visats minska risken för diarré. Däremot har skillnader i förekomsten av sjukdomar inte identifierats, men fler studier inom ämnet behövs.

Inga statistiskt signifikanta skillnader mellan grupperna kunde ses vid analys av totalproteinvärdet eller hälsodata i den här studien.

Nyckelord: ko-kalv, diande, passiv immunitet, sjuklighet, kalvhälsa, råmjölk

Abstract

The aim of this study was to investigate how cow-calf rearing affects calf health, focusing on passive immunity and morbidity. In the experimental group, the calves were allowed to suckle their mothers *ad libitum* in a big group with cows and calves. Calves in the control group were separated from their mother shortly after birth and were reared in groups of 4-5 calves where milk was manually delivered. A total of 20 experimental calves and 19 control calves were observed from birth until 28 days of age. Calf health was monitored and by analyzing serum total protein levels with an optical refractometer during the first week of life (day 2-8), and through routine health checks by the author twice a week.

Available literature suggests that cow-calf rearing could have a positive impact on calf health. Keeping cows and calves together has been related to a reduced risk of diarrhea. No differences in the incidence of respiratory diseases have been demonstrated at this point, but more studies on this topic are needed.

No statistically significant differences across the groups were found when analyzing serum total protein levels or the health data in this study.

Keywords: cow-calf, suckling, passive immunity, morbidity, calf health, colostrum

Innehållsförteckning

1. Inledning	9
2. Litteraturoversikt	10
2.1. Dagens svenska mjölkproduktion	10
2.1.1. Kalvars inhysning och skötselrutiner	10
2.2. Djurvälstånd och hälsa	11
2.3. Kalvens normala fysiologi och beteende	12
2.3.1. Kalvens naturliga beteenden	12
2.3.2. Förmagarnas utveckling hos kalven	13
2.4. Separation av ko och kalv	13
2.4.1. Aspekter på tidig separation av ko och kalv	13
2.5. Ko och kalv tillsammans - möjligheter och utmaningar	15
2.6. Råmjölk	17
2.6.1. Mätning av råmjölkskvalitet	18
2.6.2. Mätning av kalvars passiva immunitet	18
2.7. Generell kalvhälsa	19
2.7.1. Sjuklighet	19
2.8. Kalvhälsa hos ko och kalv tillsammans	21
2.8.1. Sjuklighet	21
2.9. Riskfaktorer för ökad sjuklighet hos kalvar	22
2.9.1. Låg passiv immunitet	22
2.9.2. Smittspridning från äldre djur	23
2.9.3. Kalvar i grupp	24
2.9.4. Inköp av djur	25
2.9.5. Antibiotikaanvändning	25
2.10. Övervakning av kalvhälsa	25
3. Material och metoder	27
3.1. Djur och urval	27
3.1.1. Exklusionskriterier och exkluderade djur	28
3.2. Försöksdesign	28
3.2.1. Kontrollgrupp	29
3.2.2. Försöksgrupp	29
3.3. Registreringar och provtagningar	30

3.3.1.	Passiv immunitet.....	30
3.3.2.	Sjuklighet	31
3.4.	Statistisk analys.....	33
3.4.1.	Passiv immunitet.....	33
3.4.2.	Sjuklighet	33
4.	Resultat.....	34
4.1.	Passiv immunitet	34
4.1.1.	Deskriptiva resultat	34
4.1.2.	Hypotestestning	35
4.2.	Sjuklighet	35
4.2.1.	Deskriptiva resultat	35
4.2.2.	Hypotestestning	37
5.	Diskussion.....	39
5.1.	Passiv immunitet	39
5.2.	Sjuklighet	40
5.3.	Konklusion	43
	Referenser.....	44
	Tack	54
	Populärvetenskaplig sammanfattning	55
	Bilaga 1. Calf health scoring chart	57
	Bilaga 2. Protokoll för hälsoundersökningar	58
	Bilaga 3. Översiktlig planlösning för kor och kalvar i försöksgruppen.....	59

1. Inledning

Mjölproduktion där ko och kalv får gå tillsammans har under senaste tiden blivit en allt mer central fråga för konsumenter, lantbrukare och forskare både i Sverige och internationellt (Johnsen *et al.* 2016). I konventionellt lantbruk separeras kalven från kon kort tid efter födseln och hindras därmed från att dia naturligt (Pempek *et al.* 2017; Andersson 2019). Att separera ko och kalv presenterades tidigt med fördelar såsom större volymer säljbar mjölk (Liberg 2001), en bättre kalvhälsa på grund av minskad smittspridning från äldre djur, minskad stress vid separation eftersom inget moder-ungeband hunnit bildas och bättre översikt över hur mycket råmjölk kalven får i sig (Busch *et al.* 2017). Tidig ko-kalvseparation har dock också mötts av kritik då det begränsar kalvars och kors naturliga beteenden. Att låta kalvarna gå kvar med korna ses som mer naturligt, och ger en bättre välfärd och tillväxt hos kalvarna. En nylig genomgång av befintlig forskning visar på flera potentiella hälsofördelar hos kalvarna på både kort och lång sikt (Beaver *et al.* 2019).

En god kalvhälsa spelar en betydande roll för kalvars välfärd och är viktig för att uppnå en ekonomiskt hållbar mjölproduktion (Cho & Yoon 2014). Detta examensarbete är en del av en större studie med målet att undersöka hur ko-kalvhållning påverkar djurens hälsa och produktion. Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur kalvarnas hälsa påverkas beroende på om de har en lång dipperiod (försöksgrupp) eller om kalvarna separerats från kon direkt efter födseln (kontrollgrupp).

Studiens huvudhypotes är att det finns en skillnad i sjukdomsfrekvens och passiv immunitet mellan försöks- och kontrollkalvarna. Underhypoteserna är att försöksgruppen utsätts för ett högre smittryck och oftare blir sjuka än kontrollgruppen, samt att de har en god näringsstatus eftersom de har fri tillgång till att dia och därför kommer att vara sjuka en kortare period än kontrollgruppen. Ytterligare en underhypotes är att de kalvar i försöksgruppen som inte fått råmjölkbolus av personal kommer ha ett lägre totalproteinvärde jämfört med kontrollgruppen, och jämfört med försökskalvar som fått råmjölk av personal.

2. Litteraturöversikt

2.1. Dagens svenska mjölkproduktion

Sverige har idag en självförsörjningsgrad av mejeriprodukter på 70,4 % (Eurostats 2019). Inom EU har svenska mjölkföretag en mjölkproduktion som placerar Sverige på en trettondeplats. De länder inom EU som producerar mest mjölk är Tyskland, Frankrike och Nederländerna, som tillsammans står för ungefär 45 % av totala mjölkproduktionen.

År 2019 fanns 3253 mjölkföretag i Sverige, vilket innebär en minskning på 46 % de senaste tio åren (SCB 2020). Mängden producerad mjölk har dock inte minskat lika kraftigt. Den totala mängden invägd mjölk per år minskade med 8 % under perioden 2008 till 2018. En motsatt trend ses på besättningsnivå, då kvarvarande gårdar ökat i storlek. En genomsnittsbesättning har idag 94 kor, vilket är en ökning på 59 % på 10 år.

Det finns 305 570 mjölkkor i Sverige (2019), vilket är en minskning på 13 % från 2010 och en halvering av antalet mjölkkor från 80-talet (Jordbruksverket, 2020). Svenska mjölkkraskor tillhör den domesticerade arten *Bos taurus* (Bouissou *et al.* 2001). De vanligaste raserna inom svensk mjölkproduktion är Svensk låglandsboskap/holstein (SH) och Svensk röd och vit boskap (SRB). År 2019 låg medelavkastningen i kg energikorrigerad mjölk (ECM) på 9996 kg (Växa 2020), vilket ligger något högre än EU:s genomsnitt på 7280 kg ECM (Eurostats 2019).

2.1.1. Kalvars inhysning och skötselrutiner

I konventionellt lantbruk brukar kalven rutinmässigt skiljas från kon inom timmar efter födseln (Pempek *et al.* 2017), men inom ekologiskt KRAV-certifierat lantbruk måste kalven få gå kvar med kon i minst ett dygn efter födseln (KRAV 2021). Efter separationen är det vanligast att lantbrukare utfodrar kalvarna med manuella mjölk-givor (Liberg 2001), men det finns också system som tillåter ko-kalvkontakt i olika grader även om det är mer ovanligt (Jonsson 2019).

Enligt en mindre enkätstudie som undersökte kalvskötselrutiner hos 75 svenska mjölkgårdar var det vanligast att kalven fick sin första råmjölksgiva framförallt via napphink eller att kalven diade själv direkt från kon, men en mindre andel kalvar fick också råmjölk via sond (Andersson 2019). Majoriteten av kalvarna i studien fick 3–7 liter råmjölk första dygnet, medan 16,5 % diade från mamman. Efter råmjölksperioden var det, enligt denna begränsade enkätstudie, vanligast att kalvarna utfodrades med helmjölk. Att enbart ge pulvermjölk var enligt Andersson *et al.* (2019) ovanligare, men kombinationer med helmjölk förekom.

Idag är det vanligast att hålla kalvar i ensamboxar efter separationen från kon (Marcé *et al.* 2010; Medrano-Galarza *et al.* 2017; Whalin *et al.* 2018). En enkätstudie som inkluderade ett fåtal svenska mjölkbönder (n=75) visade att av de lantbrukare som höll kalvarna i ensamboxar hölls majoriteten av kalvarna inomhus (70 %), en del hölls i ensamboxar utomhus i kalvhyddor (14 %), medan resterande andel (16 %) hölls i övriga inhysningslösningar (Andersson 2019). Kalvar kan också hållas i parboxar med två kalvar (Marcé *et al.* 2010), vilket i en studie visats att inte påverka mjölkintaget eller tillväxten jämfört med kalvar i ensamboxar (Wormsbecher *et al.* 2017). Enkätstudien genomförd av Andersson *et al.* (2019) fann att kalvarna vid 1–3 veckors ålder ofta förflyttas till gruppboxar på ca 4–9 kalvar/box. Enligt studien var det vanligast att 6–7 kalvar vistades tillsammans. Även om kalvarna inte hålls tillsammans med korna, vistas kalvarna på majoriteten av gårdarna (64 %) i samma byggnad som korna (Andersson 2019).

2.2. Djurvälstånd och hälsa

Begreppet djurvälstånd kan definieras som att varje kännande djurs välbefinnande bestäms av dess individuella uppfattning om sin egen fysiska och känslomässiga tillstånd (Webster 2013), och är en term som inte enbart inkluderar våra domesticerade djur utan även vilda djur i naturen, hägnat vilt, samt djur i djurparker. Det har länge funnits ett ökande intresse bland allmänheten för en ökad djurvälstånd, och idag finns ständigt pågående forskningsarbete för att förbättra kvalitén på hur vi håller våra djur (Webster 2016).

I Sverige lyftes behovet av en lag om djurskydd redan på 30-talet, och lagstiftningen har sedan dess omarbetats i flera omgångar. Vikten av att bland annat skydda lantbrukets djur framhövdes på 80-talet då produktionsdjurens hälsa och välfärd ibland ansågs bortprioriteras för andra ekonomiska intressen i lantbruket (Carlsson & Hellström 1988). Grunden till dagens moderna djurskyddslagstiftning stod klar år 1988 (SFS 1988:534), men den nu gällande lagstiftningen är från 2018 (SFS 2018:1192). Dagens grundläggande djurskydds krav innebär att djur ska behandlas väl och skyddas mot onödigt lidande och sjukdom. Vidare ska djur hållas och skötas i en god

djurmiljö och på sådant sätt att det främjar deras hälsa, välfärd och ger dem möjlighet att bete sig naturligt.

Djurens hälsa är nära kopplad till djurvälferden (Litterick & Watson 2003). Djurhälsan kan upprätthållas genom att jobba förebyggande genom en god djurhållning och välfärd, då en dålig djurhållning har kopplats till en ökad sjuklighet och sämre produktion hos lantbruksdjur.

2.3. Kalvens normala fysiologi och beteende

2.3.1. Kalvens naturliga beteenden

En kalv definieras juridiskt som ett nötkreatur som är yngre än 6 månader (SJVFS 2019:18). Efter födseln och under kalvens första levnadsveckor har kalven ett stort sugbehov. Detta kan naturligt uppfyllas genom att kalven får dia och i det vilda initierar kalven digivning i genomsnitt 4,8 gånger per dygn (Reinhardt & Reinhardt 1981b). När kalven ökar i ålder minskar antalet gånger den diar per dag (Vitale *et al.* 1986). Ditiden, det vill säga diandets varaktighet per gång, varierar mycket, från 1 minut till 30 minuter (Vitale *et al.* 1986).

Kalven har kontakt med sin mamma genom att dia men blir även slickad av kon (Reinhardt & Reinhardt 1981b), ofta ovanpå huvudet och på mulen (Vitale *et al.* 1986). Det påvisades tidigt att det kort tid efter födseln bildas ett starkt band mellan ko och kalv (Reinhardt & Reinhardt 1981a; Fröberg 2008). Kon känner igen kalvens doft (Lidfors 1994) och kalvar som diar har visat att de lätt känner igen sin mamma vid återförening (Fröberg 2008). Ko-kalv-bandet håller i sig efter avvänjning (Wagner *et al.* 2012), även efter att kon fått nya kalvar (Reinhardt & Reinhardt 1981a).

Under kalvens första 1-5 levnadsdagar spenderar kor mycket tid med sin kalv, gärna gömda i vegetationen, men när kalven blir äldre ägnar kalven allt mer tid med sina jämnåriga (Vitale *et al.* 1986). Kalvar av arten *Bos indicus*, ett annat domesticerat nötkreatur nära besläktat med *Bos taurus* (Bouissou *et al.* 2001), är sociala och bildar vänskapsband med jämnåriga, dessa band är däremot inte lika starka som moder-unge bandet (Reinhardt & Reinhardt 1981a). Kalvarna har visats leka och vara mest sociala med jämnåriga under andra till fjärde levnadsveckan, där lekbeteenden främst setts i två toppar per dygn, en på morgonen och en på eftermiddagen (Vitale *et al.* 1986). Den naturliga avvänjningsåldern för kalvar av arten *Bos indicus* ligger kring 8-11 månader (Reinhardt & Reinhardt 1981b), och det är troligt att avvänjningsåldern liknar den för *Bos taurus*.

2.3.2. Förmagarnas utveckling hos kalven

Kalven är vid födseln anatomiskt anpassad till en mjölkbaserad diet (Sjaastad 2010; Singh 2017). När kalven diar kommer mjölken att passera förmagarna, direkt till löpmagen, via struprännan, ”*the reticular groove*”, som bildas av reflexstyrda muskelkontraktioner när kalven diar (Sjaastad 2010). Mukosakörtlarna i löpmagen är inte färdigutvecklade vid födseln, något som är fördelaktigt då råmjölkens antikroppar skyddas från att brytas ner och möjliggör senare upptag i tarmen (Singh 2017). När kalven vid två till tre veckors ålder börjar övergå till fastare föda börjar förmagarna att utvecklas i snabbare takt (Sjaastad 2010), och beräknas vara färdigutvecklade vid cirka ett års ålder (Singh 2017).

2.4. Separation av ko och kalv

Det finns flera anledningar till att man traditionellt separerat ko och kalv. Genom att förhindra att kalven diar, får företaget behålla större volymer säljbar mjölk (Liberg 2001). Enligt en review-artikel har det också argumenterats för att kons mjölknedsläpp vid maskinmjölkning går snabbare om kalven inte går med kon (Meagher *et al.* 2019).

Fördelar för kalvens hälsa har också framhävts. Genom att ge kalven råmjölk manuellt, istället för att den får dia från ett juver, kan råmjölkens mängd och kvalitet lättare övervakas för att undvika att kalven drabbas av dålig immunstatus (Godden 2008; Godden *et al.* 2009; Abuelo *et al.* 2019; Barry *et al.* 2019; Elsohaby *et al.* 2019). Kalven kan även lättare skyddas från patogener genom att hållas i en ren miljö och separat från äldre djur (Ventura *et al.* 2013). Det har dessutom visats att separationen av ko och kalv efter mer än ett dygn innebär en ökad separationsstress för ko och kalv, vilket gjort att en tidig separation rekommenderats (Stehulova *et al.* 2008).

