



# Effekter på mjölk mängd och mjölksammansättning när ko och kalv hålls tillsammans i tidig laktation

---

*Effects of keeping cow and calf together in early lactation on milk yield and milk composition*

Filippa Löfgren Orebjörk



Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap • 15hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för Molekylära vetenskaper  
Agronomprogrammet livsmedel  
Molekylära vetenskaper, 2020:09  
Uppsala, 2020



# Effekter på mjölk mängd och mjölksammansättning när ko och kalv hålls tillsammans i tidig laktation

Filippa Löfgren Orebjörk

**Handledare:** Sigrid Agenäs, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Husdjurens utfodring och vård

**Examinator:** Jana Pickova, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Molekylära vetenskaper

**Omfattning:** 15hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap

**Kurskod:** EX0876

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet livsmedel

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för Molekylära vetenskaper

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2020

**Omslagsbild:** Jenny Svennås-Gillner, SLU

**Serietitel:** Molekylära vetenskaper

**Delnummer i serien:** 2020:09

**Nyckelord:** Mjölk mängd, mjölksammansättning, ko, kalv, begränsad digivning

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för molekylära vetenskaper



## 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. Mer information om publicering och arkivering går att hitta 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

Det finns ett intresse hos allmänheten för mjölkproduktion där ko och kalv hålls tillsammans istället för att separeras direkt efter födseln. Syftet med denna litteraturstudie var att sammanställa den information som finns i vetenskapliga artiklar om hur mjölmängd och mjölksammansättning påverkas av att ko och kalv hålls tillsammans i tidig laktation. Utformningen av systemen i studierna som granskades i denna studie skiljde sig åt, i majoriteten av studierna användes system med begränsad digivning, där ko och kalv hållits tillsammans under vissa tider av dygnet. I tre av sex studier som mätte mängd säljbar mjölk, var mängden säljbar mjölk mindre från kor som hållits med kalv. Nästan två gånger så stor mängd säljbar mjölk erhöles från kor som inte gett di till kalv. I en av sex studier var mängden säljbar mjölk större från kor som hållits med kalv, medan två studier inte kunde konstatera några signifikanta skillnader i mängden säljbar mjölk. Fetthalten var lägre i mjölk från kor som hållits med kalv i tre av fem studier. Trots att det fanns en numerisk skillnad i mjölkens proteinhalt i alla studier visar de inte på några tydliga samband och ingen av studierna konstaterade några signifikanta skillnader. En förutsättning för lönsamhet och hållbarhet i mjölkföretag är att producera en säker råvara med goda processegenskaper, som kan omvandlas till olika mjölkprodukter som lever upp till konsumenters förväntningar och värderingar. Därför bör forskningen fortsatt fokusera på konsumenters attityder kring ett sådant system, hur det praktiskt kan utformas samt hur produktionsfaktorerna påverkas av att ko och kalv hålls tillsammans.

*Nyckelord:* Mjölmängd, mjölksammansättning, ko, kalv, begränsad digivning

## Abstract

*There is an interest among the public of keeping cow and calf together in dairy production instead of separating them directly after birth. The aim of this literature study was to summarize the information in scientific articles about effects of keeping cow and calf together in early lactation on the yield of milk delivered to the milking machine, referred to as saleable milk, and on the composition of that milk. The systems in the studies that were included were different, most of the studies used restricted suckling, where cow and calf were kept together during some parts of the day. In three of six studies that measured the quantity of saleable milk, the quantity of milk was lower from the cows that were kept with calves and the cows that did not feed calves gave almost twice the amount of saleable milk during the experimental period. The quantity of saleable milk was higher in one of six studies that measured the quantity of saleable milk, whereas two studies reported no difference in the quantity of saleable milk. The fat content of the milk from cows that were kept with calves was lower in three of five studies. However, although there was a numerical difference in milk protein content in all studies there was no clear pattern between studies in milk protein and none of them reported a significant difference. In order for the dairy industry to be profitable and sustainable, it is essential that the milk produced on farms is safe and has a high processability that can be transformed into dairy products that match requirements and preferences of the consumers. Therefore, research should continue to include consumer attitudes and work towards a system that keeps cow and calf together, how it can be designed and how the production factors are affected by it.*

*Keywords:* Milk yield, milk composition, cow, calf, restricted suckling

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion.....</b>	<b>6</b>
1.1. Mjök som livsmedel .....	6
1.2. Mjökkegenskaper .....	7
1.3. Attityder kring separation av ko och kalv.....	7
1.4. Syfte.....	8
1.5. Avgränsningar .....	8
1.6. Metod.....	9
<b>2. Litteraturgenomgång .....</b>	<b>10</b>
2.1. Juveranatomi och mjölksyntes .....	10
2.2. Mjökknedgivning.....	10
2.3. Mjöksammansättning.....	11
2.3.1. Protein.....	11
2.3.2. Laktos .....	12
2.3.3. Fett.....	12
2.3.4. Celltal .....	13
2.4. Variationer vid provtagning av mjök .....	13
2.5. System där ko och kalv har hållits tillsammans i tidig laktation.....	14
2.5.1. Mängd säljbar mjök.....	15
2.5.2. Mjöksammansättning .....	18
2.5.3. Protein.....	18
2.5.4. Fett.....	19
2.5.5. Celltal och juverhälsa.....	20
2.5.6. Redovisning av konfidensintervall för behandlingseffekt.....	21
<b>3. Diskussion.....</b>	<b>23</b>
3.1. Mängd säljbar mjök.....	23
3.2. Mjöksammansättning.....	24
<b>4. Referenser.....</b>	<b>27</b>

# 1. Introduktion

## 1.1. Mjolk som livsmedel

Mjolk och mjolkprodukter förser människor runt om i världen med energi och näring dagligen. Mer än 80% av världens befolkning konsumerar mjolk eller mjolkprodukter regelbundet (FAO & GDP 2019). Mjolkens betydelse för människan har förändrats över tid. Med sitt höga näringsvärde har mjolken bidragit till vår överlevnad i ett subarktiskt klimat, men den har också varit en källa till spridning av sjukdomar. Genom forskning och utveckling av processer som pastörisering är mjolk och mjolkprodukter idag säkra livsmedel som utgör en del av den svenska kulturen, bland många fler.

Att råvaran är av hög kvalitet är en förutsättning för att kunna producera säkra och tillfredsställande produkter. Det regleras bland annat genom Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 853/2004 av den 29 april 2002 om fastställandet av hygienregler för livsmedel av animaliskt ursprung. I förordningen anges kriterier för förekomst av kroppsegna celler, så kallat celltal, antal bakterier och antibiotikarester som inbegriper obligatoriska analyser för att mjolken ska få säljas. Det är mjölkföretagaren som ansvarar för att lagstiftningen uppfylls. Av LRF Mjolk, som är rådgivande enhet och expertis för mjolkfrågor på Lantbrukarnas Riksförbund, beskrivs halterna av protein- och fett som ett mått på att mjölkens sammansättning är normal (Lantbrukarnas riksförbund 2019). Tillsammans har dessa faktorer betydelse för mjölkens säkerhet, hållbarhet och bearbetbarhet. Vanligen inryms gränsvärden för dessa parametrar i mjölkföretagens kvalitetsprogram. För gårdar som levererar mjolk till Arla Foods är samtliga parametrar betalningsgrundande (Arla Foods 2019). Det finns även andra parametrar som analyseras, utan att vara betalningsgrundande, som till exempel smak, lukt, sporer och fryspunkt. Vid anmärkningar på smak- eller lukt kan mjolken komma att behöva kasseras. Avvikande fryspunkt indikerar en onormal mjölksammansättning och kan vara tecken på störningar i produktionen. Vid problem med sporer erbjuder Arla Foods rådgivning för att åtgärda problemen (Arla Foods 2019).