2.4.1. Aspekter på tidig separation av ko och kalv

Allmänhetens inställning till tidig ko-kalvseparation har undersökts i en studie (Ventura *et al.* 2013). Folk som ställde sig kritiska till ko-kalvseparationen ansåg att den gav upphov till emotionell stress för både ko och kalv, medan de som stödde separationen snarare ansåg att den tidiga separationen minskade stressen om de skiljdes innan ett starkt band skapades. Samma part ansåg att separationen var fördelaktigt för ko- och kalvhälsan, medan motparten menade att den sänkte djurväl-färden eftersom det naturliga beteenden begränsades och att det kunde påverka ko- och kalvhälsan negativt. De som ville att ko och kalv skulle få gå tillsammans önskade att djurhållningen skulle anpassas så att ko och kalv kunde vistas tillsammans,

medan andra respondenter ansåg att mjölkproducenterna hade begränsade möjligheter att hålla kor och kalvar ihop.

Brist på kunskap kring mjölkproduktionen har lyfts som en anledning till varför folk i allmänhet inte är positivt inställda till en tidig separation (Sumner & von Keyserlingk 2018). En majoritet av de människor som inte jobbar med lantbruksdjur visade sig sakna kunskap om att ko och kalv separerades tidigt, och när de fick reda på det, tyckte de att det var fel (Ventura *et al.* 2016). I flera studier ändrade inte deltagarna sina ståndpunkter när de fick veta de bakomliggande anledningarna till separationen (Ventura *et al.* 2016; Busch *et al.* 2017; Hötzel *et al.* 2017). Ventura *et al.* (2016), påvisade att mjölkgårdsbesök ökade kunskaperna kring bland annat ko och kalvseparationen, men visade också att en del människor blev mer kritiska till djurhållningen än innan besöket. Att korna inte hade möjlighet till att leva naturligt, genom att kalven togs från mamman, var en av de viktigaste frågorna som berörde flest.

En kanadensisk studie kartlade veterinärers inställning till kalvhälsan i samband med ko-kalvseparationer (Sumner & von Keyserlingk 2018). Till skillnad från lantbrukares och allmänhetens inställning (Busch *et al.* 2017; Pempek *et al.* 2017) varierade synen på tidig separation mycket bland veterinärer (Sumner & von Keyserlingk 2018). De flesta stöttade tidig ko-kalvseparation, trots att de var medvetna om allmänhetens skepsis. Många ansåg att om folk utbildades kring varför kalvar togs från korna så skulle de ändra åsikt (Sumner & von Keyserlingk 2018), något som har motbevisats i andra studier (Ventura *et al.* 2016; Busch *et al.* 2017; Hötzel *et al.* 2017). Sumner & von Keyserlingk (2018) framhävde att veterinärerna ansåg att kalvhälsan var viktig och kunde förbättras, med exempelvis bättre råmjölksrutiner, men de var mindre flexibla när det kom till att inte separera kalv och ko tidigt efter födseln.

En nyligen genomförd studie visar att lantbrukare är positivt inställda till att låta kalvarna dia från mamman (Pempek *et al.* 2017), även om ko- och kalvsystem kräver större investeringar och större besättningar för att vara lönsamma (Gundersen 2020). Framförallt ekologiskt inriktade lantbrukare tyckte att det var fördelaktigt att kalvarna fick gå kvar hos sina mödrar (Pempek *et al.* 2017) med motiveringen att det gav en möjlighet till en förbättrad djurvälstånd. I en annan studie uppgav majoriteten av tillfrågade lantbrukare som redan lät ko och kalv gå tillsammans att ko-kalvsystemen krävde mindre arbetstid än konventionella system eftersom mindre tid gick åt att hantera kalvarna. Kalvarna hade också bättre tillväxt och var mindre sjuka, vilket påverkade ekonomin positivt (Gundersen 2020). Eftersom mjölkproduktionen ofta är mjölkproducenternas främsta inkomstkälla (Liberg 2001) är en del producenter kritiska till att hålla ko och kalv ihop eftersom lantbrukaren då får mindre volymer säljbar mjölk (Busch *et al.* 2017). En del är också oroliga över

kalvhälsan, eftersom man får en sämre kontroll över hur mycket råmjölk kalven får i sig (Pempek *et al.* 2017).

2.5. Ko och kalv tillsammans - möjligheter och utmaningar

Risker med ko-kalvsystem, inklusive kalvhälsa, kommer att ytterligare diskuteras senare i arbetet (se avsnitt 2.8 och 2.9).

Traditionellt har alltså kalven skiljts från mamman tidigt för att få större volymer säljbar mjölk (Liberg 2001). Enligt en systematisk sammanställning av tillgänglig litteratur inom ko-kalvhållning, skriven av Meagher *et al.* (2019), presenteras det att man inte hittat någon signifikant skillnad eller någon negativ påverkan på den totala mjölkproduktionen över tid hos korna som även ger di till sina kalvar. Eftersom kalven som diar har fri tillgång på mjölk, har den möjlighet att dia oftare och mer än en kalv som utfodras manuellt med restriktiva givor (Jasper & Weary 2002), även om det inte behöver innebära att kalven som diar dricker mer. Det kan leda till en mer frekvent tömning av kons juver jämfört med traditionell mjölkning 2 gånger/dag. Den ökade mjölkningsfrekvensen då kalvarna diar har visats leda till en ökad mjölkproduktion (Bar-Peled *et al.* 1995; Fröberg *et al.* 2007) och vara fördelaktigt för kornas juverhälsa (Fröberg *et al.* 2007; Fröberg 2008). Detta skulle kunna bero på att när kalven diar frisätts oxytocin hos kon vilket ökar mjölknedsläppet, samt på att en tätare tömning minskar förekomsten av bakterier i juvret, vilket i sin tur minskar risken för mastit.

Att hålla ko och kalv tillsammans har visat sig ha flera positiva långtidseffekter hos kalven. En gemensam faktor i studier där kalvarna getts fri tillgång till att dia från korna är att de har en markant högre tillväxt (Bar-Peled *et al.* 1997; Fröberg *et al.* 2011), vilket även observerats av lantbrukare med ko-kalvsystem (Gundersen 2020). När kalvarna går med korna är det svårt att mäta hur mycket mjölk, kalvarna får i sig, men i studier där man låtit kalvarna få fri tillgång till napphinkar med mjölk har man sett att de i genomsnitt konsumerar kring 8,8 kg/d och växer snabbare än konventionellt uppfödda kalvar med 4-6 kg mjölkgiva per dag (Jasper & Weary 2002). En tidigare könsmognad och en högre mjölkproduktion under första laktationen har även kunnat kopplas till kor som har haft en högre mankhöjd, troligen på grund av högre tillväxt (Shamay *et al.* 2005). En högre kroppsvikt har visats ge en högre chans för överlevnad tills kalvning (Bar-Peled *et al.* 1997; Van De Stroet *et al.* 2016).

Att hålla kalven med mamman har även visats ha beteendemässiga fördelar på både kort och lång sikt. Om ko och kalv inte separeras möjliggörs bildandet av ett moder-

ungeband (Fröberg 2008). Kalvens sociala interaktion och sysselsättningsgrad kommer därmed inte att begränsas, och kalvens grundläggande sugbehov uppfylls genom att kunna dia. Detta minskar risken för stressrelaterade beteendestörningar som nedsatt lekbeteende, cross-sucking, self-licking, slickning på inredning, ökad vokalisering (Lidfors 1996; Fröberg *et al.* 2007; Törnkvist 2012). Kalvar som har fått gå kvar med sin mamma har även rapporterats kunna resa sig tidigare än de som separerats direkt (Lidfors 1996).

Kalvar som gått tillsammans med kor har visats ha mer utvecklade sociala beteenden som vuxna (Le Neindre 1989b; a; Krohn *et al.* 1999; Wagner *et al.* 2012). Kalvar som haft ko-kontakt har lättare kunna integreras i nya mjölkko-grupper som kvi-gor (Wagner *et al.* 2012), samt visats vara mer lättlärd och kunna introduceras till nya objekt utan att bli lika stressade som kalvar som vuxit upp utan kontakt med kor (Meagher *et al.* 2015). Detta är, enligt Johnsen *et al.* (2016), lovande då man hoppas att ko-kalvsystem ska kunna passa bra i moderna stallar med automatisk teknologi, där korna behöver lära sig var matstationer och mjölkrobot är.

I system där ko och kalv går tillsammans finns det dock utmaningar rörande hur och när kalvarna bör avvänjas från korna. Separationen mellan ko och kalv är ett stressfyllt moment för båda, eftersom ko och kalv snabbt bildar ett starkt moderunge band (Fröberg 2008). Separationsstressen verkar vara högre om de separeras efter ett dygn jämfört med efter tre dygn och därför rekommenderas det idag att skilja ko och kalv så tidigt som möjligt (Stehulova *et al.* 2008; Lora *et al.* 2019). Vid en senare separation blir korna stressade, idisslar och vilar mindre samt vokaliserar högre frekvent (Lidfors 1996; Törnkvist 2012). Detta är något som lantbrukare upplever som problematiskt och är en av de främsta anledningarna till att en del anser att det är bättre att de separeras innan moderungebandet bildas (Gundersen 2020).

Någon optimal avvänjningsmetod för att minska separationsstressen är inte fastställd, men en del studier har visat att möjlighet till fysisk kontakt under avvänjningen minskar stressen (Lidfors 1994; Törnkvist 2012). Att dela upp separationsprocessen i två steg genom att kalven först får en nosplatta som hindrar den från att dia men få gå kvar med kon är ett alternativ. Andra lösningar kan vara att låta kalven i första delen av separationen gå i en box bredvid sin mamma med möjlighet till nos-noskontakt (Lidfors 1994).

En del lantbrukare är oroliga att kalvarnas kontakt med människor kan försämrats när de inte utfodras manuellt (Johnsen *et al.* 2016), vilket det finns stöd för i en studie där kalvar som enbart gått med mamma var mer försiktiga med att närma sig människor vid 15-18 månaders ålder, än traditionellt uppfödda kalvar (Krohn *et al.*

1999). Johnsen *et al.* (2016) diskuterar att detta potentiellt skulle kunna leda till mer svårhanterade djur.

Eftersom det idag är ovanligt att hålla ko och kalv tillsammans är dagens stallbyggnader inte anpassade till en drift där kalvarna går med korna, och en tydlig nackdel är att ombyggnationer innebär ökade kostnader för lantbrukaren (Johnsen *et al.* 2016; Knierim *et al.* 2020). Johnsen *et al.* (2016) presenterar i sin review-artikel olika inhysningssystem som möjliggör ko-kalvkontakt. Det finns system där ko och kalvar går tillsammans hela tiden, men det finns också flera olika inhysningsalternativ där kalvarna går med korna en begränsad tid under dagen. Lösningar med begränsad tid kan göra att kalvarna blir mer vana vid att separeras från mamman, får mer människokontakt och kan lära sig att dricka mjölk även från spenhinkar, vilket kan göra en senare separation mindre stressfylld. Ett annat alternativ för att låta kalvarna få dia är att använda amkor som ger mjölk till flera kalvar, vilket är en möjlighet om det inte går att låta alla kor gå med kalv.

2.6. Råmjölk

Råmjölk är mjölk från de första urmjolkningarna efter kalvning (Waller *et al.* 2013). Råmjölksproduktionen startar under dräktighetens sista del under påverkan från bland annat hormonet prolaktin. Råmjölken har en annan komposition än mjölken från resten av laktationen (Sjaastad *et al.* 2010), då den är mer näringsrik, har en högre energihalt (Smith 2014), och innehåller fyra gånger mer proteiner, mer mineraler och mindre laktos än vanlig mjölk (Tsioulpas *et al.* 2007). Den höga halten proteiner i råmjölken förklaras av att stora mängder immunglobuliner transporteras från kons mammapitelceller till alveoli under sen dräktighet (Sjaastad *et al.* 2010). Råmjölkens speciella innehåll minskar redan två dygn *post partum* och närmar sig successivt egenskaperna till vanlig mjölk till och med tredje laktationsdagen. Därefter förblir mjölkens komposition nästintill densamma laktationen ut (Tsioulpas *et al.* 2007).

Immunglobuliner (Ig), även kallad antikroppar, bildas av B-plasmaceller mot specifika patogener som kroppen tidigare utsatts för (Sjaastad *et al.* 2010). Nyfödda kalvar har ett naivt immunförsvar eftersom idisslare inte har någon intrauterin överföring av antikroppar via placentan (Besser & Gay 1994; Smith 2014). Kalvar saknar därför ett skyddande immunförsvar vid födseln och är beroende av antikroppar från råmjölken. Genom att kalven tar upp antikropparna via tunntarmen (Smith 2014) får den en passiv immunitet som skyddar den från infektioner under sina första levnadsmånader tills den egna antikroppsproduktionen kommit igång (Sjaastad *et al.* 2010). Även upptag av mammans leukocyter bidrar till en ökad immunitet. Enterocyternas permeabilitet för antikroppar är optimal upp till 4 timmar

post partum (Besser *et al.* 1985; Michanek *et al.* 1989), men minskar därefter lineärt för att helt ”slutas” vid 24-36 timmar *post partum* (Smith 2014). Den korta tiden som tarmen är permeabel för antikroppar understryker vikten av att kalven får i sig råmjölk tidigt (Sjaastad *et al.* 2010). För att möjliggöra fullgott upptag av antikroppar är det lagstadgat att kalvar ska få sin första råmjölks-giva som senast 6 timmar efter födseln (SJVFS 2019:18), vilket stöds av litteraturen (Stott *et al.* 1979a; Michanek *et al.* 1989; Smith 2014; Lora *et al.* 2019).

2.6.1. Mätning av råmjölkskvalitet

Mätning av Ig-halten i råmjölken har i flera studier framhävts som den viktigaste faktorn för att ge goda förutsättningar för ett högt antikropps-upptag (Quigley *et al.* 2013; Pempek *et al.* 2017; Barry *et al.* 2019). Råmjölkens kvalitet kan i fält bedömas med en refraktometer eller kolostrometer (Quigley *et al.* 2013). En digital Brix-refraktometer har enligt Quigley *et al.* (2013) visats utgöra ”gold standard” för bedömningen av råmjölkens IgG-halt, då den både är lättanvänd i fält och har en hög överensstämmelse med totalproteinkoncentrationen i råmjölken. Brix-refraktometervärden över 21% visar på hög råmjölkskvalitet (>50 g IgG/L).

2.6.2. Mätning av kalvars passiva immunitet

Eftersom gammaglobuliner (IgG) finns i högst koncentration i råmjölk kan det användas som markör för att mäta antikropps-upptaget till serum (Besser & Gay 1994), men även totalproteinhalten i serum kan mätas, med en optisk refraktometer (Elsohaby *et al.* 2019). Metoden är väletablerad och korrelerar bra med halten immunoglobuliner i serum. Koncentrationen av immunoglobuliner bör ligga över 1000 mg/dl för att kalven inte ska lida av låg passiv immunitet (Weaver *et al.* 2000). Kalvarnas IgG-koncentration i serum är som högst 24 timmar efter första råmjölks-givan och håller sig relativt stabilt med en minimal minskning upp till en veckas tid (Michanek *et al.* 1989). Nyare studier har visat att man kan få ett tillförlitligt IgG- eller serumtotalproteinvärde från 24 timmar till 9 dagar efter första målet (Wilm *et al.* 2018).

Nyligen har ett gränsvärde på 5,8 g/dl satts för totalproteinhalten i serum för en god immunstatus (Todd *et al.* 2018; Elsohaby *et al.* 2019), vilket motsvarar ett gammaglobulinvärde på 1160 mg/dl. Tidigare har 5,2 g/dl för friska kalvar och 5,5 g/dl för klinisk sjuka kalvar satts som gränsvärden (Elsohaby *et al.* 2019). Men eftersom en markant ökning av mortalitetsrisk setts vid värden under 5,0 g/dl, så har det satts som gränsvärde i flera studier (Elsohaby *et al.* 2019), och kommer vara det gränsvärde vi använder i denna studie.

2.7. Generell kalvhälsa

För att bibehålla en god produktionsekonomi i mjölkbesättningar är en god kalvhälsa viktig (Cho & Yoon 2014; Andersson 2019). Exempelvis innebär sjuka kalvar ökade behandlingskostnader (Gorden & Plummer 2010). Om en kvigkalv drabbas av sjukdom tidigt i livet så ökar risken för dödsfall även efter 90 dagars ålder, och risken för försenad inkalvningsålder ökar, något som i sin tur leder till en nedsatt produktion på sikt (Waltner-Toews *et al.* 1986b; Cho & Yoon 2014). En god kalvhälsa är även essentiell för en bra tillväxt (Donovan *et al.* 1998).

För att få en god överblick över kalvhälsan är kalvmortaliteten en användbar indikator (Seppä-Lassila *et al.* 2016). Kalvdödligheten fram till 2 månaders ålder har det senaste decenniet legat konstant kring 4 % i Sverige (Växa 2020), vilket är lägre än internationellt där en majoritet av länderna ligger kring 5-8 % (Brickell *et al.* 2009; Mee 2013; Piwczyński *et al.* 2013; Raboisson *et al.* 2013) enligt en review-artikel som sammanställt studier kring kalvmortaliteten skriven av Mee (2013). Enligt Torsein *et al.* (2011) finns en risk för högre kalvmortalitet i samband med att de svenska gårdarna blir färre men större. Kalvarna har som högst mortalitetsrisk upp till tre veckors ålder, vilket visar att kalvens första veckor är känsligast och belyser vikten av en god kalvhälsa i kalvens tidiga liv (Svensson *et al.* 2006).

Förutom en lägre kalvmortalitet, ses även en lägre morbiditet i Sverige. Detta kan bero på en lägre djurtäthet och mindre besättningsstorlekar jämfört med många andra länder i Europa och Nordamerika (Svensson *et al.* 2003). Det finns också flera övervakningsprogram i Sverige, exempelvis för *Salmonella* spp. och BVDV, vilket håller sjukdomsincidensen nere (Torsein *et al.* 2011).

2.7.1. Sjuklighet

Eftersom diarréer och luftvägssjukdomar anses vara de vanligaste bakomliggande sjukdomarna till mortalitet (Svensson *et al.* 2006; Gulliksen *et al.* 2009; Cho & Yoon 2014) och till försämrad tillväxt hos kalvar (Donovan *et al.* 1998) kommer detta arbete avgränsas till dessa sjukdomar.

Diarréer hos kalvar är mycket vanligt den första månaden (Svensson *et al.* 2006; Andersson 2019) och har kopplats till en ökad dödlighet hos svenska kalvar (Torsein *et al.* 2011). I en studie med 3081 svenska kalvar som följdes tills 90 dagar ålder rapporterades en incidensrisk för diarréer på 9,8 %. Diarréerna var mestadels (68%) milda, medan övriga 32 % var måttliga till kraftiga diarréer (Svensson *et al.* 2003). I en norsk studie, som undersökte morbiditeten hos kalvar upptill 6 månaders ålder, var incidensen av diarréer hos kalvar 4,1 %, och medianåldern för insjuknande var 17 dagar (Gulliksen *et al.* 2009).

Etiologin bakom kalvdiarréer är komplex och beror dels på vilket agens som orsakar sjukdomen (Cho & Yoon 2014), dels om saminfektioner mellan olika patogener inträffar (Abuelo *et al.* 2019), och dels på kalvskötsel och hygienrutiner (Cho & Yoon 2014). De vanligaste kalvdiarrépatogenerna i Sverige är kryptosporidier och rotavirus (Torsein *et al.* 2011). Coronavirus, *Salmonella spp.* och *E. coli* förekommer också (Torsein *et al.* 2011). Efter att salmonellaövervakningsprogrammet infördes 1961, är förekomsten av *Salmonella spp.* mycket låg i Sverige (Ågren 2017). I en liten enkätundersökning bland svenska lantbrukare (n=75) angavs också att en del diarréer var utfodringsbetingade eller att orsaken var okänd (Andersson 2019).

Luftvägssjukdomar är ett stort problem för kalvhälsan och är kopplad till ökad mortalitet (Svensson *et al.* 2006; Mahendran *et al.* 2017). Enligt data från USA berodde nästan 25 % av dödsfallen hos kalvar innan avvänjningen på respiratorisk sjukdom (Lorenz *et al.* 2011). I en annan studie har kalvar med hosta visats ha högre risk för dödlighet både före och efter avvänjning, vilket författarna trodde kunde bero på att lunginflammationer innan avvänjning gav minskad lungfunktion och ökad känslighet för nya lunginflammationer (Mahendran *et al.* 2017).

I en norsk studie drabbades 5,5 % av kalvarna av respiratorisk sjukdom, medianåldern för insjuknande var 37 dagar (Gulliksen *et al.* 2009). Enligt Gulliksen *et al.* (2009) drabbades kalvarna jämnt fördelat av luftvägssymptom upptill 180 dagars ålder, medan Svensson *et al.* (2006) såg att frekvensen luftvägssymptom var som högst vid två till tre månaders ålder. Svensson *et al.* (2003) fann att incidensrisken hos svenska kalvar upptill 90 dagars ålder låg på 7,0 %.

Respiratorisk sjukdom hos kalvar är multifaktoriellt och kan bero på virus, bakterier eller saminfektioner (Torsein *et al.* 2011). Bovint respiratoriskt syncytialt virus (BRSV), bovin coronavirus (BCV) och bovin parainfluenzavirus typ 3 (BPIV-3) är vanliga luftvägsviroser hos svenska kalvar och kan spridas både fekal-oralt och aerosolt (Torsein *et al.* 2011). Kalvarnas sjukdomsbild varierar ofta mycket, men vanliga symptom är nedsatt aptit, feber, ökat näsflöda, dyspné eller hosta (Love *et al.* 2014).

Luftvägsviroser predisponerar ofta för bakteriella sekundärinfektioner. *Mannheima haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* och *Mycoplasma bovis* är exempel på bakterier som kan orsaka sjukdom hos kalvar med varierande allvarlighetsgrad (Bassel *et al.* 2020). Förekomsten av *Mycoplasma bovis* övervakas kontinuerligt och är idag mycket låg i svenska besättningar, men sporadiska utbrott på enskilda gårdar förekommer (von Schultz 2015).

2.8. Kalvhälsa hos ko och kalv tillsammans

Det har framkommit motstridiga uppgifter om hur ko-kalvhållning påverkar kalvhälsan (Gundersen 2020), men det finns belegg för högre mortalitet hos icke-diande kalvar (Boonbrahm *et al.* 2004) och en lägre mortalitet hos kalvar som gick med kor (Lora *et al.* 2019). Detta stöds av en systematisk review-artikel som konstaterar att ingen ökad dödlighet har kunnat påvisas vid ko-kalvhållning i artikelns litteraturgenomgång (Beaver *et al.* 2019).

2.8.1. Sjuklighet

Enligt en omfattande litteraturgenomgång gjord av Beaver *et al.* (2019), kunde författarna inte hitta några bevis som stödjer uppfattningen att en tidig ko-kalvseparation skulle vara fördelaktigt för kalvhälsan. Genomgångna studier (n = 70) handlade om diarréutbrott, respiratorisk hälsa, immunstatus samt paratuberkulos. Exempelvis hittade författarna ingen koppling till ökad risk för vare sig lunginflammationer eller diarréutbrott hos diande kalvar som även gick i grupp med äldre kor.

En review-artikel som undersökte 16 genomförda kalvdiarré-studier i ko-kalvsystem, fann att 6 studier hade rapporterat minskade diarréer, 8 studier hade inte funnit några skillnader beroende på hur kalvarna hölls, och 2 studier rapporterade om en ökad risk (Beaver *et al.* 2019). Kalvar som diar från mamma rapporterades tidigt att ha en ökad risk för diarréer jämfört med kalvar som handmatas (Bar-Peled *et al.* 1997; Svensson *et al.* 2003; Roth *et al.* 2009), men exempelvis Boonbrahm *et al.* (2004) såg mindre kalvdiarréer när kalvarna hade möjlighet att dia restriktivt, och fann en ökad morbiditet och mortalitet hos manuellt utfodrade kalvar. Studien följde kalvarna tills 84 dagar efter födseln, men resultatet bör tolkas försiktigt då det gjordes på en begränsad studiepopulation (n=37). Andra studier kunde inte påvisa någon skillnad i diarréer beroende på om kalvarna fick dia eller inte (Curtis *et al.* 1988; Krohn *et al.* 1999).

Även 73 % av lantbrukare med olika former av ko-kalvsystem uppgav i en studie att den generella hälsan hos kalvarna verkade vara bättre och en lägre förekomst av diarréer sågs hos kalvar med ko-kontakt (Gundersen 2020). Det gick däremot inte att avgöra om enbart diande minskade risken för diarréer, eftersom flera riskfaktorer påverkar sjukdomsförekomsten hos kalvar enligt studiens författare. Värt att nämna är dock att samtliga deltagande lantbrukare i studien redan hade ko-kalvsystem där ko och kalv hölls tillsammans i minst 7 dagar, vilket kan ha gett upphov till en systemisk partiskhet då de redan investerat och själva tror på denna typ av inhysningssystem.

2.9. Riskfaktorer för ökad sjuklighet hos kalvar

Vid födseln utsätts kalven för ett högt smittryck av enterogena patogener från omgivningen (Smith 2014). Att separera kalven från kon har traditionellt setts som ett sätt att förbättra kalvhälsan genom att skydda kalven från smittor från äldre djur, eftersom kalvar saknar ett eget immunförsvar vid födseln (Besser & Gay 1994; Smith 2014). Samtidigt har det kunnat säkerställas att kalven får en god immunstatus genom att ge den råmjölk strax efter födseln för att undvika att kalven drabbas av låg passiv immunitet (Stott *et al.* 1979a; Michanek *et al.* 1989; Smith 2014; Lora *et al.* 2019).

2.9.1. Låg passiv immunitet

Låg passiv immunitet (failure of passive transfer, FPT) betyder att kalven har ett bristande upptag av immunoglobuliner från råmjölken, och har kopplats till en ökad risk för försämrad kalvhälsa och tillväxt (Cuttance *et al.* 2018; Todd *et al.* 2018) samt ökad mortalitet och morbiditet (Besser & Gay 1994; Smith 2014; Cuttance *et al.* 2018; Barry *et al.* 2019). Det har uppskattats att 19,2 % av dödsfallen hos mjölk-raskalvar i USA beror på bristande antikroppsupptag (Beam *et al.* 2009). En låg immunoglobulinhalt har visats vara en riskfaktor för exempelvis luftvägsburna sjukdomar hos kalvar (Virtala *et al.* 1999).

För att kalven ska få en adekvat immunstatus behöver den absorbera tillräckligt med IgG från tarmen till blodcirkulationen (Godden 2008). Tidpunkten då kalven får sin första råmjölksgiva, immunoglobulin-koncentrationen i råmjölken, volymen råmjölk, hygienrutiner, årstid samt kalvens egna tarmupptag och hälsa är alla faktorer som påverkar den passiva immuniteten (Odde 1988; Godden *et al.* 2009; Barry *et al.* 2019; Elsohaby *et al.* 2019). Även kons laktationsnummer påverkar eftersom förstagångskalvare har sämre råmjölkskvalitet jämfört med kor med högre laktationsnummer (Elsohaby *et al.* 2019). Juvrets form och höjd över marken har en påverkan på om kalven har lätt eller svårt för att dia, och påverkar således indirekt den passiva immuniteten (Ventorp & Michanek 1992).

En hög bakteriehalt i råmjölken har visats ha en negativ påverkan på IgG-absorptionen hos kalvar, eftersom bakterier kan binda till globulinmolekyler och förhindra upptaget (Godden 2008). Infektiösa patogener i mjölken kan också orsaka sepsis och diarréer (Godden 2008). Att ge kalvarna pastöriserad råmjölk har därför visats ge en högre immunstatus (Gelsinger *et al.* 2015). En god mjölkkningshygien, liksom att förvara mjölken i kyl eller frysa minskar bakterieförekomsten i mjölken (Godden 2008).

Även om kalvar med FPT kan överleva i miljöer med lägre smittryck (Weaver *et al.* 2000), har råmjölksrutiner framhävts som en av de viktigaste åtgärderna för att

förbättra kalvhälsan (Abuelo *et al.* 2019). För att säkerställa att kalven får tillräckligt med IgG i sin första råmjölk giva bör kalven få en råmjölksgiva motsvarande 10-12 % av kroppsvikten om råmjölkens kvalitet är okänd (Godden 2008). Detta motsvarar ungefär 3 liter för en genomsnittlig mjölkraskalv vid födseln (Smith 2014). Flera studier har påvisat att ju större volymer råmjölk kalven får desto bättre blir den passiva immuniteten (Godden 2008; Godden *et al.* 2009). Är råmjölkskvaliteten över 50 g/L IgG, behövs en mindre volym för att uppnå tillräckligt hög passiv immunitet hos kalven (Godden 2008). En tydlig minskning av antalet kalvar med FPT har påvisats efter man har rekommenderat lantbrukare att ha noggranna råmjölksrutiner (Beam *et al.* 2009). En annan studie visade att en råmjölksbolus (att ge råmjölk manuellt) inom 6 timmar efter födseln var framgångsrikt för att öka den passiva immuniteten, jämfört med kalvar som själv fick dia från kon de första 12 timmarna (Lora *et al.* 2019).

Passiv immunitet – ko och kalv tillsammans

Preliminära studier visade att diande kalvar hade ett ökat antikroppsupptag jämfört med flaskmatade kalvar (Stott *et al.* 1979b; Weaver *et al.* 2000). Nyare studier stödjer detta då handmatade kalvar hade en högre förekomst av FPT, men konkluderar att det kunde bero på att kalvarna i dessa studier fick en mycket begränsad giva råmjölk (Beam *et al.* 2009; Lora *et al.* 2019).

Beaver *et al.* (2019) påpekar i sin review-artikel att kalvarna som flaskmatats i många studier inte har fått tillräckligt med råmjölk vilket ger ett fördelaktigt resultat för diande kalvar om de har diat mer än kalvarna som utfodrats manuellt. Liknande problematik har setts hos diande kalvar, där första råmjölksgivan inte kontrollerats, råmjölkens kvalitet inte mätts, och mängden diad råmjölk är okänd. Edwards & Broom (1979) fann att en stor andel (46 %) av kalvarna inte diade spontant inom 6 timmar. En nyare studie påvisade samma fynd och visade att de diande kalvarna riskerade att få en låg passiv immunitet (Lora *et al.* 2019). Samma forskningsgrupp rekommenderade att ge en manuell råmjölksgiva i tillägg till att kalven hade möjlighet att dia från kon eftersom det setts förbättra kalvarnas immunstatus.

2.9.2. Smittspridning från äldre djur

Internationellt har risken för överföring av *Mycobacterium paratuberculosis*, även kallad paratuberkulos eller Johnes disease, från äldre djur till kalvar setts som en riskfaktor till dålig kalvhälsa (Smith 2014). Framförallt eftersom infektionen kan smitta via opastöriserad mjölk. Norton *et al.* (2009) har dock visat att miljösmitta och inköp av nya djur är de främsta smittfaktorerna (Norton *et al.* 2009). Sverige räknas idag som fritt från paratuberkulos (Whittington *et al.* 2019). Sjukdomen är anmälningspliktig och lyder under epizootilagen (SFS 1999:657). Andra infektiösa

patogener som anses kunna smitta kalvar från äldre djur är kryptosporidier, *Salmonella* spp. och *Staphylococcus aureus*, där främst kalvens miljö utgör en riskfaktor för sjukdom (Smith 2014).

Flera forskare har undersökt ifall stora åldersskillnader mellan yngsta och äldsta djuret i en grupp påverkar kalvhälsan. Gulliksen *et al.* (2009) fann att risken för luftvägssjukdomar var högre om åldersskillnaden mellan kalvarna i samma grupp översteg 56 dagar. Ett brett åldersspann har visats ge en högre dödlighet hos kalvar (Gulliksen *et al.* 2009), men senare studier visar på motsatsen (Torsein *et al.* 2011). Torsein *et al.* (2011) upptäckte att stora åldersskillnader mellan yngsta och äldsta djuren snarare verkade vara en faktor som minskade risken för mortalitet.

Smittspridning – ko och kalv tillsammans

För att minska smittspridningen av paratuberkulos har det länge rekommenderats att kalven ska skiljas tidigt från kon, men Beaver *et al.* (2019) fann inga belägg som stödjer detta efter genomgång av tillgänglig litteratur inom ämnet. Exempelvis hittades inga tecken på ökad incidens av paratuberkulos i besättningar där ko och kalv går tillsammans.