## 1.2. Mjölkegenskaper

Mjölk är en emulsion av fett droppar lösta i en vattenbaserad lösning innehållande bland annat laktos, protein, vitaminer och mineraler. Mjölakens pH-värde är vanligen omkring 6-7 i rumstemperatur (Walstra *et al.* 2006). Den komplexa sammansättningen med ämnen med olika storlek och karaktär bidrar till att mjölk kan bearbetas på flera sätt. Eftersom fett dropparna har lägre densitet än mjölakens vattenfas kan fett separeras från mjölken relativt enkelt, vilket ger grädde och skummad mjölk. För att motverka att fettkulorna flyter upp till ytan sker vanligtvis homogenisering som ett steg i bearbetningsprocessen. Aggregering av proteiner genom att tillsätta syra eller enzymer ger produkter som fil, yoghurt och ostar i oändlig variation. Genom att avdunsta vatten kan man framställa mjölkpulver (Walstra *et al.* 2006).

Att mjölk är ett näringsrikt livsmedel innebär också att det är ett bra näringssubstrat för bakterier, vilket ställer höga krav på hygien från det att mjölken lämnar kons spene till att den färdiga produkten konsumeras. Risken för kontaminering från gödsel, foder och utrustning är stor. Därför finns det idag krav på pastörisering av mjölkprodukter, för eliminering av patogena bakterier som till exempel *Staphylococcus Aureus* och *Enterohemorragisk Escherichia coli*. Småskalig försäljning direkt från gård, högst 70 liter per vecka, är undantagen kravet på pastörisering (LIVSFS 2005:20). Pastörisering skyddar inte mot värmeresistenta sporer, vilket gör bibehållandet av en kontinuerlig kylkedja viktig för slutprodukten.

## 1.3. Attityder kring separation av ko och kalv

God djurvälstånd har olika betydelse för olika individer men enligt den svenska djurskyddslagen ska djur behandlas väl och skyddas mot onödigt lidande och sjukdom. De ska hållas och skötas i en god djurmiljö och på ett sådant sätt att deras välfärd främjas, att de kan utföra sådana beteenden som de är starkt motiverade för och som är viktiga för deras välbefinnande (naturligt beteende) och på ett sådant sätt att beteendestörningar kan förebyggas (SFS 2018:1192).

Den konventionella mjölkproduktionen har en tradition av att separera kalven från kon direkt efter födseln, vanligen inom 24 timmar. Den tidiga separationen har kommit att kritiseras allt oftare i samhällsdebatten. I en undersökning svarade en majoritet (76%) av de nordamerikanska respondenterna, som inte hade någon nära relation till mjölkbranschen, att de var emot den tidiga separationen (Ventura *et al.* 2013). I en annan studie undersöktes uppfattningarna om mjölkbranschen hos kanadensiska medborgare före och efter ett besök på en mjölkgård. Det visade sig att separationen av ko och kalv var det som flest var bekymmersamt inställda till efter besöket (Ventura *et al.* 2016). Vad som är naturligt eller att kon har ett

känslomässigt band till sin kalv är exempel på argument som har visat sig ligga bakom stödet för att låta kalven stanna längre tillsammans med kon hos tyska och amerikanska medborgare (Busch *et al.* 2017).

Vanliga argument för att separera kalv och ko är att det är ekonomiskt fördelaktigt eftersom det ökar andelen säljbar mjölk som kalven annars skulle dricka samt att det minskar spridning av sjukdomar mellan ko och kalv som till exempel infektion av *Cryptosporidium parvum* (Faubert & Litvinsky 2000). Dessutom saknas det kunskap om praktiska lösningar för att låta kalven gå kvar. Som ett resultat av intresset för en annan typ av kalvhållningssystem, både hos konsumenter och branschverksamma, har det på senare tid gjorts studier där kalv och ko har hållits tillsammans. Även om vissa av studierna inkluderar produktionsfaktorer som mjölmängd och sammansättning tycks studierna i första hand fokusera på kalvarnas hälsa (Grøndahl *et al.* 2007; Fröberg *et al.* 2008; Johnsen *et al.* 2015). Mjölkföretagares lönsamhet är i slutändan ett resultat av konsumenternas efterfrågan och varornas aktualitet på marknaden. Därför är det av intresse att undersöka hur råvaran påverkas av att ko och kalv hålls tillsammans.

## 1.4. Syfte

För att säkerställa en hållbar mjölkproduktion i framtiden är alla perspektiv som nämnts ovan viktiga. Syftet med arbetet är att sammanställa den information som finns i vetenskaplig litteratur om hur mjölmängd och mjölksammansättning påverkas av att kalvarna hålls tillsammans med korna i början av laktationen istället för att separeras när de är nyfödda.

## 1.5. Avgränsningar

Mjölmängd och mjölksammansättning påverkas även av andra faktorer så som foder, laktationsstatus, ras, årstid och ålder. Dessa faktorer kommer denna studie inte att fokusera på. Uppsatsen bygger enbart på studier som använt maskinmjölkning eftersom hur mjölken töms har en inverkan på tidigare nämnda faktorer.

## 1.6. Metod

### *Litteraturgenomgång*

I denna litteraturstudie nyttjades databaserna Scopus och Web of Science för litteratursökning. Sökorden som användes var ”restricted suckling”, ”cow and calf”, ”milk yield” och ”milk composition”. Sveriges Lantbruksuniversitetets söktjänst Epsilon användes även för informationssökning. Målet var att granska fem till tio artiklar och det visade sig finnas ett begränsat antal artiklar om ämnet.

### *Statistisk analys*

För att kunna jämföra nivån och för att kunna uppskatta hur stor osäkerhet det finns i studierna har konfidensintervall för behandlingseffekt (KI) för de olika parametrarna beräknats, se formel nedan. Där  $\bar{x}_1$  är medelvärdet för grupp 1,  $\bar{x}_2$  är medelvärdet för grupp 2,  $t$  är tabellvärdet för en t-fördelning där  $\alpha$  är signifikansnivån och  $n_1 - n_2 - 2$  är stickprovsstorlek som ger antal frihetsgrader, SED är Standardavvikelse för skillnaden mellan två populationsmedelvärden.

$$KI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \pm t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_1-n_2-2)} \times SED$$

## 2. Litteraturgenomgång

### 2.1. Juveranatomi och mjölksyntes

Mjölkkörtlarna har utvecklats hos alla honliga däggdjur med syfte att förse dess avkomma med näring. Juvret hos en mjölkko utgörs av fyra mjölkkörtlar. Varje körtel har sin egen mjölkproducerande vävnad vars mjölk töms genom en egen spene (Sjaastad 2010). De mjölkproducerande cellerna, alveolerna, varierar i storlek beroende på hur mycket mjölk de innehåller. Alveolerna utgörs av ett enkelt lager körtelceller och kring dessa fint förgrenade blodkapillärer och glatt muskulatur. Hållrummet i alveolerna förenas i gångar som mynnar ut i juvercisternen, vilken i sin tur leder till spencisternen. Den 0.7-1.6 centimeter långa spenkanalen binder ihop spencisternen med utsidan (Sjaastad 2010).

Blodet förser juvervävnaden med de ämnen som behövs för att syntetisera mjölk. För att producera en liter mjölk krävs tillförsel av omkring 500 liter blod och juvret är därför beroende av en riklig blodtillförsel. I alveolernas körtelceller syntetiseras fett, proteiner och laktos. Andra ämnen så som vitaminer och mineraler kan transporteras direkt från blodet via körtelcellerna till mjölken (Sjaastad 2010). Den mängd mjölk som produceras är ett resultat av antalet alveolceller och deras metaboliska aktivitet, vilka inte är statiska utan förändras under laktationens gång. En mer frekvent tömning av juvret, tre gånger per dag i jämförelse med två gånger per dag, har exempelvis visat sig stimulera mjölkbildning. Detta regleras lokalt av faktorer på mjölkkörtelnivå och det är väl känt att det även finns faktorer som hämmar mjölkbildning genom klassisk feed-back inhibering (Stelwagen 2001).

### 2.2. Mjölknedgivning

Innan mjölknings är mjölken uppdelad i olika fraktioner i juvret. Ungefär 20% av mjölken ryms i cisterndelen där den är tillgänglig för tömning. Resterande del finns i alveolerna där den är fixerad av kapillära krafter. Eftersom fettdropparna har lägre densitet än mjölkens vattenfas har alveolmjölken ett högre fettinnehåll än

cisternmjölken. Endast genom så kallad mjölknedgivning eller mjölknedsläpp blir den tillgänglig för avkomman eller mjölkmaskinen (Bruckmaier *et al.* 1994).