2.9.3. Kalvar i grupp

Det råder blandade resultat kring om en hög beläggningsgrad eller att hålla kalvarna i grupp ger en ökad hälsorisk. Ett ökat antal djur innebär också ett ökat antal smittvägar (Bengtsson 2018). Att hålla unga kalvar i grupp med äldre kalvar visades tidigt kunna ge en ökad risk för respiratorisk sjukdom hos kalvarna (LeBlanc 1981; Curtis *et al.* 1988; Virtala *et al.* 1999). Kalvar som hölls i separata kalvhyddor utomhus hade mindre risk för att bli behandlad för pneumonier och diarréer jämfört med kalvar delade luftutrymme med vuxna kor inomhus (Waltner-Toews *et al.* 1986a). Svensson *et al.* (2006) kom fram till att grupphållning av kalvar var en riskfaktor för framförallt luftvägssjukdomar. Grupper med 12–18 kalvar hade högre incidens för respiratorisk sjukdom jämfört med grupper med 6–9 kalvar (Svensson *et al.* 2006).

Andra forskningsresultat visar snarare att en högre djurdensitet kan minska risken för mortalitet (Torsein *et al.* 2011), vilket delvis stöds av en annan studie som inte kunde påvisa någon skillnad i antibiotikabehandlingar mellan små (n=10) och stora grupper (n=40) (Seppä-Lassila *et al.* 2018). Andra studier har inte sett någon högre frekvens av varken lunginflammationer (Bar-Peled *et al.* 1997) eller diarréer i olika gruppstorlekar (Bar-Peled *et al.* 1997; Seppä-Lassila *et al.* 2018). Det är sammanfattningsvis svårt att dra en slutsats om kalvar i grupp ger en ökad risk för sjukdom eller inte. Isolering av sjuka kalvar har dock visat minska mortalitetsrisken (Seppä-Lassila *et al.* 2016). Författarna diskuterar att det skulle kunna bero på minskad

smittspridning till andra kalvar samt att den sjuka kalven gynnas av att behandlas separat med en eventuellt ökad tillsyn (Seppä-Lassila *et al.* 2016).

2.9.4. Inköp av djur

En annan riskfaktor för kalvmortalitet är inköp av nya djur (Torsein *et al.* 2011). Dels på grund av införsel av nya patogener, dels eftersom råmjölk från nyinköpta kor möjligtvis inte ger ett tillräckligt bra skydd till kalvarna mot gårdsspecifika patogener.

2.9.5. Antibiotikaanvändning

En hög mortalitetsrisk bland kalvarna har kopplats till en högre antibiotikaanvändning (Torsein *et al.* 2014), och lantbrukare med en högre kalvmortalitet har visat sig att oftare behandla kalvdiarréer med antibiotika jämfört med gårdar med låg risk för kalvmortalitet (Torsein *et al.* 2011). En nederländsk studie presenterade nyligen liknande resultat (Holstege *et al.* 2018). Mjölkbönder där kalvarna oftare behandlas med antibiotika hade en högre frekvens av respiratorisk sjukdom och kalvdiarréer, liksom en högre dödlighet bland kalvarna. Författarna poängterar att vidare forskning bör fokusera på inställningen till antibiotikaanvändning hur kalvarna bör behandlas för att undvika onödig antibiotikaanvändning (Holstege *et al.* 2018). Ytterligare studier är även nödvändigt för att undersöka ifall kopplingen mellan ökad antibiotikaanvändning beror på ökad mortalitet, eller om sambandet är reverserat, då det är svårt att avgöra vad som är orsak eller verkan.

2.10. Övervakning av kalvhälsa

Att tidigt kunna identifiera sjukdomstecken är viktigt för att upprätta hålla en god djurhälsa (Amrine *et al.* 2013). För att undvika underskattning av sjukdomsförekomsten har standardiserade hälsoprotokoll föreslagits som ett objektiva och systematiskt sätt att övervaka kalvhälsan (Gulliksen *et al.* 2009; Love *et al.* 2014; Mahendran *et al.* 2017). Trots detta är det mycket ovanligt att man använder sig av kalvhälsoprotokoll på mjölkgårdar idag eftersom denna typ av övervakning är tidskrävande (Mcguirk & Peek 2014). Detta gör att sensitiviteten för att identifiera sjukdomsfall blir lägre och en betydande andel sjukdomsfall missas (Amrine *et al.* 2013).

Det finns flera framtagna hälsobedömningsskalor för att upptäcka vanliga kalvsjukdomar som respiratorisk sjukdom och diarréer. Framtagna protokoll fokuserar ofta på vanliga sjukdomssymptom (Love *et al.* 2014). I en kohortstudie användes Wisconsin Calf Health Score (Mahendran *et al.* 2017), med parametrarna näsflöde, ögonflöde, hosta, rektaltemperatur, avföringskonsistens, led-, och navelsjukdomar

(McGuirk & Ollivet 2015). För att upptäcka de flesta sjukdomsevent bör kalvarna undersökas minst två gånger i veckan (White & Renter 2009; Mcguirk & Peek 2014). Mahendran *et al.* (2017) lyfte problemet kring svårigheten att upptäcka symptomdebut. Författarna framhäver vikten av digitala övervakningssystem för att få bättre översikt över kalvhälsan. Att mäta kroppstemperaturen regelbundet kan vara ett viktigt sätt för att mer kontinuerligt övervaka kalvhälsan genom att tidigare kunna upptäcka feber och eventuell sjukdom och då minska tiden mellan sjukdomsdebut och sjukdomsupptäckt.

3. Material och metoder

3.1. Djur och urval

Detta försök var en delstudie i projektet Ko och kalv tillsammans i automatisk mjölkproduktion och genomfördes på Lövsta forskningscentrum vid Sveriges lantbruksuniversitet under hösten 2020 (Etiskt tillstånd med diarienummer: 5.8.18-0678/2020). Under perioden 1:a september till 15:e oktober 2020 föddes 41 kalvar från mjölkkraskor av raserna Svensk holstein (SH) och Svensk röd och vit boskap (SRB). Kalvarna fördelades sedan med jämnt antal i en försöks- och en kontrollgrupp med både ras och kön lika representerade i vardera gruppen. Varannan kvig- respektive tjurkalv placerades i försöksgruppen, och samma urval gjordes för kontrollgruppen (tabell 1). Försöket var upplagt med 20 försöks- och 19 kontrollkalvar som följdes från födseln till 28 dagars ålder (fyra veckor).

Tabell 1. Kalvar födda 1. september- 15. oktober 2020 som inkluderades i studien. Kontrollgrupp: Kalvar som inte gått med mamma. Försöksgrupp: Kalvar som gått med mamma.

Antal	Ras	Försöksgrupp	Kontrollgrupp
Kvigkalvar	SRB	9	8
	SH	4	4
Tjurkalvar	SRB	3	4
	SH	4	3
Totalt		20	19

SRB: Svensk röd och vit boskap. SH: Svensk holstein

Kalvarna i försöksgruppen delades vidare in i två undergrupper (tabell 2), beroende på om de skulle få råmjölk i flaska vid födseln eller enbart dia själva. Urvalet till respektive undergrupp gjordes efter kalvningsordning, och med hänsyn till att kalvar som troligen druckit under natten (visuellt utspänd mage genom ökat buk-omfång) placerades i gruppen som fick dia själv.

Tabell 2. Fördelning av kalvar i försöksgruppen beroende på om de fick råmjölkskiva av personal eller fick dia själv. Försöksgrupp 1: Kalvar som diat från mamma och fått råmjölk manuellt. Försöksgrupp 2: Kalvar som enbart diat från mamma.

Antal		Försöksgrupp 1	Försöksgrupp 2
Kvigkalvar	SRB	4	6
	SH	3	0
Tjurkalvar	SRB	1	2
	SH	2	2
Totalt		10	10

SRB: Svensk röd och vit boskap. SH: Svensk holstein.

3.1.1. Exklusionskriterier och exkluderade djur

Korna, och deras kalvar om de ingick i försöksgruppen, exkluderades från försöket om de visade tydlig hälta, hade känd *Staphylococcus aureus*-infektion eller om korna visade starka försvarbeteenden mot människor för att skydda sin kalv efter kalvning. Kalvarna utgick från försöket vid dödsfall samt vid avlivning ifall av traumatiska skador. Försökskalvarna exkluderades även om deras mamma utgick från projektet.

Totalt föddes 41 kalvar under rekryteringsperioden, men två kalvar exkluderades, vilket slutligen gav 39 kalvar i studien. En kalv utgick från försöksgruppen då mamman dog under behandling av en *E. coli*-mastit, och en annan kalv inkluderades aldrig i studien då den var prematurfödd och avled under första levnadsdygnet. Eftersom Ko-kalvprojektet sträckte sig över en längre period än detta arbete balanserades grupperna med hänsyn till senare utfall i den större studien som detta examensarbete är en del av, vilket medförde att gruppstorleken på de två grupperna skiljde sig något. Sammanfattningsvis ingick 20 försökskalvar och 19 kontrollkalvar i detta examensarbete.

3.2. Försöksdesign

För att miljön inte skulle skilja sig för mer än behandlingarna, hölls samtliga djur i studien inomhus för att få mer jämförbara resultat. Korna kalvade i separata kalvningsboxar, och råmjölkens immunoglobulinhalt kontrollerades med Brix-refraktometer (Pocket refractometer PAL-1®, ATAGO) så snart som möjligt efter kalvningen.

Både försöks- och kontrollkalvarna hade fri tillgång till hö, pellets och vatten från födseln. Samtliga kalvar avhornades vid 2-3 veckors ålder, och tjurkalvarna kastredes samtidigt. Vid ingreppet fick kalvarna förutom sedering och lokalbedövning även 0,5 mg/kg meloxicam subkutant som har en halveringstid 16,2-25 timmar (Stock & Coetzee 2015; Meléndez *et al.* 2019).

3.2.1. Kontrollgrupp

Kontrollkalvarna separerades från korna inom några timmar efter födseln av gårdens personal. Därefter hölls de i ensamboxar under råmjölkperioden (medel $3,5 \pm 1,5$ dagar), innan de flyttades parvis till gruppboxar (fem kalvar/grupp) med standardiserade skötselrutiner. Perioden i ensambox varierade då första kalven i varje ny gruppbox fick vänta tills nästa kalv var redo att flyttas (minst två dagar gammal) för att undvika att någon kalv fick stå ensam i gruppboxen. Gruppboxarna var fördelade i totalt tre rum enligt tabell 3.

Tabell 3. Översikt över grupperingen av kalvarna i kontrollgruppen.

Rum	Antal kalvar	Antal kalvar/box
1	5	5
2	10	5
3	4	4

Kontrollkalvarna fick sin första råmjölksgiva på 2,5-3 liter (Brix-värde över 22 %) inom sex timmar efter födseln. Om modern inte hade råmjölk av tillräckligt hög kvalitet gavs istället råmjölk från gårdens frysta råmjölksbank, vilket resulterade i att fyra kontrollkalvar fick mjölk från en annan ko. Under råmjölkperioden utfodrades de med napphink med totalt sex liter kvalitetssäkrad råmjölk fördelat på två givor per dag (07:00 och 18:00). När kalvarna flyttades till gruppbox utfodrades de med 3 liter helmjölk 3 ggr per dag (07:00, 13:00, 18:00) från individuella napphinkar. Mängden konsumerad råmjölk/mjölk per giva noterades för varje kalv under hela studieperioden (fyra veckor), för att kunna upptäcka med nedsatt aptit.

3.2.2. Försöksgrupp

Försökskalvarna hölls i möjligaste mån tillsammans med sin mamma i kalvningbox de första tre dagarna (till och med sjätte mjölkningen). Detta gjordes för att ge ko och kalv en chans att skapa ett starkt moder-ungeband innan de infördes till lösdriften med övriga ko-kalvpar (bilaga 3).

Hälften av försökskalvarna (tio kalvar) fick sin första råmjölksgiva på 2,5-3 liter (Brix-värde över 22 %) inom sex timmar efter födseln. Övriga försökskalvar fick

ingen råmjölksgiva, utan fick själva dia från kons juver. Om modern inte hade råmjölk av tillräckligt hög kvalitet gavs istället råmjölk från gårdens frysta råmjölksbank, vilket resulterade i att tre försökskalvar fick mjölk från en annan ko.

Lösdriften där försöksgruppen hölls efter perioden i kalvningsbox bestod av tre avdelningar: en grovfoderavdelning med mjölkrobot till korna (DeLaval Voluntary Milking System VMS™, Tumba, Sweden), en liggbåsavdelning som kalvarna inte kom åt, ett gemensamt utrymme för ko och kalvar med liggbås (kontaktyta), samt en kalvgömma dit korna ej kunde komma åt men ha uppsikt över sina kalvar (bilaga 3). Kalvar och kor hade möjlighet att själva välja när de ville umgås med varandra genom att gå till kontaktytan. Kontaktytan och avdelningen med mjölkrobot var avskilda med enkelriktade passagegrindar som enbart korna kunde komma genom. Korna kunde gå från kontaktytan till grovfoderavdelningen, och för att komma tillbaka till kontaktytan fick de passera mjölkkningsroboten. I kalvgömman fanns egna liggbåsutrymmen med madrass täckt av spån (för att uppmuntra kalvarna att inte ligga i kornas liggbås), samt en spånbeströdd lekyta.

3.3. Registreringar och provtagningar

3.3.1. Passiv immunitet

Ett 9 ml serumrör (blod) per kalv togs från vena jugularis, från både försöks- och kontrollkalvarna vid 2–8 dagars ålder. Provet togs av personalen på gården, vickades varsamt, märktes med datum och kalvnummer, och placerades sedan i kyl. Provröret vilade i minst 30 min för att underlätta separering mellan serum och blodkroppar innan det centrifugerades (4 000 rcf, 10 min). Serumet analyserades för totalproteinhalten (STP) med optisk refraktometer (Master refractometer®, ATAGO) samma dag för att bedöma kalvarnas råmjölksupptag.

Refraktometerens prisma täcktes med serum och mängden totalprotein (g/dl) avlästes genom att rikta instrumentet mot en ljuskälla och läsa av gränsen mellan det ljusa och mörka området. Mellan varje analys rengjordes glaset för kalibrering. Samtliga avläsningar gjordes av författaren. Avläsningarna till försöksgruppen var blindade, vilket innebar att personen som läste av resultatet inte visste om kalven fått råmjölksbolus eller inte.

Databehandling - passiv immunitet

Kalvarnas totalproteinvärden delades i in försöksgrupp 1, försöksgrupp 2 (tabell 2) och kontrollgrupp, beroende på vilken grupp kalven tillhörde.

3.3.2. Sjuklighet

Rutinmässiga kliniska undersökningar av samtliga kalvar genomfördes 2 ggr/vecka. Undersökningarna påbörjades alltid i kontrollgruppen för att minska risken för att föra in patogener från de vuxna djuren till kontrollkalvarna. Efter det skedde ett klädomblyt till rena kläder och sedan fortsatte undersökningarna i försöksgruppen. De parametrar som undersöktes var hosta, näsflöde, ögonsekret, öronhållning och avföring. Dessa parametrar graderades på en skala från 0 (inga symptom) till 3 (kraftiga symptom) efter en standardiserad mall utformad av forskare på University of Wisconsin Madison (bilaga 2; McGuirk & Ollivet 2015). Temperatur, andningsfrekvens, hjärtfrekvens samt övriga avvikande fynd (allmäntillstånd, navelinflammation, navelbräck, ledinflammation) registrerades vid varje klinisk undersökning (bilaga 2). Stetoskop, rektaltermometer och tidtagarur användes som hjälpmedel till undersökningarna. I möjligaste mån utfördes undersökningarna av författaren, men vid enstaka tillfällen utfördes undersökningarna av en annan person med veterinär kompetens, vilket noterades. En gemensam genomgång och träning av protokollen gjordes inför försöksstarten, för att kalibrera hälsobedömningarna.

Vid födseln fästes öronmärken för aktivitets- och tuggmätning i höger öra (Allflex Livestock Intelligence Young Stock monitoring application). Via öronmärkena övervakades kalvarnas aktivitet och ätbeteende dygnet runt, och larm om misstänkta sjukdomsevent skickades dagligen till försökspersonal. Systemet var kalibrerat för att kunna känna av mycket subtila förändringar i beteende, och användes som hjälpmedel för att upptäcka tidiga sjukdomstecken. I tillägg utfördes daglig tillsyn av gårdens personal.

När försökspersonalen kontaktades om misstanke om sjukdom hos någon kalv, eller då hälsolarm skickats från aktivitetsmätarna utfördes en klinisk undersökning av de sjuka djuren nästkommande vardag. Undersökningen följde samma standardiserade protokoll som vid de ordinarie hälsoundersökningarna beskrivnas ovan. Vid sjukdom som krävde behandling, dokumenterades den behandlande veterinärens journalanteckningar.

Databehandling - sjuklighet

Hälsodata sammanställdes för varje individ i försöks- och kontrollgruppen i Excel (Microsoft 2016, New Mexico, U.S.A). För att undersöka förekomsten av de vanligaste symptomen, räknades antalet kalvar som haft symptom inom respektive parameter enligt hälsoprotokollet (McGuirk & Ollivet 2015).

Feber, liksom parametrarna hosta, näsflöde, ögonsekret, öronhållning och avföring, räknades som sjukdomssymptom och gränsvärdet definierades av rektaltemperatur $>39,5$ °C i enlighet med en tidigare genomförd studie (Mahendran *et al.* 2017). För

varje kalv och undersökningstillfälle beräknades en klinisk sjukdomspoäng (clinical illness score, CIS) genom att addera de observerade sjukdomspoängerna (tabell 4) (Amrine *et al.* 2013; Love *et al.* 2014; Mcguirk & Peek 2014; Mahendran *et al.* 2017).

Tabell 4. Poängsättning av symptom vid varje klinisk undersökning. Varje kalvs poäng per undersökningstillfälle summerades vilket gav en klinisk sjukdomspoäng (CIS).

Symptom	Poängsättning
Temperatur	0 (<39,5 °C)
	1 (>39,5 °C)
Hosta	0-3*
Öronhållning	0-3*
Näsflöde	0-3*
Avföring	0-3*

* Poäng enligt hälsoprotokoll Calf health scoring chart av McGuirk & Ollivet (2015)

För den ena sjuklighetsanalysen användes varje kalvs högsta registrerade CIS-värde vid ett undersökningstillfälle för att kolla på skillnader mellan grupperna i den statistiska analysen. Sjuklighetsgraderingen gjordes på samma sätt som Mahendran *et al.* (2017), för att undersöka om det fanns skillnader mellan försöks- och kontrollgrupp och ha stöd från en annan studie som gjort på liknande sätt. CIS-graderingen användes inte som ett direkt biologiskt mått på hur sjuk eller frisk kalvarna var utan snarare som ett hjälpmedel för gruppering av symptomen (få eller flera/allvarligare symptom per tillfälle). Detta värde poängsattes (0 eller 1), beroende på CIS var ≤ 2 eller > 2 (tabell 5).

Tabell 5. Kalvhälsa grupperad efter få eller flera symptom vid det undersökningstillfälle som kalven hade högst registrerat CIS-värde, enligt Mahendran *et al.* (2017).

Sjukdomskategori	CIS*	Sifferkod för statistik analys
Inga-få symptom	≤ 2	0
Flera symptom	> 2	1

*clinical illness score

För studiens andra analys av sjuklighet omgrupperades datasetet för att få en mer samlad bild över hur sjuk varje kalv hade varit under hela studieperioden (tabell 6) (inte enbart efter ett sjukdomstillfälle som i tabell 5). För att ingå i sjukdomskategorin *ingen sjukdom* hade kalven aldrig haft några symptom vid något undersökningstillfälle. Kalvar som haft något symptom vid ett eller flera tillfällen kategoriserades beroende på hur ofta och/eller hur allvarliga symptom kalven haft under studieperioden. För att räknas in i sjukdomskategorin *kraftig sjukdom* krävdes även att kalven hade nedsatt allmäntillstånd.

Tabell 6. Kalvhälsa grupperad efter grad av sjukdomsstatus under hela studieperioden.

Sjukdomskategori	Sjukdomsbeskrivning	Sifferkod för statistisk analys
Ingen sjukdom	Inga symptom	0
Lindrig sjukdom	Ett symptom 1-2 ggr	1
Måttlig sjukdom	Ett symptom >2 ggr eller två olika symptom samtidigt	2
Kraftig sjukdom	≥2 symptom samtidigt + måttligt nedsatt allmäntillstånd	3

Varaktigheten för kalvarnas sjukdom uppskattades efter om kalvarna varit sjuka (CIS ≥1) i mindre än 4 dagar eller mer än 4 dagar, anledningen till detta var studiens design där kalvarna undersöktes var tredje till fjärde dag. En kalv räknades som frisk när den hade haft en hälsoundersökning utan symptom (CIS <1). De kalvar där sjukdomsperiodens längd inte kunde bedömas eftersom de hade sjukdomsymtom vid sista hälsoundersökningen exkluderades (n=5).

Tidpunkten för när kalvarna i försöks- och kontrollgruppen var sjuka (CIS ≥1) delades upp beroende om de blev sjuka de första två levnadsveckorna, de två sista veckorna i försöket eller om de var sjuka i båda perioder.

3.4. Statistisk analys

Samtliga statistiska analyser gjordes med mjukvaran SPSS® (IBM 2020).

3.4.1. Passiv immunitet

Medelvärde, standardavvikelse, median och kvartilavstånd beräknades för totalproteinvärdet i varje grupp. Hypotesprövning för skillnader i passiv immunitet mellan försöksgrupp 1, försöksgrupp 2 och kontrollgrupp gjordes med Kruskal-Wallis Test, med signifikansnivå vald till $p < 0,05$. Testet valdes eftersom totalproteinvärdens utfallsvariabel var kvantitativ men ej normalfördelad, samt för att möjliggöra jämförelse mellan medelvärdena i de tre grupperna.

3.4.2. Sjuklighet

För att pröva hypotesen att det fanns skillnader i sjuklighet enligt tabell 5 och tabell 6, sjukdomsperiodens varaktighet och när kalvarna var sjuka mellan försöks- och kontrollgruppen utfördes ett Pearsons Chi-square test för varje variabel. Signifikansnivån för varje variabel sattes till $p < 0,05$. Om värdena i tabellcellerna för Pearsons Chi-square testet var mindre än fem, gjordes ett Fisher exact test med signifikansnivå vald till $p < 0,05$.

4. Resultat

4.1. Passiv immunitet

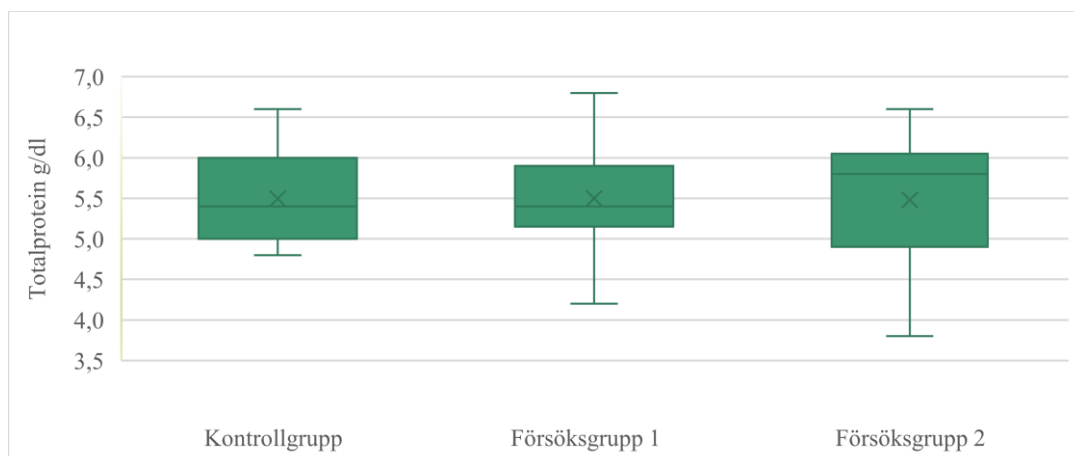
4.1.1. Deskriptiva resultat

I studiepopulationen fanns totalt 6 kalvar (15 %) med FPT (<5,0 g/dl; Elsohaby *et al.* 2019). Dessa var jämnt fördelade bland försöks- och kontrollkalvarna, och motsvarade 15 % av försöksgruppen och 16 % av kontrollgruppen. Deskriptiva resultat gällande serum totalprotein finns presenterade i tabell 7 och figur 1.

Tabell 7. Deskriptiv statistik över kalvarnas totalproteinvärden i serum och förekomst av FPT i respektive grupp. Försöksgrupp 1 inkluderar kalvar som diat från mamma och fått råmjölk manuellt. Försöksgrupp 2 består av kalvar som enbart diat från mamma. Kontrollgruppen inkluderar kalvar som diat från mamma och fått råmjölk manuellt.

Grupp	Medelvärde för totalproteinvärde i serum g/dl ± SD*	Median för totalproteinvärde i serum g/dl (IQR**)	Antal kalvar med FPT (% av gruppen)
Försöksgrupp 1 (n=10)	5,5±0,69	5,4 (0,8)	1 (10 %)
Försöksgrupp 2 (n=10)	5,5±0,83	5,8 (1,1)	2 (20 %)
Kontrollgrupp (n=19)	5,5±0,52	5,4 (1,0)	3 (16 %)

*standardavvikelse **kvartilavstånd ***failure of passive transfer (serum total protein <5,0 g/dl)



Figur 1. Spridningen av kalvarnas totalproteinvärde g/dl i serum. Krysset visar medelvärdet för varje grupp. Strecket i boxarna visar medianen och de vertikala strecken visar spridningen från det högsta till det lägsta registrerade total proteinvärdet. Försöksgrupp 1: Kalvar som diat från mamma och fått råmjölk manuellt. Försöksgrupp 2: Kalvar som enbart diat från mamma. Kontrollgrupp: Kalvar som diat från mamma och fått råmjölk manuellt.

4.1.2. Hypotestestning

Nollhypotesen att ingen skillnad i totalproteinvärde i serum förelåg mellan försöksgrupp 1, försöksgrupp 2 och kontrollgrupp kunde inte förkastas (P -värde = 0,96). Följande resultat visar att gruppernas värden är nästintill helt lika, och därför kan ingen skillnad i passiv immunitet ses mellan grupperna.

4.2. Sjuklighet

4.2.1. Deskriptiva resultat

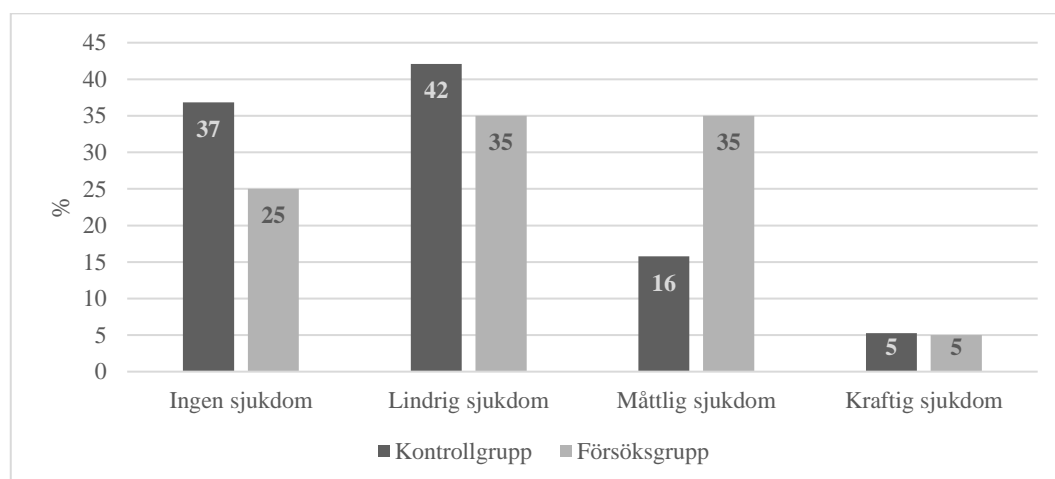
Data från hälsoundersökningarna baseras på totalt 288 observationer fördelade på försöksgruppen (147 observationer) och kontrollgruppen (141 observationer). Antal hälsoundersökningar per kalv varierade mellan 6 och 9 (medel = 7,4 observationer/kalv), beroende på antalet hälsolarm och vilka undersökningsdagar som inkluderades i studieperioden på 28 dagar per kalv. Inga kalvar dog under studieperioden. En kalv i kontrollgruppen krävde veterinärbesök, där den initiala misstanken var oral nekrobacillos. Kalven blev slutligen behandlad för misstänkt encephalomeningit på grund av neurologiska symptom. I tabell 8 ses hur fördelningen av symptom var vid den undersökningen hos varje kalv med högst observerade CIS-värde.

Tabell 8. Kalvhälsa indelat gruppvis efter om de hade få eller flera symptom enligt Mahendran et al. (2017) vid det undersökningstillfälle kalvarna hade högst CIS-värde. Kontrollgrupp: Kalvar som inte gått med mamma. Försöksgrupp: Kalvar som gått med mamma.

Sjukdomskategori	Antal kalvar (%)	
	Kontrollgrupp	Försöksgrupp
Inga - få symptom (CIS ≤2)	17 (90 %)	17 (85 %)
Flera symptom (CIS >2)	2 (10 %)	3 (15 %)

CIS: clinical illness score i enlighet med Mahendran et al. (2017)

Totalt 37 % av kontrollkalvarna och 25 % av försökskalvarna var helt symptomfria under hela studieperioden (figur 2). Övriga kalvar, 63 % av kontrollgruppen och 75 % av försöksgruppen, hade ett till flera symptom under studieperioden. De mest förekommande symptomen i kontrollgruppen var hosta (8/19, 42,1 %), diarré (7/19, 36,8 %) och feber (2/19, 10,5 %) medan i försöksgruppen var diarré (11/20, 55 %) och feber (11/20, 55 %) vanligast, följt av hosta (5/20, 25 %).



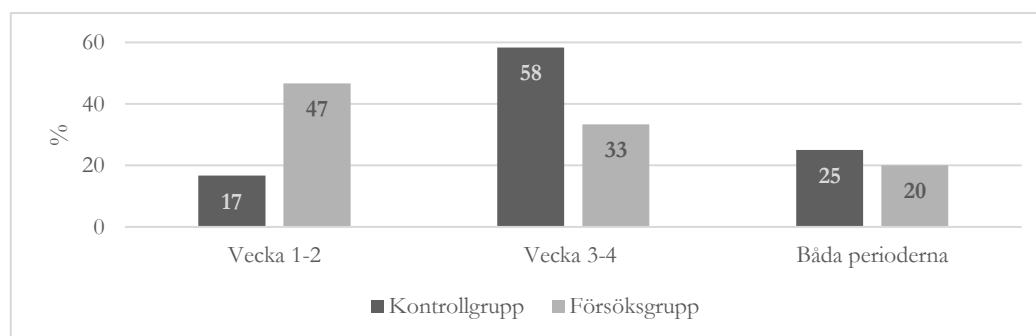
Figur 2. Kalvhälsa utefter kalvarnas sammanställda sjukdomsstatus från födsel tills fyra veckors ålder. Datasetet är baserat på symptomens allvarlighetsgrad och antal gånger symptom registrerades per kalv under perioden. Kontrollgrupp: Kalvar som inte gått med mamma. Försöksgrupp: Kalvar som gått med mamma. Ingen sjukdom: Inga symptom någon gång. Lindrig sjukdom: Ett symptom 1-2 ggr. Måttlig sjukdom: Ett symptom >2ggr eller två olika symptom samtidigt. Kraftig sjukdom: ≥2 symptom samtidigt + måttligt nedsatt allmäntillstånd en eller flera ggr.

Ett observandum var att i försöksgruppen sågs 5 kalvar med feber och diarré (Klinisk sjukdomspoäng >0 per symptom enligt McGuirk & Ollivet (2015) samtidigt, fördelade på 8 observationer. Tre av dessa observationer hade symptomgrad 2 eller 3 i diarré. I kontrollgruppen sågs endast en kalv vid ett tillfälle med denna kombination av symptom, då med diarrépoäng 1. I försöksgruppen fanns också en kalv som hade blod i diarrén i kombination med feber vid ett undersökningstillfälle.

För kalvarnas uppskattade sjukdomsvaraktighet ingick 22 kalvar av de totalt 27 kalvarna som visade symptom (CIS ≥ 1) vid något tillfälle under studien (tabell 9; figur 3). Fem kalvar exkluderades då sjukdomsperioden inte avslutades inom studiens tidsram.

Tabell 9. Sjukdomens varaktighet och sjukdomsperiod hos kalvarna som uppvisade symptom. I datan för sjukdomens varaktighet inkluderas totalt 22 av 27 kalvar som uppvisade symptom (CIS > 0) någon gång från födseln tills fyra veckors ålder. Kalvar som hade symptom vid sista undersökningen exkluderas eftersom symptomens varaktighet inte kunde bedömas. I datan för sjukdomsperioden är samtliga 27 kalvar som uppvisade symptom under studieperioden inkluderade. Kontrollgrupp: Kalvar som inte gått med mamma. Försöksgrupp: Kalvar som gått med mamma.