I huden på spenarna och juvret finns neuroreceptorer som är känsliga för tryck. När dessa stimuleras utlöses en reflexmässig reaktion som via en neuroendokrin reflexbåge inducerar mjölknedsläpp. Nervsignalerna når hypotalamus som skickar signaler till hypofysens baklob att utsöndra hormonet oxytocin. Oxytocin transporteras via blodet och stimulerar kontraktion av alveolerna när de når receptorerna i det omkringliggande lagret av myoepitelceller (Mephram 1976). Olika typer av stimulering utlöser olika hög frisättning av oxytocin. Dgivning har visat sig ge en högre frisättning av oxytocin än handmjölkning respektive maskinmjölkning. Handmjölkning gav högre frisättning av oxytocin än maskinmjölkning men den mekaniska stimuleringen av mjölkningsmaskinen har ändå visat sig ge tillräcklig oxytocinrespons för att inducera mjölknedsläpp (Bruckmaier & Blum 1998).

Inom mjölkproduktion utnyttjas samma mekanismer som när en kalv buffar mot juvret och suger mjölk från spenen. Goda mjölkningsrutiner kan leda till en betingning hos kon som gör att hon förknippar vissa sinnesintryck med mjölkning (Akers 2002). På samma sätt kan främmande miljöer ha hämmande inverkan på frisättningen av oxytocin. Ett ofullständigt mjölknedsläpp har visat sig vara kopplad till förhöjda nivåer av kortisol och beta-endorphin som ett resultat av emotionell stress (Bruckmaier & Blum 1998).

## 2.3. Mjölksammansättning

### 2.3.1. Protein

Syntes av protein i juvervävnad följer samma mönster som proteinsyntes i övriga celler med translation och transkription. Från det endoplasmatiska retikulet via golgiapparaten transporteras proteinerna i vätskefyllda vesikler för att tömmas i alveolens lumen genom exocytos (Sjaastad 2010). Huvudgrupperna av proteiner i mjölk är kaseiner, albuminer och globuliner. Kasein utgör ungefär 80% av den totala mängden protein (Lindmark-Månsson *et al.* 2003). Kasein bildar miceller som aggregerar när pH sjunker. Effekten kan uppnås direkt, genom att tillsätta syra eller enzymer, eller indirekt, genom att tillsätta mikroorganismer som producerar enzymer eller syra. Dessa processer utgör grunden vid tillverkning av en mängd mjölkprodukter. Vid tillverkning av ost hamnar kaseinet i produkten medan albuminer och globuliner stannar kvar i vätskan som blir över i tillverkningsprocessen (Walstra *et al.* 2006). Fraktionen av kasein är därmed ansvarig för mjölkens koaguleringssegenskaper som har stor betydelse för konsistensen hos ost och syrade mjölkprodukter som till exempel yoghurt och fil.

En hög halt kasein, i synnerhet alfa-S<sub>1</sub>-kasein och kappa-kasein har visat sig ha betydelse för det totala ostutbytet (Walstra *et al.* 2006).

### 2.3.2. Laktos

Laktos är en disackarid sammansatt av de enkla sockerarterna glukos och galaktos. Som en av huvudkomponenterna i mjölk har laktos flera betydande funktioner. Dels i form av energikälla, eftersom molekylen i närvaro av matsmältningsenzymet laktas kan klyvas och ombildas till två glukosenheter, som kan tas upp över tarmepitelet och sedan användas som substrat i citroncyrcykeln för att bilda livsnödvändigt adenosintrifosfat (Mephram 1976).

Dessutom har laktos med sin låga molekylvikt, i jämförelse med fett och protein, en betydande verkan på det osmotiska trycket i juvret. Volymen av mjölk som syntetiseras och utsöndras av körtelcellerna styrs i hög grad av den mängden laktos som finns tillgänglig (Mephram 1976). Syntesen av laktos sker i golgiapparaten, i en flerstegsreaktion, med glukos som byggsten. Molekylen transporteras till alveolens lumen via vätskefyllda vesikler tillsammans med protein, mineraler och vattenlösliga vitaminer och töms via exocytos (Sjaastad 2010).

### 2.3.3. Fett

Den största delen av fettet i mjölk utgörs av triglycerider (98%) som består av en glycerolmolekyl tillsammans med tre fettsyror. Resterande lipider utgörs av diacylglycerol, kolesterol, fosfolipider och fria fettsyror (Jensen 2002). Det finns en stor variation av fettsyror i mjölk. Andelen mättade och omättade fettsyror i svensk mjölk är i genomsnitt 70% respektive 30% (Lindmark-Månsson *et al.* 2003). Fettsyror har olika ursprung som delvis kan spåras genom längden på kolkedjan. Fettsyror med en längd på 4–14 kolatomer bildas främst genom *de novo* syntes i alveolcellen, där acetat som bildas under fermenteringen i vommen är en viktig byggsten. Långa fettsyror med mer än 16 kolatomer härstammar från fodret och ibland från mobiliserat kroppsfett. Fettsyror med 16 kolatomer kan komma antingen från *de novo* syntes eller från fodret (Bauman & Griinari 2003).

Syntes av triglycerider sker i det endoplasmatiska retiklet där de förenar sig till större fett droppar som transporteras till det apikala membranet. På väg mot alveolens lumen omsluts fett dropparna av det apikala membranet för att slutligen knoppas av från cellen. Membranet bidrar, med sin elektriska laddning, till att hålla fettet löst i vattenfasen, vilket bildar en emulsion (Sjaastad 2010). Mjölk med en hög fetthalt har, med sitt höga energivärde och höga torrs substans, visat sig ge ett högre utbyte vid tillverkning av till exempel ost (Aleandri *et al.* 1989).

### 2.3.4. Celltal

Celltal är ett mått som används för att beskriva juverhälsa hos mjölkkor. Kroppsegna celler finns naturligt i mjölk och når dit via blodet. De kroppsegna cellerna utgörs främst av vita blodkroppar som till exempel leukocyter, makrofager och neutrofiler men även epitelceller förekommer (Harmon 2001). De vita blodkropparna är en del av immunförsvaret och en hög nivå av celler i mjölk innebär att det finns en inflammatorisk respons i mjölkkörteln, så kallad mastit. Inflammationen kan antingen vara kopplad till en infektion orsakad av bakterier, som kan diagnostiseras genom att utföra en bakteriologisk undersökning, eller av hantering kopplade till mjölkning som orsakar inflammatorisk respons i juvret. Celltalet kan även påverkas av andra faktorer som digivning, ras, antal genomlevda laktationer och mjölkningsrutiner (Lakic 2011).

Juvrets hälsostatus har en påverkan på mjölmängd och mjölksammansättning. Flera studier har påvisat en negativ korrelation mellan celltal och mjölmängd hos mjölkkor. I ett försök uppskattades att den dagliga mjölmängden minskade med 6.5% vid ett celltal på 500 000 celler/ml och med 28.7% vid ett celltal på 1 500 000 celler/ml i jämförelse med ett celltal på 200 000 celler/ml. Även fetthalten var lägre i mjölken med ett högre celltal i jämförelse med mjölken som hade ett lägre celltal (Eberhart *et al.* 1982).

## 2.4. Variationer vid provtagning av mjölk

Det finns olika typer av prov som kan tas för att bestämma sammansättningen av mjölk. Ett tankprov tas från mjölktanken och representerar den samlade besättningens mjölk. De givna värdena är således ett medelvärde för respektive parameter. Det innebär att det finns en spädningfaktor att ta hänsyn till när det exempelvis gäller antalet kroppsegna celler. Eftersom provet inte är representativt för den enskilda kon finns det en risk att mastiter inte upptäcks (Axelsson, 2004). Dessutom är mastit kopplad till lägre mjölkproduktion (Eberhart *et al.* 1982), vilket kan göra det ännu svårare att upptäcka att det finns kor med mastit i besättningen.