		Antal kalvar (%)	
		Kontrollgrupp	Försöksgrupp
Sjukdomens varaktighet	<4 dagar	7 (50 %)	3 (38 %)
	>4 dagar	7 (50 %)	5 (62 %)
Sjukdomsperiod	Vecka 1-2	2 (17 %)	7 (47 %)
	Vecka 3-4	7 (58 %)	5 (33 %)
	Båda perioderna	3 (25 %)	3 (20 %)



Figur 3. Fördelning av kalvarnas sjukdomsperiod (när kalvarna fick symptom under de fyra första levnadsveckorna). Inkluderar 27 kalvar som uppvisade symptom under studieperioden på fyra veckor (från födsel tills 28 dagars ålder). Kontrollgrupp: Kalvar som inte gått med mamma. Försöksgrupp: Kalvar som gått med mamma.

4.2.2. Hypotestestning

Nollhypotesen att det inte fanns någon skillnad mellan försöks- och kontrollgruppen kunde inte förkastas vid analys av kalvarnas sjuklighet, med grupperingar baserade på om kalvarna hade inga-få eller flera symptom enligt Mahendran *et al.* (2017), varje kalvs samlade sjukdomsläge från studieperioden, sjukdomens varaktighet eller tidpunkten när kalvarna var sjuka (tabell 10). Detta innebär att inga statistiskt signifikanta skillnader i sjuklighet kunde hittas mellan studiens kontrollgrupp och försöksgrupp.

Tabell 10. Resultat från statistiska analyser om kalvhälsa vid jämförelse av studiens kontrollgrupp mot försöksgruppen. Studien följde kalvarnas hälsa från födsel till fyra veckors ålder. Kontrollgrupp: Kalvar som inte gått med mamma. Försöksgrupp: Kalvar som gått med mamma.

Analys av	2-sidigt P-värde (Fisher exact test)	Statistisk signifikans (P-värde <0,05)
Inga-få/flera symptom vid tillfälle med högst CIS-värde*	1,0	Nej
Sjukdomsstatus**	0,6	Nej
Sjukdomens varaktighet	0,6	Nej
Sjukdomsperiod	0,3	Nej

*kategorier enligt Mahendran et al. (2017)

**egen sjukdomskategori utefter en sammanställning av kalvens sjukdomsläge från födsel till fyra veckors ålder. CIS: clinical illness score

5. Diskussion

Att kalvarna har en god hälsostatus är en grundläggande förutsättning för en god ekonomi inom mjölkproduktionen (Cho & Yoon 2014; Andersson 2019). Vår studie hade som avsikt att undersöka hur kalvarnas hälsa påverkas beroende på om de gick med mamma och fick dia fritt, eller om de separerades från kon direkt efter födseln och utfodrades manuellt med restriktiva mjölkgivor. Detta studentarbete gjordes på en mycket begränsad studiepopulation under en kort tidsperiod, och eventuella slutsatser bör tolkas med försiktighet då resultaten förmodligen inte är överförbara till en större studiepopulation. Ingen signifikant skillnad i sjukdomsfrekvens och passiv immunitet mellan försöks-, och kontrollkalvarna kunde påvisas, något som skiljer sig från studiens huvudhypotes.

5.1. Passiv immunitet

Det fanns ingen signifikant skillnad i kalvarnas totalproteinvärde i serum mellan försöks- och kontrollkalvar, oavsett om en extra råmjölksgiva givits till försökskalvarna. Resultatet skiljer sig från andra studier som antingen rapporterat att en högre andel av kalvar som diar från kon har FPT (Edwards & Broom 1979; Lora *et al.* 2019), eller att en lägre andel av kalvarna har FPT (Stott *et al.* 1979b; Weaver *et al.* 2000; Beam *et al.* 2009; Lora *et al.* 2019).

Jämfört med andra studier (Beam *et al.* 2009; Lora *et al.* 2018, 2019) var förekomsten av FPT låg i vår studie och det är möjligt att avsaknaden av skillnader i totalproteinvärden mellan grupperna kan ha berott på goda råmjölksrutiner. Det finns dock en stor variation i vilka analysmetoder som använts i olika studier, exempelvis vad som analyserats (IgG eller totalprotein), när proverna tagits, vilka gränsvärden för FPT som valts och om serum eller blod har analyserats (Beam *et al.* 2009; Lora *et al.* 2018, 2019; Elsohaby *et al.* 2019), vilket försvårar jämförelser av FPT mellan olika studier.

Samtliga kalvar i denna studie fick råmjölk av god kvalitet, vilket Beam *et al.* (2009) betonar är grundläggande för immunoglobulinupptaget och kan ha haft en positiv inverkan på antikroppsupptaget hos kalvarna. Kalvarnas låga förekomst av FPT kan också berott på att det fanns en låg förekomst av bakterier i mjölken. Låga

bakterienivåer i mjölk ger bättre förutsättningar för ett bra antikroppsuptag (Godden 2008), men detta har inte undersökts i vår studie. Många av korna i försöket var förstakalvare med en hög juverform vilket skulle kunna ha bidragit till att försökskalvarna lättare hittade spenen inom sex timmar och gett upphov till en god immunstatus hos kalvarna. Lågt hängande juver kan försvåra för kalven att dia från spenen, vilket kan resultera i en förlängd tid till att dia första målet och en ökad risk för FPT (Ventorp & Michanek 1992). Avelsarbete för att förbättra juverform och juvrets höjd över marken är även ett pågående arbete eftersom exempelvis lågt hängande juver ökar risken för mastit (Nakov *et al.* 2014) och långa spenar minskar risken för att mjölkkoppen sparkas av vid mjölkning med mjölkrobot (Carlström *et al.* 2016).

I studien togs blodproverna för analys av totalprotein i serum från två till åtta dagar efter första råmjölksgivan. Variationen i provtagningstidpunkt kan potentiellt gjort att värdena inte är helt jämförbara. Det finns dock stöd i litteraturen för att totalproteinvärdena provtagna från 24 timmar till 9 dagar efter första målet är tillförlitliga (Wilm *et al.* 2018).

Studiens resultat kan peka mot ko och kalvhållning inte behöver innebära att kalvarna får ett lågt antikroppsuptag av att dia från mamma, utan att goda råmjölksrutiner är av större vikt, men detta bör tolkas med försiktighet på grund av studiens design med lågt antal kalvar.

5.2. Sjuklighet

Ingen signifikant skillnad i sjuklighet eller symptomens varaktighet kunde ses mellan grupperna i studien, därför fanns inga belägg som stöder studiens underhypoteser att kalvarna i försöksgruppen skulle vara sjuka oftare, men en kortare tid än kontrollkalvarna. I detta arbete kunde vi inte analysera data för att ta reda på hur ko-kalvhållning påverkar risken för diarréer, eftersom vi då skulle behövt en större studiepopulation kalvar, över en längre tid och gärna analysera vilka patogener kalvarna blev sjuka av.

Diarréer, hosta och feber var det vanligaste symptomen i båda grupperna. Eftersom den övergripande sjukligheten inte skiljde sig åt mellan grupperna, bedömdes att vidare analyser på symptomsnivå inte skulle ge några tillförlitliga resultat. I framtida studier på större kalvpopulationer vore det dock intressant att undersöka ifall skillnader förekommer i symptom av sjukdom mellan kalvar som går med mamma och de som separeras efter födseln.

I denna studie har vi inte undersökt vilka agens som orsakat diarré eller hosta. Frågan kring om diarréer är infektiöst orsakade eller om de också kan bero på ett ökat mjölkintag har lyfts i tidigare studier. I denna studie observerades diarré med röda blodstråk i kombination med feber men utan nedsatt allmäntillstånd, vid ett tillfälle hos en kalv i försöksgruppen. Även flera observationer med diarré och feber sågs i försöksgruppen, än kontrollgruppen. Detta skulle kunna tala för att patogen-orsakade diarréer kan ha förekommit i mindre utsträckning, men ingen kalv i studien krävde behandling eftersom de var vid gott allmäntillstånd. Roth *et al.* (2009) diskuterade om ökade diarréer i ko-kalvhållning berodde på den fria tillgången till att dia. En studie av Khan *et al.* (2011) rapporterade att ett stort mjölkintag kunde ge upphov till lösare avföring utan att det behövde vara ett sjukdomstecken. Vidare forskning om utfodringsbetingade diarréer påverkar kalvarnas hälsa, genom exempelvis nedsatt tillväxt är nödvändigt. Beaver *et al.* (2019) har även lyft behovet av flera studier med fokus på luftvägspatogener hos kalvar i ko-kalvsystem.

Det fanns flera skillnader mellan och inom grupperna i studien, som kan ha gett upphov till olika förutsättningar. Olikheterna i utfodring försvårar för jämförelser mellan grupperna. Försökskalvarnas mjölkintag kontrollerades inte eftersom de hade fri tillgång till att dia. Detta kan ha gjort att vissa försökskalvar har haft högre mjölkintag liksom näringsintag och indirekt fått ett förbättrat immunförsvar än kontrollkalvarna. Risken finns också att några försökskalvar kan ha diat mindre för att kon inte låtit dem komma åt lika mycket, och således fått en sämre näringsstatus. Kalvar som eventuellt hade varit mer motståndskraftiga mot infektioner med en högre mjölkgiva, kanske blev mer sjuka, medan kalvar med högre mjölkgivor än kontrollgruppen kanske blev mindre sjuka än kontrollkalvarna. Det är möjligt att detta skulle spela roll i en större studiepopulation även om inga signifikanta skillnader i sjuklighet sågs i denna studie. Att den ena gruppen konsumerade mjölk genom digivning gjorde även att kalvövervakningen blev olika mellan grupperna, då gårdspersonalen lättare kunde upptäcka om en kontrollkalv åt sämre än vanligt. Detta kan ha lett till att fler djur med sjukdomstecken upptäcktes i kontrollgruppen, eftersom försökspersonalen fick information om kontrollkalvar med nedsatt aptit.

En av studiens brister var att inhysningen mellan försöks- och kontrollkalvar skiljde sig åt i både yta och gruppstorlek. Detta gjorde att det inte gick att renodlat studera effekten av att enbart gå med mamma. Försökskalvarna utsattes för ett högre smitttryck eftersom de vistas i en större grupp och troligen utsattes för fler patogener jämfört med kontrollkalvarna. Ifall grupphållning med äldre djur och andra kalvar påverkar risken för ökad sjukdom är omdebatterat. Eftersom ingen skillnad sågs i sjuklighet mellan grupperna i denna studie kan man spekulera i att det ökade smitttrycket i försöksgruppen inte har orsakat en högre sjuklighet, men det kan också bero på att denna studie inte hade tillräckligt många inkluderade kalvar för att ge ett signifikant resultat. Detta är i enlighet med flera studier (Bar-Peled *et al.* 1997;

Torsein *et al.* 2011; Seppä-Lassila *et al.* 2018;), men avviker från ett antal studier som exempelvis sett ökad mängd luftvägssymptom hos kalvar som delat utrymme med äldre djur (Leblanc 1981; Curtis *et al.* 1988; Virtala *et al.* 1999; Waltner-Toews *et al.* 1986a; Svensson *et al.* 2006). Svensson *et al.* (2006) fann exempelvis att kalvarnas frekvens av luftvägssymptom var som högst vid två till tre månaders ålder, vilket indikerar att vi i denna studie avslutade hälsoundersökningarna för tidigt och borde följt kalvarna till och med tre månaders ålder för att kunna jämföra resultat med Svensson *et al.*'s (2006) resultat.

I denna studie hade försökskalvarna en betydligt större yta att röra sig på än kontrollkalvarna. Om kalvarnas aktivitet skiljde sig åt mellan grupperna undersöktes inte. Det går att diskutera ifall ökad möjlighet till rörelse bland försökskalvarna på sikt kan göra dem mer hållbara som vuxna. En studie genomförd av Gard *et al.* (2015) jämförde kalvarnas klövutveckling beroende på om de gick mycket i kuiperad terräng, eller mindre i en platt hage från 2-6 månaders ålder. Studien visade att elastiska putan hos kalvarna som hade rört sig mycket i varierad terräng ökade i volym jämfört med kontrollgruppen som rört sig mindre samt i lättare terräng. Detta skulle, enligt författarna, kunna ge långsiktiga hälsofördelar för kalvarna som exempelvis färre hältor som vuxen.

Att undersöka kalvarna enbart två gånger per vecka, gjorde att symptomens varaktighet inte kunde undersökas noggrannare än till under eller över fyra dagar. Tätare undersökningar hade kunnat ge mer noggranna resultat för när kalvarna fick sina första symptom och när de tillfrisknade, vilket även lyfts i andra studier (White & Renter 2009; Mcguirk & Peek 2014). Det är möjligt att med mer frekventa hälsoundersökningar och en större studiepopulation så hade skillnader i symptomens varaktighet mellan kontroll- och försökskalvar kunnat påvisas. Med tanke på att vissa kalvar fick utslutas ur datan om symptomduration eftersom de inte blev symptomfria inom studieperioden, hade det också varit intressant att följa dessa kalvar tills de tillfrisknade. Fördelen med att kalvarna även övervakades digitalt gjorde att vissa sjukdomsevent kunde identifieras tidigare än de rutinmässiga undersökningarna tillät. Däremot är det troligt att mycket korta sjukdomsevent kan ha missats. Mer frekventa undersökningar hade kunnat bidra till att upptäcka symptom som utvecklades under de 3-4 dagar som rutinmässiga hälsoundersökningar inte gjordes.

Ett observandum från studien är också att tiden som forskarna spenderade med kalvarna i respektive grupp kan ha påverkat antalet observerade symptom, där exempelvis spontan hosta och diarréer upptäckts i högre grad hos försökskalvar som hölls i en stor grupp.

Samtliga kalvar i studien avhornades och tjurkalvarna kastrerades. Vid ingreppet fick kalvarna meloxicam som har en halveringstid 16,2-25 timmar (Stock & Coetzee 2015; Meléndez *et al.* 2019). Under läkemedlets duration är det möjligt att eventuell feber maskerats på grund av den antiinflammatoriska effekten, vilket kan ha bidragit till minskade observationsfynd dygnet efter ingreppen. Eftersom båda grupperna behandlades lika, är det troligt att den febersänkande effekten var lika mellan grupperna. Kastrering är ett operativt ingrepp som ger upphov till en stressrespons och kan potentiellt hämma kalvens immunförsvar (Fisher *et al.* 1997), och skulle därför kunna ge upphov till en könsbias i studien. Det fanns dock en jämn fördelning av tjurkalvar i båda grupperna, så eventuell påverkan av kastrering på hälsodatan bör inte påverkat våra resultat.

5.3. Konklusion

I detta examensarbete kunde ingen skillnad i hälsoläget påvisas beroende på om kalvarna gick med mamman och fick dia fritt eller om de separerades tidigt efter födseln och utfodrades med spenhinkar. Framöver behövs flera studier som inkluderar större studiepopulationer av kalvar och kor för att få tillförlitliga resultat. Långtidsstudier, där morbiditet samt mortalitet kan beräknas för att få ett helhetsperspektiv, behövs för att undersöka hur ko-kalvhållning påverkar kalvhälsan på lång sikt. Vid vilken ålder som kalvarna blir sjuka, vilka symptom som är vanligast, vilka agens som orsakar sjukdom, och om det förekommer en skillnad i sjukdomsfrekvens och sjukdomens varaktighet beroende på hållningssätt är områden för vidare forskning.

Fler studier behövs kring hur ko-kalvsystem påverkar kalvens framtida och mammas nuvarande mjölkproduktion och reproduktion för att undersöka hur ekonomiskt hållbar ko-kalvhållningen är. Vidare behövs även forskning kring hur kalvarnas långsiktiga hälsa påverkas av att hållas med kor och dia fritt, samt om hur kornas hälsoläge påverkas av diandet i kombination med den dagliga mjölkningen med avseende på exempelvis juverhälsa. Sist men inte minst är det mycket intressant med ytterligare studier kring hur djurvälståndet påverkas av att ko och kalv har valmöjligheter i sin vardag. Att kalvarna kan välja när de vill äta eller umgås med korna. De vuxna djuren kan välja när de vill mjölkas (om system med mjölkrobot), och när de vill umgås med sina kalvar. Framtida forskning kring hur den sociala samvaron påverkar kor och kalvar är av stort intresse. Ytterligare studier behövs även kring vilka ko-kalvsystem som är optimala beroende på typ av besättning och varje gårds egna utmaningar.