Individuella mjölkprover innebär antingen att en liten andel mjölk tas från en eller flera spenar eller att provet är taget från hela den mjölkvolym som fås från en ko vid ett mjölkningstillfälle. För att få representativa data på mjölksammansättningen är det viktigt att prover tas från hela mjölkvolymen eftersom halten av olika ämnen varierar under mjölkningens gång. Exempelvis har fetthalten visats öka under mjölkningens gång medan protein- och laktoshalten har visats minska under mjölkningens gång (Nielsen *et al.* 2005). Individuella prover är också nödvändiga för att upptäcka kor som är drabbade av mastit. Då finns det andra faktorer att ta hänsyn till som till exempel vilken fraktion av mjölk som provet tas av. I en studie undersöktes hur celltalet förändrades under mjölkningens gång hos

kor med totalt över 100 000 celler per milliliter. Den första mjölken som mjölkades ut innehöll omkring 400 000 till 1 000 000 celler per milliliter, medan den resterande mjölken innehöll upp till 200 000 celler per milliliter (Sarikaya & Bruckmaier 2006). I en annan studie fann man att celltalet var högre i den så kallade för-mjölken, den första mjölken som mjölkas ut, i jämförelse med resterande mjölk som mjölkades ut. Däremot ökade celltalet i den resterande mjölken under mjölkningens gång (Nielsen *et al.* 2005). Variation i sammansättningen av mjölken förekommer även mellan de fyra juverdelarna. Att ta regelbundna prover från varje juverdel anges vara en bättre metod för att upptäcka skillnader i sammansättning, mjölmängd och juverhälsa än värden som baseras på prover från den sammansatta mjölken från de fyra spenarna tillsammans. Exempelvis var den dagliga variationen i mjölmängd, från 9 kor som mjölkades under tre veckor, 5.7 procent för den sammansatta mjölken medan variationen var 7 procent mellan de fyra juverdelarna (Forsbäck *et al.* 2010).

## 2.5. System där ko och kalv har hållits tillsammans i tidig laktation

Inom den konventionella mjölkproduktionen finns det idag inget utbrett system för att inte separera ko och kalv direkt efter födseln. Utformningen av systemen i de åtta vetenskapliga studier som har granskats i det här arbetet ser därmed olika ut. Försöksparens gruppstorlek varierade från 10-52 st. Korna var renrasiga Holstein (Bar-Peled *et al.* 1995; de Passillé *et al.* 2008; Johnsen *et al.* 2015; Kišac *et al.* 2011; Mendoza *et al.* 2010) eller korsning med Holstein (Junqueira *et al.* 2005; Fröberg *et al.* 2007; Margerison *et al.* 2002). Hur många laktationer som korna tidigare har genomgått anges i fem av studierna, varav fyra innefattade kor som genomgått inga eller flera laktationer tidigare (Fröberg *et al.* 2007; Junqueira *et al.* 2005; Kišac *et al.* 2011; Mendoza *et al.* 2010) medan en innefattade uteslutande kor i sin andra laktation (Bar-Peled *et al.* 1995). Huruvida korna var vana vid att separeras eller hållas med kalv i tidigare laktationer benämns endast i en av studierna. Av totalt 52 kor hade 6 kor gått igenom laktationer där de mjölkats med kalv tidigare (Junqueira *et al.* 2005).

Sex av studierna beskriver att kalvningen ägde rum i separata kalvningsboxar. Därefter stannade kalven hos kon i 24 h (Mendoza *et al.* 2010), 27-88 h (Johnsen *et al.* 2015), 4 dagar (Margerison *et al.* 2002) eller 5 dagar (de Passillé *et al.* 2008; Fröberg *et al.* 2007). I en av studierna hölls ko och kalvparen i individuella boxar från och med kalvningsdagen i 1, 2 eller 3 veckor. Paren var separerade när korna mjölkades (Kišac *et al.* 2011). I en av studierna ingick tre försöksgrupper, i samtliga spenderade ko och kalv natten tillsammans. En av grupperna bestod av kor vars kalvar hade tillgång till mjölkautomat. Den andra gruppen bestod av kor vars kalvar



inte hade tillgång till mjölkautomat. Den tredje gruppen bestod av kor som tilläts kontakt med kalven, utan att ge di, vilket förhindrades med ett juvernät (Johnsen *et al.* 2015). I en studie användes kalvarna för att stimulera mjölknedgivning i båda försöksgrupperna. Under mjölkning tilläts korna fysisk kontakt med sin kalv men inte att ge di (Fröberg *et al.* 2007). I övriga studier förekom kontakten mellan ko och kalv under digivningstillfället. Resterande tid hölls kalvarna i en separat fälla.

Digivning förekom två (de Passillé *et al.* 2008; Junqueira *et al.* 2005; Fröberg *et al.* 2007; Mendoza *et al.* 2010; Margerison *et al.* 2002) eller tre gånger per dag (Bar-Peled *et al.* 1995) förutom i de studier där den var fri under halva (Johnsen *et al.* 2015) eller hela dygnet (Kišac *et al.* 2011). I en av studierna tilläts kalven dia ungefär en minut före mjölkning för att stimulera mjölknedsläpp (Junqueira *et al.* 2005) och i övriga skedde digivning efter maskinmjölkning. Digivningen utfördes av egen kalv (Kišac *et al.* 2011; de Passillé *et al.* 2008; Fröberg *et al.* 2007; Junqueira *et al.* 2005; Margerison *et al.* 2002), av adopterade kalvar (Bar-Peled *et al.* 1995) eller av ospecificerade kalvar (Johnsen *et al.* 2015; Mendoza *et al.* 2010; Margerison *et al.* 2002).

Tabell 1. Vetenskapliga studier som har undersökt effekten av att hålla ko och kalv tillsammans i tidig laktation.

Studier	Land	Antal ko-kalvpar	Ras	Kontakt
Bar-Peled <i>et al.</i> (1995)	Israel	10	Holstein	15 min x 3/d
de Passillé <i>et al.</i> (2008)	Kanada	10	Holstein	Digivning x 2/d
Fröberg <i>et al.</i> (2007)	Mexiko	12	Holstein x Zebu	30 min x 2/d
Johnsen <i>et al.</i> (2015)	Kanada	11, 11 (22)	Holstein	12 h/d
Junqueira <i>et al.</i> (2005)	Brasilien	52	Holstein x Gir	30-50 min x 2/d
Kišac <i>et al.</i> (2011)	Slovakien	14, 16, 12 (50)	Holstein	Fri
Margerison <i>et al.</i> (2002)	Colombia	12, 12 (24)	30% Valle caucano, 40% Holstein, 30% Milking Shorthorn	15 min x 2/d
Mendoza <i>et al.</i> (2010)	Uruguay	16	Holstein	30 min x 2/d v 1-6, 1/d v 7-8

### 2.5.1. Mängd säljbar mjölk

Försöksperioden, den tid då korna hållits tillsammans med kalv och blivit maskinmjölkade, sträcker sig från 1 – 26 veckor. Sju av åtta studier inkluderar information om mängden säljbar mjölk. Resultaten som presenteras anges som den dagliga genomsnittliga mängden säljbar mjölk under försöksperioden (de Passillé *et al.* 2008; Junqueira *et al.* 2005; Fröberg *et al.* 2007; Johnsen *et al.* 2015; Mendoza *et al.* 2010) eller total mängd säljbar mjölk under 305 dagar (Kišac *et al.* 2011; Margerison *et al.* 2002). Korna mjölkades två gånger per dag förutom i en av studierna där de mjölkades en gång per dag (Fröberg *et al.* 2007).