Referenser

- Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N. & Hernandez-Jover, M. (2019). An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 102 (9), 8352–8366. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16578>
- Amrine, D.E., White, B.J., Larson, R., Anderson, D.E., Mosier, D.A. & Cernicchiaro, N. (2013). Precision and accuracy of clinical illness scores, compared with pulmonary consolidation scores, in Holstein calves with experimentally induced *Mycoplasma bovis* pneumonia. *American Journal of Veterinary Research*, 74 (2), 310–315. <https://doi.org/10.2460/ajvr.74.2.310>
- Andersson, C. (2019). *Djurhälsa och djurhållningsrutiner för kalvar på svenska mjölkgårdar*. (Avancerad nivå, A2E). Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-10715>
- Bar-Peled, U., Maltz, E., Bruckental, I., Folman, Y., Kali, Y., Gacitua, H., Lehrer, A.R., Knight, C.H., Robinson, B., Voet, H. & Tagari, H. (1995). Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 78 (12), 2726–2736. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76903-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76903-X)
- Bar-Peled, U., Robinson, B., Maltz, E., Tagari, H., Folman, Y., Bruckental, I., Voet, H., Gacitua, H. & Lehrer, A.R. (1997). Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. *Journal of Dairy Science*, 80 (10), 2523–2528. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76205-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76205-2)
- Barry, J., Bokkers, E. a. M., Berry, D.P., de Boer, I.J.M., McClure, J. & Kennedy, E. (2019). Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 10266–10276. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16815>
- Bassel, L.L., Tabatabaei, S. & Caswell, J.L. (2020). Host tolerance to infection with the bacteria that cause bovine respiratory disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36 (2), 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.003>
- Beam, A.L., Lombard, J.E., Koprak, C.A., Garber, L.P., Winter, A.L., Hicks, J.A. & Schlater, J.L. (2009). Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of Dairy Science*, 92 (8), 3973–3980. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>
- Beaver, A., Meagher, R.K., von Keyserlingk, M.A.G. & Weary, D.M. (2019). Invited review: A systematic review of the effects of early separation on dairy cow and calf

health. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 5784–5810.
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15603>

- Bengtsson, J. (2018). *Kalvhälsa i stora besättningar*. (Grundnivå, G2E). Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi. Lantmästare - kandidatprogram. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-9706>
- Besser, T.E., Garmedia, A.E., McGuire, T.C. & Gay, C.C. (1985). Effect of colostrum immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of Dairy Science*, 68 (8), 2033–2037.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81065-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81065-1)
- Besser, T.E. & Gay, C.C. (1994). The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 10 (1), 107–117.
[https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30591-0](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30591-0)
- Boonbrahm, N., Peters, K.J. & Kijora, C. (2004). The influence of calf rearing methods and milking methods on performance traits of crossbred dairy cattle in Thailand – 3. Calf performance. *Archives Animal Breeding*, 47 (5), 405–414.
<https://doi.org/10.5194/aab-47-405-2004>
- Bouissou, M-F., Boissy, A., Le Neindre, P. & Veissier, I. (2001). The social behaviour of cattle. *Social Behaviour in Farm Animals*, (4902–3ex), 113–135.
<https://doi.org/10.1079/9780851993973.0113>
- Brickell, J.S., McGowan, M.M., Pfeiffer, D.U. & Wathes, D.C. (2009). Mortality in Holstein-Friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal*, 3 (8), 1175–1182.
<https://doi.org/10.1017/S175173110900456X>
- Busch, G., Weary, D.M., Spiller, A. & von Keyserlingk, M.A.G. (2017). American and German attitudes towards cow-calf separation on dairy farms. *PLoS One*, 12 (3), :e0174013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174013>
- Carlsson, I. & Hellström, M. (1988). *Regeringens proposition 1987/88:93 om djurskyddslag, m.m.* (1987/88. I saml. Nr 93. Stockholm: Regeringskansliet)
- Carlström, C., Strandberg, E., Pettersson, G., Johansson, K., Stålhammar, H. & Philipsson, J. (2016). Genetic associations of teat cup attachment failures, incomplete milkings, and handling time in automatic milking systems with milkability, temperament, and udder conformation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 66 (2), 75–83. <https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1260153>
- Cho, Y. & Yoon, K.-J. (2014). An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science*, 15 (1), 1–17.
<https://doi.org/10.4142/jvs.2014.15.1.1>
- Curtis, C.R., Scarlett, J.M., Erb, H.N. & White, M.E. (1988). Path model of individual-calf risk factors for calthood morbidity and mortality in New York Holstein herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 6 (1), 43–62. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(88\)90025-6](https://doi.org/10.1016/0167-5877(88)90025-6)
- Cuttance, E.L., Mason, W.A., Laven, R.A. & Phyn, C.V.C. (2018). The relationship between failure of passive transfer and mortality, farmer-recorded animal health events and body weights of calves from birth until 12 months of age on pasture-based, seasonal calving dairy farms in New Zealand. *The Veterinary Journal*, 236, 4–11.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.04.005>

- Donovan, G.A., Dohoo, I.R., Montgomery, D.M. & Bennett, F.L. (1998). Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA. *Preventive Veterinary Medicine*, 33 (1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(97\)00059-7](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(97)00059-7)
- Edwards, S.A. & Broom, D.M. (1979). The period between birth and first suckling in dairy calves. *Research in Veterinary Science*, 26 (2), 255–256. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)32930-8](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)32930-8)
- Elsohaby, I., McClure, J.T., Waite, L.A., Cameron, M., Heider, L.C. & Keefe, G.P. (2019). Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102 (1), 567–577. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>
- Eurostats (2019). *Agriculture, forestry and fishery statistics – 2019 edition*. (Statistical books, ISSN 2363-2488). Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2785/798761>
- Fisher, A.D., Crowe, M.A., Ó’Nualláin, E.M., Monaghan, M.L., Larkin, J.A., O’Kiely, P. & Enright, W.J. (1997). Effects of cortisol on in vitro interferon- γ production, acute-phase proteins, growth, and feed intake in a calf castration model. *Journal of Animal Science*, 75 (4), 1041–1047. <https://doi.org/10.2527/1997.7541041x>
- Fröberg, S. (2008). *Effects of Restricted and Free Suckling*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-2645> (2008:99)
- Fröberg, S., Aspegren-Güldorff, A., Olsson, I., Marin, B., Berg, C., Hernández, C., Galina, C.S., Lidfors, L. & Svennersten-Sjaunja, K. (2007). Effect of restricted suckling on milk yield, milk composition and udder health in cows and behaviour and weight gain in calves, in dual-purpose cattle in the tropics. *Tropical Animal Health and Production*, 39 (1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s11250-006-4418-0>
- Fröberg, S., Lidfors, L., Svennersten-Sjaunja, K. & Olsson, I. (2011). Performance of free suckling dairy calves in an automatic milking system and their behaviour at weaning. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 61 (3), 145–156. <https://doi.org/10.1080/09064702.2011.632433>
- Gard, J.A., Taylor, D.R., Wilhite, D.R., Rodning, S.P., Schnuelle, M.L., Sanders, R.K., Beyers, R.J., Edmondson, M.A., DeGraves, F.J. & van Santen, E. (2015). Effect of exercise and environmental terrain on development of the digital cushion and bony structures of the bovine foot. *American Journal of Veterinary Research*, 76 (3), 246–252. <https://doi.org/10.2460/ajvr.76.3.246>
- Gelsing, S.L., Jones, C.M. & Heinrichs, A.J. (2015). Effect of colostrum heat treatment and bacterial population on immunoglobulin G absorption and health of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 98 (7), 4640–4645. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8790>
- Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1), 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S.M., Haines, D.M., Konkol, K. & Peterson, J. (2009). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *Journal of Dairy Science*, 92 (4), 1758–1764. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1847>

- Gorden, P. & Plummer, P. (2010). Control, management, and prevention of bovine respiratory disease in dairy calves and cows. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 26 (2), 243–259. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.004>
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I. & Østerås, O. (2009). Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 92 (4), 1660–1669. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1518>
- Gundersen, S. (2020). *Strategies for keeping cow and calf together in six European countries*. (Second cycle A2E, Independent project in Animal Science). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-15499>
- Holstege, M.M.C., de Bont-Smolenaars, A.J.G., Santman-Berends, I.M.G.A., van der Linde-Witteveen, G.M., van Schaik, G., Velthuis, A.G.J. & Lam, T.J.G.M. (2018). Factors associated with high antimicrobial use in young calves on Dutch dairy farms: A case-control study. *Journal of Dairy Science*, 101 (10), 9259–9265. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14252>
- Hötzel, M., Cardoso, C., Roslindo, A. & Keyserlingk, M.A.V. von (2017). Citizens' views on the practices of zero-grazing and cow-calf separation in the dairy industry: Does providing information increase acceptability? *Journal of Dairy Science*, 100 (5), 4150–4160. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11933>
- IBM (2020). *SPSS®IBM®* (Version: 27.0). English. <https://www.ibm.com/support/pages/node/3006603>
- Jasper, J. & Weary, D.M. (2002). Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85 (11), 3054–3058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74391-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9)
- Johnsen, J.F., Zipp, K.A., Kälber, T., Passillé, A.M. de, Knierim, U., Barth, K. & Mejdell, C.M. (2016). Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms? - Current and future research. *Applied Animal Behaviour Science*, 181, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.11.011>
- Jonsson, K. (2019). *Inventering av uppfödningssystem som tillåter ko-kalvkontakt i svenska mjölkbesättningar*. (Avancerad nivå, A2E). Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-10676>
- Khan, M.A., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. (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. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- Knierim, U., Wicklow, D., Ivemeyer, S. & Möller, D. (2020). A framework for the socio-economic evaluation of rearing systems of dairy calves with or without cow contact. *Journal of Dairy Research*, 87 (S1), 128–132. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000473>
- KRAV (2021-Utgåva). *Regler för KRAV-certifierad produktion*. www.krav.se. https://overblik-cloud-images.s3.eu.cloud-object-storage.appdomain.cloud/regelboken/files/kravsregler_utgava2021_webb.pdf [2020-10-21]
- Krohn, C.C., Foldager, J. & Mogensen, L. (1999). Long-term effect of colostrum feeding methods on behaviour in female dairy calves. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 49 (1), 57–64. <https://doi.org/10.1080/090647099421540>

- Le Neindre, P. (1989a). Influence of cattle rearing conditions and breed on social relationships of mother and young. *Applied Animal Behaviour Science*, 23 (1), 117–127. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(89\)90012-9](https://doi.org/10.1016/0168-1591(89)90012-9)
- Le Neindre, P. (1989b). Influence of rearing conditions and breed on social behaviour and activity of cattle in novel environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 23 (1), 129–140. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(89\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0168-1591(89)90013-0)
- LeBlanc, M. (1981). Management of calf herd programs. *The Veterinary Clinics of North America. Large Animal Practice*, 3 (2), 435–45. [https://doi.org/10.1016/s0196-9846\(17\)30138-6](https://doi.org/10.1016/s0196-9846(17)30138-6)
- Liberg, P. (2001). Housing, feeding and management of calves and replacement heifers in Swedish dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2001 (42), 465–478. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-42-465>
- Lidfors, L. (1994). *Mother - young behaviour in cattle: parturition, development of cow-calf attachment, suckling and effects of separation*. (Rapport). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurshygien.
- Lidfors, L.M. (1996). Behavioural effects of separating the dairy calf immediately or 4 days post-partum. *Applied Animal Behaviour Science*, 49 (3), 269–283. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(96\)01053-2](https://doi.org/10.1016/0168-1591(96)01053-2)
- Litterick, A.M. & Watson, C.A. (2003). Production Systems and Agronomy | Organic Farming. I: Thomas, B. (red.) *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Oxford: Elsevier, 934–942. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227050-9/00235-0>
- Lora, I., Gottardo, F., Bonfanti, L., Stefani, A.L., Soranzo, E., Dall’Ava, B., Capello, K., Martini, M. & Barberio, A. (2019). Transfer of passive immunity in dairy calves: the effectiveness of providing a supplementary colostrum meal in addition to nursing from the dam. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 13 (11), 2621–2629. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000879>
- Lora, I., Gottardo, F., Contiero, B., Dall’Ava, B., Bonfanti, L., Stefani, A. & Barberio, A. (2018). Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Preventive Veterinary Medicine*, 152, 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E. & More, S.J. (2011). Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Irish Veterinary Journal*, 64, 14. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-14>
- Love, W.J., Lehenbauer, T.W., Kass, P.H., Eenennaam, A.L.V. & Aly, S.S. (2014). Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *PeerJ*, 2. <https://doi.org/10.7717/peerj.238>
- Mahendran, S.A., Booth, R., Beekhuis, L., Manning, A., Blackmore, T., Vanhoudt, A. & Bell, N. (2017). Assessing the effects of weekly preweaning health scores on dairy calf mortality and productivity parameters: cohort study. *Veterinary Record*, 181 (8), 196–196. <https://doi.org/10.1136/vr.104197>
- Marcé, C., Guatteo, R., Bareille, N. & Fourichon, C. (2010). Dairy calf housing systems across Europe and risk for calf infectious diseases. *Animal*, 4 (9), 1588–1596. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000650>

- McGuirk & Ollivet (2015). *Wisconsin-Madison Calf Health Scoring Chart*. University of Wisconsin-Madison. https://www.vetmed.wisc.edu/fapm/wp-content/uploads/2020/01/calf_respiratory_scoring_chart.pdf [2020-12-11]
- McGuirk, S. & Peek, S. (2014). Timely diagnosis of dairy calf respiratory disease using a standardized scoring system. *Animal Health Research Reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 15, 1–3. <https://doi.org/10.1017/S1466252314000267>
- Meagher, R.K., Beaver, A., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. (2019). Invited review: A systematic review of the effects of prolonged cow-calf contact on behavior, welfare, and productivity. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 5765–5783. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16021>
- Meagher, R.K., Daros, R.R., Costa, J.H.C., von Keyserlingk, M.A.G., Hötzel, M.J. & Weary, D.M. (2015). Effects of degree and timing of social housing on reversal learning and response to novel objects in dairy calves. *PLoS One*, 10 (8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132828>
- Medrano-Galarza, C., LeBlanc, S.J., DeVries, T.J., Jones-Bitton, A., Rushen, J., Marie de Passillé, A. & Haley, D.B. (2017). A survey of dairy calf management practices among farms using manual and automated milk feeding systems in Canada. *Journal of Dairy Science*, 100 (8), 6872–6884. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12273>
- Mee, J.F. (2013). Why do so many calves die on modern dairy farms and what can we do about calf welfare in the future? *Animals*, 3 (4), 1036–1057. <https://doi.org/10.3390/ani3041036>
- Meléndez, D.M., Marti, S., Pajor, E.A., Sidhu, P.K., Gellatly, D., Janzen, E.D., Schwinghamer, T.D., Coetzee, J.F. & Schwartzkopf-Genswein, K.S. (2019). Pharmacokinetics of oral and subcutaneous meloxicam: Effect on indicators of pain and inflammation after knife castration in weaned beef calves. *PLoS One*, 14 (5), e0217518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217518>
- Michanek, P., Ventorp, M. & Weström, B. (1989). Intestinal transmission of macromolecules in newborn dairy calves of different ages at first feeding. *Research in Veterinary Science*, 46 (3), 375–379. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)31183-4](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)31183-4)
- Nakov, D., Hristov, S., Andonov, S. & Trajchev, M. (2014). Udder-related risk factors for clinical mastitis in dairy cows. *Veterinarski arhiv*, 84 (2), 111–127
- Norton, S., Heuer, C. & Jackson, R. (2009). A questionnaire-based cross-sectional study of clinical Johne's disease on dairy farms in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 57 (1), 34–43. <https://doi.org/10.1080/00480169.2009.36866>
- Odde, K.C. (1988). Survival of the neonatal calf. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 4 (3), 501–508. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)31027-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31027-6)
- Pempek, J.A., Schuenemann, G.M., Holder, E. & Habing, G.G. (2017). Dairy calf management - A comparison of practices and producer attitudes among conventional and organic herds. *Journal of Dairy Science*, 100 (10), 8310–8321. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12565>
- Piwczyński, D., Nogalski, Z. & Sitkowska, B. (2013). Statistical modeling of calving ease and stillbirths in dairy cattle using the classification tree technique. *Livestock Science*, 154 (1), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.02.013>

- Quigley, J., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P. & Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96 (2), 1148–55. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>
- Raboisson, D., Delor, F., Cahuzac, E., Gendre, C., Sans, P. & Allaire, G. (2013). Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *Journal of Dairy Science*, 96 (5), 2913–2924. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6010>
- Reinhardt, V. & Reinhardt, A. (1981a). Cohesive relationships in a cattle herd (*Bos indicus*). *Behaviour*, 77 (3), 121–151. <https://www.jstor.org/stable/4534115>
- Reinhardt, V. & Reinhardt, A. (1981b). Natural sucking performance and age of weaning in zebu cattle (*Bos indicus*). *The Journal of Agricultural Science*, 96 (2), 309–312. <https://doi.org/10.1017/S0021859600066089>
- Roth, B.A., Barth, K., Gygax, 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. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.004>
- SCB (2020). *Jordbruksstatistisk sammanställning 2020 med data om livsmedel-tabeller*. (URN:NBN:SE:SCB-2020-JO02BR2001_pdf). Örebro: SCB, enheten för lantbruks- och energistatistik. https://jordbruksverket.se/download/18.a0435ae174da57583ee3d34/1601628645765/Hela_JS.pdf
- von Schultz, K. (2015). *Utredning av ett utbrott av lunginflammation med Mycoplasma bovis i en svensk nötbosättning samt analys av antikroppar mot Mycoplasma bovis i tankmjölk från svenska bosättningar*. (Avancerad nivå, A2E). Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-4286>
- Seppä-Lassila, L., Oksanen, J., Herva, T., Dorbek-Kolin, E., Kosunen, H., Parviainen, L., Soveri, T. & Orro, T. (2018). Associations between group sizes, serum protein levels, calf morbidity and growth in dairy-beef calves in a Finnish calf rearing unit. *Preventive Veterinary Medicine*, 161, 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.020>
- Seppä-Lassila, L., Sarjokari, K., Hovinen, M., Soveri, T. & Norring, M. (2016). Management factors associated with mortality of dairy calves in Finland: A cross sectional study. *The Veterinary Journal*, 216, 164–167. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.07.008>
- SFS 1988:534 *Djurskyddslag*. Stockholm: Sveriges riksdag, Näringsdepartementet.
- SFS 1999:657 *Epizootilag*. Stockholm: Sveriges riksdag, Näringsdepartementet.
- SFS 2018:1192 *Djurskyddslag*. Stockholm: Sveriges riksdag, Näringsdepartementet.
- Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H. & Bruckental, I. (2005). Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 88 (4), 1460–1469. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72814-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72814-9)
- Singh, B. (2017). *Dyce, Sack, and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy*. Elsevier Ltd.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. 2nd ed. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.