Fyra av sex studier konstaterade signifikanta skillnader i mängden säljbar mjölk som erhöles från de olika grupperna. I två av studierna erhöles 36% (de Passillé *et al.* 2008) och 39% (Mendoza *et al.* 2010) mer säljbar mjölk från grupperna som hållits utan kalv. I en studie erhöles 60% (i jämförelse med kor som hållits med kalvar som hade tillgång till mjölkautomat) och 54% (i jämförelse med kor som hållits med kalvar som inte hade tillgång till mjölkautomat) mer mjölk från gruppen som hållits med kalv men utan att ge di. I en av sex studier erhöles 15% mer säljbar mjölk från de kor som hållits tillsammans med kalv (Fröberg *et al.* 2007). I två studier erhöles 9% (Junqueira *et al.* 2005), 6% (kor gav di till egen kalv) och 1% (kor gav di till ospecificerade kalvar) (Margerison *et al.* 2002) mer säljbar mjölk från grupperna som hållits tillsammans med kalv men skillnaderna var inte signifikanta i jämförelse med grupperna som hållits utan kalv. I studien där kalven hållits tillsammans med kon i 1, 2 eller 3 veckor erhöles den största mängden säljbar mjölk under 305 dagar från gruppen som hållits tillsammans i 1 vecka, 7357 kg, följt av 2 veckor, 6779 kg, medan gruppen som hållits tillsammans i 3 veckor gav minst mängd säljbar mjölk, 6664 kg, men skillnaderna var inte signifikanta (Kišac *et al.* 2011).

Samtliga kor i studierna maskinmjölkades förutom i en där 16 kor ur både digivningsgruppen och kontrollgruppen mjölkades manuellt på grund av drifanledningar. Vad manuellt innebär framgår inte i artikeln men effekten av detta har enligt artikelförfattarna undersökts och påstås inte ha haft någon betydande effekt på huvudfaktorerna kopplade till manuell respektive maskinmjölkning (Junqueira *et al.* 2005).

Tabell 2. Vetenskapliga studier som har undersökt mängden säljbar mjölk (kg/dag) från kor som har hållits med kalv i tidig laktation.

Studie	Försöks- period (veckor)	Mjölkning & mätning	Mängd säljbar mjölk (medelvärde ± SD, SEM, SED)		Slutsats <sup>a</sup>
			Med kalv	Utan kalv	
de Passillé <i>et al.</i> (2008)	9	2 ggr/d, varje mjölkning	26.1±1.0	35.5±1.1	Signifikant skillnad p<0.01
Fröberg <i>et al.</i> (2007)	9	1 gång/d, 1 d/v	7.6±0.2	6.6±0.2	Signifikant skillnad p<0.01
Johnsen <i>et al.</i> (2015)					
Kalvar med mjölkautomat	6	2 ggr/d,	25.3±2.7 l/d		Signifikant skillnad p=0.002
Kalvar utan mjölkautomat		ingen info	26.3±2.4 l/d		
Tilläts kontakt, ej att ge di				40.5±3.6 l/d	
Junqueira <i>et al.</i> (2005)	9	2 ggr/d, månadsvis	39.7± 2.9	36.4±2.9	Ingen signifikant skillnad p=0.41
Kišac <i>et al.</i> (2011)					
	1	2 ggr/d, dagligen	7357±892 kg/305 d		Ingen signifikant skillnad p>0.05
	2		6779±738 kg/305 d		
	3		6664±922 kg/305 d		
Margerison <i>et al.</i> (2002)					
Egen kalv	26	2 ggr/d, veckovis	2484±40 kg/305d	2336±40 kg/305d	Ingen signifikant skillnad p>0.05
Ospecificerade kalvar			2356±40 kg/305d		
Mendoza <i>et al.</i> (2010)	8	2 ggr/d, varje mjölkning	17.9±0.9	24.8±0.9	Signifikant skillnad p <0.001

<sup>a</sup> = Artikelförfattarnas slutsats

SD = Standardavvikelse

SEM = Standardavvikelse för populationsmedlet

SED = Standardavvikelse för skillnaden mellan två medelvärden

### 2.5.2. Mjölksammansättning

Maskinmjölkens fett- och proteinhalt analyserades i sex av åtta studier. Frekvensen av provtagning varierar mellan studierna från två gånger per vecka till en gång per månad. Analyserna genomfördes på mjölkprov som var tagna direkt från tanken (Junqueira *et al.* 2005) eller flödesmätaren (Margerison *et al.* 2002). I fyra fall saknas det information om vilken fraktion av mjölk som analyserades och hur provmaterialet togs (Bar-Peled *et al.* 1995; Fröberg *et al.* 2007; Kišac *et al.* 2011; Mendoza *et al.* 2010).

### 2.5.3. Protein

Gemensamt för samtliga studier är att effekten av att inte separera ko och kalv direkt efter födseln inte anges ha haft någon signifikant påverkan på den säljbara mjölkens proteinhalt. I tre av studierna där mätningar av mjölkens proteinhalt genomfördes under försöksperioden var proteinhalten 0.08% (Fröberg *et al.* 2007), 0.01% (Junqueira *et al.* 2005) och 0.05% (Mendoza *et al.* 2010) högre från grupperna som hållits tillsammans med kalv. I en av studierna konstaterades 0.06% (kontrollgrupp mjölkades sex gånger per dag) och 0.12% (kontrollgrupp mjölkades tre gånger per dag) lägre proteinhalt från gruppen som hållits tillsammans med kalv (Bar-Peled *et al.* 1995). I studien där mätningar av mjölkens proteinhalt genomfördes under 305 dagar och gruppen hållits med kalv i 26 veckor konstaterades 0.3% (kor gav di till ospecificerade kalvar) och 0.16% (kor gav di till egen kalv) lägre proteinhalt från grupperna som hållits tillsammans med kalv (Margerison *et al.* 2002). I studien där ko-kalvparen hållits tillsammans i 1, 2 eller 3 veckor och mätningar av den totala mängden protein genomfördes under 305 dagar, var proteinmängden 220, 208 och 206 kg (Kišac *et al.* 2011).

Tabell 3. Vetenskapliga studier som har undersökt proteinhalten (%) i mjölk från kor som har hållits med kalv i tidig laktation.

Studie	Provmaterial	Frekvens mätning	Protein (medelvärde ± SD, SEM, SED)		Slutsats <sup>a</sup>
			Med kalv	Utan kalv	
Bar-Peled <i>et al.</i> (1995)					
Mjölkares 3 ggr/d	Ingen info	1 d/v	3.01±0.06	3.13±0.04	Ingen signifikant skillnad p>0.05
Mjölkares 6 ggr/d				3.07±0.07	
Fröberg <i>et al.</i> (2007)	Ingen info	1 d/v	2.91±0.07	2.83±0.07	Ingen signifikant skillnad p>0.05
Junqueira <i>et al.</i> (2005)	Från tank	1 d/m	3.58±0.03	3.57±0.03	Ingen signifikant skillnad p=0.87
Kišac <i>et al.</i> (2011)					
1 vecka	Ingen info	2 ggr/m	220±27 kg/305 d		Ingen signifikant skillnad p>0.05
2 veckor			208±26 kg/305 d		
3 veckor			206±29 kg/305 d		
Margerison <i>et al.</i> (2002)					
Egen kalv	Från flödes-	1 d/v	2.89±0.18	2.92±0.18	Ingen signifikant skillnad p>0.05
Ospecificerade kalvar	mätare		2.76±0.18		
Mendoza <i>et al.</i> (2010)	Ingen info	2 ggr/v	3.10±0.05	3.05±0.05	Ingen signifikant skillnad p=0.418

<sup>a</sup>= Artikelförfattarnas slutsats

SD = Standardavvikelse

SEM = Standardavvikelse för populationsmedlet

SED = Standardavvikelse för skillnaden mellan två medelvärden

#### 2.5.4. Fett

I tre av fem studier, där mätningar av fettinnehållet i den säljbara mjölken genomfördes under försöksperioden, konstaterades signifikant lägre fetthalt med en skillnad på 0.21% (kontrollgrupp mjölkares tre gånger per dag), 0.09% (kontrollgrupp mjölkares sex gånger per dag) (Bar-Peled *et al.* 1995; ), 0.77% (Fröberg *et al.* 2007) och 0.9% (Mendoza *et al.* 2010) från grupperna som hållits tillsammans med kalv i jämförelse med grupperna som hållits utan kalv. I en av studierna, där mätningar av fetthalten genomfördes under 305 dagar och korna hållits med kalv i 26 veckor, noterades 0.3% (kor gav di till egen kalv) och 0.13% (kor gav di till ospecificerade kalvar) lägre fetthalt i mjölken från grupperna som hållits med kalv (Margerison *et al.* 2002). I en av studierna, där mätningar av fetthalten genomfördes under försöksperioden, noterades 0.14 % högre fetthalt från gruppen som hållits tillsammans med kalv (Junqueira *et al.* 2005). I studien där kokalvparen hållits tillsammans i 1, 2 eller 3 veckor och mätningar av den totala mängden fett genomfördes under 305 dagar, var fettmängden 229 kg, 230 kg och 220 kg (Kišac *et al.* 2011).

Tabell 4. Vetenskapliga studier som har undersökt fetthalten (%) i mjölk från kor som har hållits med kalv i tidig laktation.

Studie	Prov-material	Frekvens mätning	Fett (medelvärde ± SD, SEM, SED)		Slutsats <sup>a</sup>
			Med kalv	Utan kalv	
<b>Bar-Peled <i>et al.</i> (1995)</b>					
Mjölka des 3 ggr/d	Ingen info	1 d/v	3.07±0.09	3.28±0.05	Signifikant skillnad p<0.05
Mjölka des 6 ggr/d				3.16±0.08	
Fröberg <i>et al.</i> (2007)	Ingen info	1 d/v	2.29±0.09	3.06±0.10	Signifikant skillnad p<0.001
Junqueira <i>et al.</i> (2005)	Individuellt prov från tank	1 d/m	4.28±0.10	4.14±0.10	Ingen signifikant skillnad p=0.29
<b>Kišac <i>et al.</i> (2011)</b>					
1 vecka	Ingen info	2 ggr/m	229±27 kg/305 d		Ingen signifikant skillnad p>0.05
2 veckor			230±24 kg/305 d		
3 veckor			220±31 kg/305 d		
<b>Margerison <i>et al.</i> (2002)</b>					
Egen kalv	Från flödes-	1 d/v	2.90±0.26	3.20±0.26	Ingen signifikant skillnad p>0.05
Ospecificerade kalvar	mätaren		3.07±0.26		
Mendoza <i>et al.</i> (2010)	Framgår ej	2 ggr/v	3.21±0.13	4.11±0.13	Signifikant skillnad p<0.001

<sup>a</sup> = Artikelförfattarnas slutsats

SD = Standardavvikelse

SEM = Standardavvikelse för populationsmedlet

SED = Standardavvikelse för skillnaden mellan två medelvärden

### 2.5.5. Celltal och juverhälsa

Av studierna som granskats i detta arbete var det fem som hade inkluderat undersökning av juverhälsa under sina försök. Två studier analyserade för celltal genom att mjölka ut två strålar (Fröberg *et al.* 2007) eller 20ml mjölk (Margerison *et al.* 2002) från varje juverdel innan mjölkning en gång i veckan och i båda fallen var celltalet signifikant lägre från grupperna som hållits med kalv. I en studie analyserades prover från mjölk tanken. Proverna togs en gång i månaden och resultaten visade ingen skillnad mellan grupperna i celltal (Junqueira *et al.* 2005). Två gånger i månaden mättes celltal med hjälp av infraröd spektroskopi i ett försök där kalven stannade 1, 2 eller 3 veckor och ingen signifikant skillnad konstaterades även om gruppen som separerades senast hade högst antal celler. Det framgår inte i artikeln vilken typ av mjölk som analysen genomfördes på (Kišac *et al.* 2011). Daglig analys av mjölkflöde och elektrisk ledningsförmåga användes som indikator på juverhälsa i en av studierna. Resultaten visade ingen signifikant skillnad i den elektriska ledningsförmågan mellan grupperna men däremot var flödes hastigheten signifikant högre i gruppen som inte gav di (Mendoza *et al.* 2010).

### 2.5.6. Redovisning av konfidensintervall för behandlingseffekt

I studier likt de som har granskats i det här arbetet förekommer variationer mellan individerna, skillnad i provstorlek och mätfel som bidrar till olika grad av osäkerhet (Altman 2013). För att uppskatta nivån av osäkerhet har konfidensintervallen (KI) för skillnaden i medelvärde, mellan grupperna, med avseende på produktionsfaktorerna (mängden mjölk-, protein- och fett) beräknats. KIs storlek påverkas dels av provstorleken, desto större provstorlek desto smalare KI, samt av variationer inom försöksgruppen, desto mindre variationer inom gruppen desto smalare KI. Resultaten ger även en uppskattning av den sannolika effekten av behandlingen: att hålla ko och kalv tillsammans i tidig laktation, den så kallade behandlingseffekten. I de fall där konfidensintervallet täcker noll, kan den så kallade nollhypotesen inte avvisas, vilket kan tolkas som att det inte finns någon skillnad i effekten mellan behandlingarna. Det bör dock inte vara den slutgiltiga slutsatsen eftersom det finns en risk att provstorleken var för liten för att påvisa möjliga signifikanta skillnader (Altman 2013). En korrekt tolkning av resultaten med avsaknad av signifikanta skillnader bör således vara att resultatet var ofullständigt eller att inga signifikanta skillnader upptäcktes.

Samtliga värden som presenteras i tabell 5 har skattats med 95 % sannolikhet. Utöver de fyra studier där det konstaterades att skillnaderna i den erhållna mängden säljbar mjölk var signifikanta (de Passillé *et al.* 2008; Fröberg *et al.* 2007; Johnsen *et al.* 2015; Mendoza *et al.* 2010) var det två av studierna som hade potential att visa skillnader i mängden säljbar mjölk mellan grupperna, där den erhållna mängden säljbar mjölk var större från grupperna som hållits med kalv (Junqueira *et al.* 2005; Margerison *et al.* 2002). Endast en studie hade potential att visa skillnad i mjölkens proteinhalt mellan grupperna, där proteinhalten var högre hos gruppen som hållits med kalv (Mendoza *et al.* 2010). Utöver de tre studier där fetthalten i mjölken från kor som hållits med kalv var signifikant lägre (Bar-Peled *et al.* 1995; Fröberg *et al.* 2007; Mendoza *et al.* 2010) indikerade två av studierna på skillnader i mjölkens fetthalt mellan grupperna. I den ena studien var fetthalten högre från gruppen som hållits med kalv (Junqueira *et al.* 2005) och i den andra studien var fetthalten lägre från grupperna som hållits med kalv (Margerison *et al.* 2002). En av studierna visade relativt breda KI för samtliga parametrar, vilket innebär att det finns viss osäkerhet i studien som gör det svårt att dra några slutsatser utifrån de erhållna värdena (Kišac *et al.* 2011).

Tabell 4. Konfidensintervall för behandlingseffekter på mjölk mängd och mjölksammansättning när ko och kalv hållits tillsammans i tidig laktation.

Studier	Konfidensintervall 95%		
	Säljbar mjölk	Protein	Fett
Bar-Peled <i>et al.</i> (1995)	Ingen info		
Kontroll mjölkades 3 gånger	-	-0.1–0.3	- 0–0.4
Kontroll mjölkades 6 gånger	-	-0.1–0.3	- -0.2–0.3
de Passillé <i>et al.</i> (2008)	- 8.4–10.4	Ingen info	Ingen info
Fröberg <i>et al.</i> (2007)	+ 0.4–1.7	+ -0.1–0.3	- 0.5–1.1
Johnsen <i>et al.</i> (2015)			
Med mjölkautomat	- 12.4–18.	Ingen info	Ingen info
Utan mjölkautomat	- 11.5–16.9	Ingen info	Ingen info
Junqueira <i>et al.</i> (2005)	+ -4.8–11.4	+ -0.1–0.1	+ -0.1–0.4
Kišac <i>et al.</i> (2011)			
7 och 14 dagar	-88–1241	-8.1–31.3	-18.9–20.1
7 och 21 dagar	45–1430	-9.1–36.3	-14.4–33.0
Margerison <i>et al.</i> (2002)			
Egen kalv	+ 64–232	- -0.3–0.4	- -0.2–0.8
Ospecificerade kalvar	+ -64–104	- -0.2–0.5	- -0.4–0.7
Mendoza <i>et al.</i> (2010)	- 4.4–9.5	+ -0.9–0.2	- 0.5–1.3