- SJVFS 2019:18 (2019). *Statens Jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om offentlig djurskyddskontroll*. Jönköping: Statens jordbruksverk.
- Smith, B.P. (2014). *Large Animal Internal Medicine*. St. Louis, MO: Mosby Elsevier.
- Stehulova, I., Lidfors, L. & Spinka, M. (2008). Response of dairy cows and calves to early separation: Effect of calf age and visual and auditory contact after separation. *Applied Animal Behaviour Science*, 110 (1–2), 144–165. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.028>
- Stock, M.L. & Coetzee, J.F. (2015). Clinical pharmacology of analgesic drugs in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 31 (1), 113–138. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.11.002>
- Stott, G.H., Marx, D.B., Menefee, B.E. & Nightengale, G.T. (1979a). Colostral immunoglobulin transfer in calves I. Period of absorption1. *Journal of Dairy Science*, 62 (10), 1632–1638. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83472-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83472-4)
- Stott, G.H., Marx, D.B., Menefee, B.E. & Nightengale, G.T. (1979b). Colostral immunoglobulin transfer in calves. IV. Effect of suckling 1. *Journal of Dairy Science*, 62 (12), 1908–1913. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83522-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83522-5)
- Sumner, C.L. & von Keyserlingk, M.A.G. (2018). Canadian dairy cattle veterinarian perspectives on calf welfare. *Journal of Dairy Science*, 101 (11), 10303–10316. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14859>
- Svensson, C., Linder, A. & Olsson, S.-O. (2006). Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *Journal of Dairy Science*, 89 (12), 4769–4777. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72526-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72526-7)
- Svensson, C., Lundborg, K., Emanuelson, U. & Olsson, S.-O. (2003). Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 58 (3), 179–197. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(03\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(03)00046-1)
- Todd, C.G., McGee, M., Tiernan, K., Crosson, P., O’Riordan, E., McClure, J., Lorenz, I. & Earley, B. (2018). An observational study on passive immunity in Irish suckler beef and dairy calves: Tests for failure of passive transfer of immunity and associations with health and performance. *Preventive Veterinary Medicine*, 159, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.014>
- Torsein, M., Jansson-Mork, M., Lindberg, A., Hallen-Sandgren, C. & Berg, C. (2014). Associations between calf mortality during days 1 to 90 and herd-level cow and production variables in large Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 97 (10), 6613–6621. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7949>
- Torsein, M., Lindberg, A., Sandgren, C.H., Waller, K.P., Törnquist, M. & Svensson, C. (2011). Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 99 (2), 136–147. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.12.001>
- Tsioulpas, A., Grandison, A.S. & Lewis, M.J. (2007). Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation. *Journal of Dairy Science*, 90 (11), 5012–5017. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0192>
- Törnkvist, A. (2012). *Separation med begränsad fysisk kontakt - ett sätt att minska stressen och öka välfärden för ko och kalv inom mjölkproduktionen?* (Examensarbete). Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-1157> (2012:48)

- Van De Stroet, D.L., Calderón Díaz, J.A., Stalder, K.J., Heinrichs, A.J. & Dechow, C.D. (2016). Association of calf growth traits with production characteristics in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 99 (10), 8347–8355. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10738>
- Ventorp, M. & Michanek, P. (1992). The importance of udder and teat conformation for teat seeking by the newborn calf. *Journal of Dairy Science*, 75 (1), 262–268. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77761-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77761-3)
- Ventura, B.A., von Keyserlingk, M. a. G., Schuppli, C.A. & Weary, D.M. (2013). Views on contentious practices in dairy farming: the case of early cow-calf separation. *Journal of Dairy Science*, 96 (9), 6105–6116. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6040>
- Ventura, B.A., von Keyserlingk, M.A.G., Wittman, H. & Weary, D.M. (2016). What difference does a visit make? Changes in animal welfare perceptions after interested citizens tour a dairy farm. *PLoS One*, 11 (5), e0154733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154733>
- Virtala, A.M., Gröhn, Y.T., Mechor, G.D. & Erb, H.N. (1999). The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Preventive Veterinary Medicine*, 39 (1), 25–37. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(98\)00140-8](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(98)00140-8)
- Vitale, A.F., Tenucci, M., Papini, M. & Lovari, S. (1986). Social behaviour of the calves of semi-wild Maremma cattle, *Bos primigenius taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 16 (3), 217–231. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(86\)90115-2](https://doi.org/10.1016/0168-1591(86)90115-2)
- Växa (2020). *Husdjursstatistik*. Uppsala: Växa Sverige. <https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2020.pdf> [2020-09-07]
- Wagner, K., Barth, K., Palme, R., Futschik, A. & Waiblinger, S. (2012). Integration into the dairy cow herd: Long-term effects of mother contact during the first twelve weeks of life. *Applied Animal Behaviour Science*, 141 (3), 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.08.011>
- Waller, K.P., Verdier, K.D. & Persson, Y. (2013). Råmjölkskvalitet och kalvhälsa. *Svensk veterinärtidning*, (11), 29–33
- Waltner-Toews, D., Martin, S.W. & Meek, A.H. (1986a). Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds. III. Association of management with morbidity. *Preventive Veterinary Medicine*, 4 (2), 137–158. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(86\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0167-5877(86)90019-X)
- Waltner-Toews, D., Martin, S.W. & Meek, A.H. (1986b). The effect of early calfhood health status on survivorship and age at first calving. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue Canadienne De Recherche Veterinaire*, 50 (3), 314–317
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E. & Barrington, G.M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14 (6), 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>
- Webster, J. (2013). International standards for farm animal welfare: Science and values. *The Veterinary Journal*, 198 (1), 3–4. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.08.034>
- Webster, J. (2016). Animal welfare: Freedoms, dominions and “A Life Worth Living”. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 6 (6). <https://doi.org/10.3390/ani6060035>

- Whalin, L., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. (2018). Short communication: Pair housing dairy calves in modified calf hutches. *Journal of Dairy Science*, 101 (6), 5428–5433. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14361>
- White, B.J. & Renter, D.G. (2009). Bayesian estimation of the performance of using clinical observations and harvest lung lesions for diagnosing bovine respiratory disease in post-weaned beef calves. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 21 (4), 446–453. <https://doi.org/10.1177/104063870902100405>
- Whittington, R., Donat, K., Weber, M.F., Kelton, D., Nielsen, S.S., Eisenberg, S., Arrigoni, N., Juste, R., Sáez, J.L., Dhand, N., Santi, A., Michel, A., Barkema, H., Kralik, P., Kostoulas, P., Citer, L., Griffin, F., Barwell, R., Moreira, M.A.S., Slana, I., Koehler, H., Singh, S.V., Yoo, H.S., Chávez-Gris, G., Goodridge, A., Ocepek, M., Garrido, J., Stevenson, K., Collins, M., Alonso, B., Cirone, K., Paolicchi, F., Gavey, L., Rahman, M.T., de Marchin, E., Van Praet, W., Bauman, C., Fecteau, G., McKenna, S., Salgado, M., Fernández-Silva, J., Dziedzinska, R., Echeverría, G., Seppänen, J., Thibault, V., Fridriksdottir, V., Derakhshandeh, A., Haghkhah, M., Ruocco, L., Kawaji, S., Momotani, E., Heuer, C., Norton, S., Cadmus, S., Agdestein, A., Kampen, A., Szteyn, J., Frössling, J., Schwan, E., Caldow, G., Strain, S., Carter, M., Wells, S., Munyeme, M., Wolf, R., Gurung, R., Verdugo, C., Fourichon, C., Yamamoto, T., Thapaliya, S., Di Labio, E., Ekgatat, M., Gil, A., Alesandre, A.N., Piaggio, J., Suanes, A. & de Waard, J.H. (2019). Control of paratuberculosis: who, why and how. A review of 48 countries. *BMC Veterinary Research*, 15 (1), 198. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1943-4>
- Wilm, J., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. (2018). Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age. *Journal of Dairy Science*, 101 (7), 6430–6436. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13553>
- Wormsbecher, L., Bergeron, R., Haley, D., de Passillé, A.M., Rushen, J. & Vasseur, E. (2017). A method of outdoor housing dairy calves in pairs using individual calf hutches. *Journal of Dairy Science*, 100 (9), 7493–7506. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12559>
- Ågren, E. (2017). *Salmonella in Swedish Cattle*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-e-4007> (2017:35)

Tack

Jag vill först rikta ett stort tack till min huvudhandledare Lotta Berg för en fantastisk handledning med mycket stöd och god feed-back under hösten, samt även min examinator Emma Ternman. Jag vill också tacka min biträdande handledare Hanna Eriksson som varit en utomordentlig hjälp med allt praktiskt i projektet, väglett mig i val av statistiska analyser och noggrant korrekturläst arbetet. Vidare vill jag tacka Malin Hellström, Gunilla Helmersson, Rebecka Lindqvist och Erik Backman, för all hållhjälp av busiga kalvar vid hälsoundersökningarna. Slutligen vill jag rikta ett stort tack till all involverad personal på Lövsta forskningscentrum vid Sveriges lantbruksuniversitet som tagit blodproverna till projektet under hösten.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Ko och kalv brukar skiljas strax efter födseln

Visste du att kalvar inom mjölkproduktionen normalt sätt varken får dricka mjölk från sin mamma eller växa upp med henne? Kalvar inom den svenska mjölkproduktionen skiljs idag från sina mödrar inom timmar efter födseln, och hålls sedan ensamma i boxar de första veckorna innan de flyttas till grupper med andra kalvar i samma ålder. Kalvarna får därmed inte växa upp med äldre djur. De har inte möjlighet att välja när och hur mycket mjölk de vill dricka eftersom de utfodras av en djurskötare med en viss mängd mjölk på bestämda tider. Korna har inte heller valmöjlighet att vistas med sina kalvar. Separationen mellan ko och kalv har traditionellt genomförts eftersom kalven då inte kan dia lika mycket, och därmed har lantbrukaren haft mer mjölk kvar att sälja. Ko och kalv har också separerats för att värna om kalvarnas hälsa. Genom att hålla kalvarna utan vuxna kor, har man velat skydda kalvarna från sjukdomssmitta från äldre kor.

Hur påverkas ko och kalv av separationen?

En tidig separation mellan ko och kalv är mycket stressfylld för båda parter eftersom ett mycket starkt moder-ungeband bildas redan vid födseln. Korna brukar leta och råma efter sina kalvar, och även kalvarna brukar ropa efter kon en tid efter de skiljs. Att kalven inte får dia från mamman kan ge beteendestörningar som att kalvarna suger på varandra och slickar på inredningen eftersom den inte får tillgodosett sitt sugbehov. Kalven kan även påverkas på lång sikt av att inte umgås med vuxna kor. Det kan exempelvis göra att kalven som vuxen blir mer försiktig och har svårare att lära sig nya saker, som att anpassa sig till en ny ladugård eller introduceras till automatiska mjölkningssystem.

Varför gjordes studien?

Eftersom separationen av ko och kalv innebär nackdelar för djurens välfärd, finns ett ökat intresse för att hålla ko och kalv tillsammans bland många. Om man vill hålla ko och kalvar tillsammans är det viktigt säkerställa att kalvarnas hälsa inte påverkas negativt av att gå med kor. I denna studie undersökte vi därför hur kalvarnas hälsa påverkades av att gå kvar med mamman och dia jämfört med att skiljas från kon, få mjölk manuellt av gårdens personal och sedan växa upp med kalvar

med ungefär samma ålder. Vi följde totalt 39 kalvar fördelade på två grupper tills de var fyra veckor gamla.

















Vad kom vi fram till och varför är det intressant?

I studien kom vi fram till att vi inte kunde se någon skillnad i hälsa mellan kalvarna som gick med mamma och kalvarna gick utan mamma. Vår studie hade väldigt få kalvar och gjordes under en begränsad tid av kalvarnas liv, vilket innebär att resultatet bör tolkas med försiktighet. Mer forskning, på större studiepopulationer och som följer kalvarnas hälsa en längre tid behövs för att få mer tillförlitliga resultat. Resultatet är däremot intressant eftersom, om det stämmer att kalvarnas hälsa inte påverkas negativt av att hållas med kor, kan det leda till att fler lantbrukare vill prova att hålla kor och kalvar tillsammans. Djuren skulle då ha möjlighet att bete sig mer naturligt vilket troligen skulle vara fördelaktigt för både kor och kalvar. Även fler studier om hur kons hälsa och mjölkproduktion påverkas av att ge di till kalven, liksom hur djurvälståndet kan förbättras i system där ko och kalv kan få hållas ihop en längre period är intressant för framtidens forskning.

Bilaga 1. Calf health scoring chart



Fördjupad klinisk undersökning kalv (veterinär)

0	1	2	3
Hosta			
Ingen hosta	Enstaka hostningar efter hostprovokation	Upprepade hostningar efter hostprovokation, el enstaka spontan hostning	Upprepade spontana hostningar
Näsflöde			
Normalt seröst näsflöde	Mindre mängd färgat näsflöde unilateralt	Mindre till måttligt färgat näsflöde i båda nosborrharna	Kopiösa mängder mucopurulent sekret i båda nosborrharna
			
Ögonsekret			
Inget sekret	Mindre mängd sekret runt ena/båda ögonen	Måttlig mängd sekret runt båda ögonen	Kraftig mängd sekret runt båda ögonen
			
Öronhållning			
Normal öronhållning	Upprepade öronviftning-ar eller huvudskakningar	Ena örat hänger något lägre	Kalven lutar hela tiden huvudet åt samma håll, eller hänger med båda öronen
			
Avföring			
Normal	Halvlös, degkonsistens	Lös, men ligger uppe på ströet	Vattentunn, rinner in i ströet
			

Bilaga 2. Protokoll för hälsoundersökningar

Kokalv ht 2020: fördjupad klinisk undersökning kalvar (veterinär)

Datum	KalviD	Hosta (0-3)	Näsflöde (0-3)	Ögon (0-3)	Avföring (0-3)	Öron (0-3)	Temp (°C)	RR	HR	Vet. Initialer	Noteringar (navel, leder, åtgärd, övrigt)

Bilaga 3. Översiktlig planlösning för kor och kalvar i försöksgruppen