+ = Större/högre mängd/halt från kor som hållits med kalv

- = Mindre/lägre mängd/halt från kor som hållits med kalv



## 3. Diskussion

### 3.1. Mängd säljbar mjölk

Resultaten visar på en tvetydighet vad gäller mängden mjölk som erhållits vid maskinmjölkning, det vill säga den säljbara mjölken. Att hålla ko med kalv, i ett system som inkluderar digivning, tycks trots allt ge en mindre mängd säljbar mjölk under den period då kalven och kon hålls tillsammans. I tre av sex studier som mätte mängden säljbar mjölk var den erhållna mängden signifikant lägre från grupperna som hållits med kalv. I två av studierna erhöles 30-40 % mer mjölk från grupperna som hållits utan kalv (de Passillé *et al.* 2008; Mendoza *et al.* 2010). I den tredje studien var den erhållna mängden mjölk 50-60% mer från den grupp kor som tillåtits kontakt med kalvarna utan att ge di, i jämförelse med de grupper där korna både haft kontakt och gett di till kalvarna (Johnsen *et al.* 2015). I en av sex studier erhöles 15% mer mjölk från den grupp som hållits med kalv, vilket var den enda studien där mjölkning endast förekom en gång per dag och digivning två gånger per dag (Fröberg *et al.* 2007). I två studier konstaterades inga signifikanta skillnader i mängden säljbar mjölk (Junqueira *et al.* 2005; Margerison *et al.* 2002). Däremot, i studien där kalvarna hållits med korna i 26 veckor och mätningar genomfördes under 305 dagar, erhöles 1-6% mer mjölk från de grupper som hållits med kalv (Margerison *et al.* 2002). Även om skillnaderna inte var signifikanta visar studien att det finns potential och kanske fördelar med att hålla ko och kalv tillsammans, utan att riskera stora förluster av den totala mängden säljbar mjölk under en hel laktationsperiod. Resultaten innebär också att den totala mjölkproduktionen bör ha varit större hos grupperna som hållits med kalv, eftersom kalvarna konsumerade en del av den producerade mjölken under 26 veckor samtidigt som korna gav mer mjölk till mjölkningsmaskinen i jämförelse med de kor som hållits utan kalv.

Den totala mjölkproduktionen är en viktig aspekt som inte har undersökts i detta arbete, det vill säga den mängd mjölk som kalvarna konsumerade tillsammans med mängden säljbar mjölk. Det hade varit intressant att jämföra det ekonomiska värdet för den mjölken som konsumerades av kalvarna och kostnaden för mjölkersättning och foder som ges till icke-diande kalvarna under samma period. En annan intressant aspekt som inte tas upp i någon av studierna är hur mjölkproduktionen

hos kalvar som gått med ko och diat under de första levnadsveckorna, påverkas långsiktigt när det är deras tur att ingå i besättningen och producera säljbar mjölk. I en studie undersöktes mjölkproduktionen, under den första laktationen, hos kor som fått dia som kalvar och det visade sig att de producerade mer mjölk i jämförelse med kor som inte hade fått dia som kalvar (Bar-Peled *et al.* 1997).

## 3.2. Mjölksammansättning

### *Protein*

Som nämnts tidigare är sammansättningen av mjölken ett resultat av flertal faktorer. Vad gäller proteinhalten i mjölken verkar studierna trots allt eniga, att låta kalv och ko gå tillsammans tycks inte ha påverkat proteinhalten på några signifikanta nivåer. Denna produktionsfaktor verkar alltså vara oberoende av yttre påverkan som till exempel huruvida kontakten till kalven har varit begränsad eller inte, om den blivit diad innan eller efter mjölkning, hur många gånger den mjölkats eller hur länge kalven stannat hos kon. Konfidensintervallens storlek och likheter mellan studierna för skillnaden i proteinhalt mellan grupperna tyder på en hög grad av säkerhet och stärker detta antagande.

### *Fett*

Fetthalten å andra sidan tycks ha påverkats negativt sett till energivärdet och det ekonomiska värdet hos mjölken. I fyra av studierna konstaterades en mindre mängd fett i mjölken från korna som hållits med kalv och i tre av dem var skillnaden signifikant. Det innebär att mjölkbonden får mindre betalt per kg mjölk eftersom avräkningspriserna baseras bland annat på fett- och proteininnehåll. I ett fall där skillnaden var 0.3% (Margerison *et al.* 2002) innebär det 0.12 kr mindre betalt per kg mjölk. Med dagens mått mätta, för en ko som kan producera 9000 kg mjölk per år ger det 1080 kr mindre betalt per år per ko och i en besättning med 80 kor blir det totalt 86 400 kr. Att göra beräkningar på det här sättet är högst osäkert eftersom både mjölksammansättningen och mjölkpriset styrs av många faktorer och varierar ständigt. Det är dock viktigt att få med det ekonomiska perspektivet liksom de andra delarna. Priserna i denna beräkning baseras på Arla Foods råvarupris från 2018 och inkluderar inga kostnadstillägg för till exempel mervärdesmärkningar som ”sommarmjölk”. Eftersom det redan finns en efterfrågan på mjölk, där ko och kalv har hållits tillsammans en längre tid än vad de gör idag, är det troligt att det kommer att bli aktuellt med en ny mervärdesmärkning om produkter från ett sådant system når marknaden. Det behöver antagligen undersökas vidare, vad konsumenter är beredda att betala för en mjölkprodukt som kommer från ett system där ko och kalv har hållits tillsammans.

I studien där kalven diade 1 minut före mjölkning för att inducera mjölknedsläpp var fetthalten 0.14% högre i mjölken från gruppen som gav di till kalv (Junqueira *et al.* 2005). Det kan förklaras av att digivning ger en kraftigare frisättning oxytocin (Bruckmaier & Blum 1998), vilket i sin tur kan ha tillgängliggjort den mer fettrika alveolmjölken för mjölkmaskinen som kopplades på strax därefter. På samma sätt ger det en möjlig förklaring till varför fetthinnehållet generellt sett var lägre i mjölken från grupperna som gav di. I samtliga fall förekom digivning efter maskinmjölkning och den resterande fettrika mjölken, högst upp i juvret, konsumerades av kalvarna, istället för att tömmas vid nästa mjölkning och blandas upp med tankmjölken från tidigare mjölkning. Det skulle vara intressant att undersöka hur fetthalten påverkades om kalvarna enbart fick dia före mjölkning. Att producera mjölk med hög fetthalt är av intresse för branschen eftersom det råder en efterfrågan på feta mjölkprodukter. Den ökande konsumtionen av feta mjölkprodukter verkar vara en ihållande trend, år 1995 konsumerade vi i Sverige 145 000 ton ost och år 2015 var den totala konsumtionen 198 000 ton, vilket kan jämföras med mjölkkonsumtionen där siffrorna för samma årtal var 1 050 000 ton respektive 800 000 ton (jordbruksverket 2020). Hur ett sådant kalvhållningssystem skulle se ut praktiskt är en annan viktig diskussion och det finns möjligen utmaningar med att stoppa kalvens diande efter en minut för att koppla på en mjölkningsmaskin med syfte att ta tillvara på den mer fettrika mjölken som kalven annars hade diat, så som de gjorde i studien där en högre mjölkfetthalt erhöles (Junqueira *et al.* 2005). Stressrelaterade beteenden och förhöjd hjärtfrekvens har bekräftats hos både ko och kalv när de har separerats (Stěhulová *et al.* 2008). Däremot finns det möjligen andra alternativ än att separera kalv och ko under själva mjölkningstillfället, kanske genom att låta kalven dia en viss tid innan mjölkning.

### *Celltal, juverhälsa och mätningar*

Lågt celltal är eftersträvansvärt eftersom ett högt celltal är kopplat till mastit, vilket innebär osund juverhälsa och lägre mjölkproduktion som i sin tur är ett sämre resursutnyttjande (Eberhart *et al.* 1982). Det är även eftersträvansvärt med friska djur utifrån djurvälståndssynpunkt och antibiotikaanvändning och ingår i kvalitetsprogram inom branschen, exempelvis Arlagårdens kvalitetsprogram (Arla Foods 2019). System där kalven diar kon under samma period som den maskinmjölkas har tidigare ansetts som problematiskt ur smittspridningssynpunkt (Faubert & Litvinsky 2000). Resultaten för mätningar av celltal och juverhälsa i studierna baseras på olika fraktioner av mjölk eller saknar information om vilken fraktion av mjölk som analyserna genomfördes på. Med bakgrund av litteraturgenomgången förändras både celltal och mjölksammansättning under mjölkningens gång (Nielsen *et al.* 2005; Sarikaya & Bruckmaier 2006). Två av fem studier visar på en signifikant lägre förekomst av celler och indirekt en bättre juverhälsa hos grupperna som hållits med kalv (Fröberg *et al.* 2007; Margerison *et*

al. 2002). I dessa försök analyserades för-mjölken, som finns tillgänglig i början av mjölkningen, medan det i en av de andra studierna var tankmjölken som analyserades (Junqueira *et al.* 2005). Att resultat på celltal inte syns i tankmjölken kan bero på att juverdelar med höga celltal även ger mindre mjölmängd och därmed har en obetydlig inverkan på tankcelltalet. En studie saknar helt information om vilken fraktion av mjölk som analyserna av celltal genomfördes på (Kišac *et al.* 2011). Sammantaget är det svårt att dra några generella slutsatser utifrån resultaten om celltal. Det behöver undersökas vidare huruvida kalvens närvaro har en negativ eller positiv påverkan på juverhälsan.

Hur frekvent proverna togs för analys kan också ifrågasättas. Resultaten som baseras på prover som tagits under en dags mjölkning (morgon och eftermiddag) varje vecka eller oftare (Bar-Peled *et al.* 1995; Fröberg *et al.* 2007; Margerison *et al.* 2002; Mendoza *et al.* 2010) är mer representativa för den sanna sammansättningen än de resultat som baseras på prover som tagits en gång per månad (Junqueira *et al.* 2005). Det saknas även information i alla studier utom en (Junqueira *et al.* 2005) kring huruvida korna var vana att hållas med kalv i tidigare laktationer eller inte. Eftersom kons mjölknedsläpp påverkas av mjölkningsrutiner och en främmande miljö kan ha hämmande effekt på mjölknedsläppet (Bruckmaier & Blum 1998) är det något som hade kunnat tydliggöras i studiernas beskrivning av metoden.

Sammanfattningsvis finns det effekter av att hålla ko och kalv tillsammans i tidig laktation som har påverkan på mängden säljbar mjölk och mjölksammansättningen. Den erhållna mängden säljbar mjölk varierade mellan studierna och grupperna, proteinhalten tycks inte ha påverkats medan fetthalten generellt var mindre i mjölken från grupperna som hållits tillsammans med kalv. För att kunna fastställa några slutsatser om dessa skillnader och vilken betydelse de har för mjölkbranschens lönsamhet och hållbarhet krävs det mer forskning inom området. Parallellt behöver det undersökas vilka praktiska lösningar det finns för ett sådant kalvhållningssystem och konsumenternas attityder kring en möjlig ko-kalv-mervärdesmärkning.

## 4. Referenser

- Akers, R.M. (2002). *Lactation and the mammary gland*. Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Aleandri, R., Schneider, J.C. & Buttazzoni, L.G. (1989). Evaluation of milk for cheese production based on milk characteristics and formagraph measures. *Journal of Dairy Science*, vol. 72 (8), ss. 1967–1975
- Altman, D. (2013). *Statistics with confidence: confidence intervals and statistical guidelines*. Hoboken: Wiley.
- Arla Foods (2019). *Kvalitetsprogrammet Arlagården*. Tillgänglig: <https://www.arla.se/48ecf0/globalassets/om-arla/vart-ansvar/kvalitet-pa-garden/20190101-kvalitetsprogrammet-arlagarden-v.-6.0-januari-2019-se.pdf> [2020-04-24]
- Axelsson, A. (2004). *A comparison between bulk tank milk samples and individual milk samples from dairy herds in Uruguay*. Sveriges Lantbruksuniversitet: Veterinärmedicinska fakulteten (Examensarbete 2004:28)
- 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*, vol. 78 (12), ss. 2726–2736
- 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*, vol. 80 (10), ss. 2523–2528
- Bauman, D.E. & Griinari, J.M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, vol. 23 (1), ss. 203–227
- Bruckmaier, R.M. & Blum, J.W. (1998). Oxytocin release and milk removal in ruminants. *Journal of Dairy Science*, vol. 81 (4), ss. 939–949
- 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*, vol. 12 (3). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174013>
- Eberhart, R.J., Hutchinson, L.J. & Spencer, S.B. (1982). Relationships of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to

- indices of herd production. *Journal of Food Protection*, vol. 45 (12), ss. 1125–1128
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 853/2004 av den 29 april 2002 om fastställandet av hygienregler för livsmedel av animaliskt ursprung (EUT L 139, 30.4.2004, s.55), s. 63.
- FAO (2010). Greenhouse gas emissions from the dairy sector – A life cycle assessment. Food and Agriculture Organization, Rome. Tillgänglig: <http://www.fao.org/3/k7930e/k7930e00.pdf> [2020-05-01]
- FAO and GDP (2019). Climate change and the global dairy cattle sector – The role of the dairy sector in a low-carbon future. Food and Agriculture Organization & Global Dairy Platform, Rome. Tillgänglig: <http://www.fao.org/3/CA2929EN/ca2929en.pdf> [2020-05-01]
- Faubert, G.M. & Litvinsky, Y. (2000). Natural transmission of cryptosporidium parvum between dams and calves on a dairy farm. *Journal of Parasitology*, vol. 86 (3), ss. 495–500 American Society of Parasitologists.
- Forsbäck, L., Lindmark-Månsson, H., Andrén, A., Åkerstedt, M., Andrée, L. & Svennersten-Sjaunja, K. (2010). Day-to-day variation in milk yield and milk composition at the udder-quarter level. *Journal of Dairy Science*, vol. 93 (8), ss. 3569–3577
- 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*, vol. 39 (1), ss. 71–81
- Fröberg, S., Gratte, E., Svennersten-Sjaunja, K., Olsson, I., Berg, C., Orihuela, A., Galina, C.S., García, B. & Lidfors, L. (2008). Effect of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 113 (1), ss. 1–14
- Grøndahl, A.M., Skancke, E.M., Mejdell, C.M. & Jansen, J.H. (2007). Growth rate, health and welfare in a dairy herd with natural suckling until 6–8 weeks of age: a case report. *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 49 (1), s. 16
- Harmon, R.J. (2001). Somatic cell counts: A primer. *National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings*. Kentucky: University of Kentucky.
- Jensen, R.G. (2002). The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, vol. 85 (2), ss. 295–350
- Johnsen, J.F., de Passille, A.M., Mejdell, C.M., Bøe, K.E., Grøndahl, A.M., Beaver, A., Rushen, J. & Weary, D.M. (2015). The effect of nursing on the cow–calf bond. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 163, ss. 50–57
- Jordbruksverket (2020) Jordbruksverkets statistikdatabas. Tillgänglig: <http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/?rxid=361e3684-ae09-4b3d-8ea9-21bb496bcc65> [2020-04-15]

- Junqueira, F.S., Madalena, F.E. & Reis, G.L. (2005). Production and economic comparison of milking F1 Holstein×Gir cows with and without the stimulus of the calf. *Livestock Production Science*, vol. 97 (2–3), ss. 241–252
- Kišac, P., Brouček, J., Uhrinčat', M. & Hanus, A. (2011). Effect of weaning calves from mother at different ages on their growth and milk yield of mothers. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 56 (No. 6), ss. 261–268
- Lantbrukarnas riksförbund (2019) *Kvalitetsparametrar*. Tillgänglig: <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-mjolk/mjolkkvalitet-nutrition/kvalitetsparametrar/> [2020-04-24]
- Lakic, B. (2011) *Effects of a Single Prolonged Milking Interval in Cows*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Lindmark-Månsson, H., Fondén, R. & Pettersson, H.-E. (2003). Composition of Swedish dairy milk. *International Dairy Journal*, vol. 13 (6), ss. 409–425
- LIVSFS 2005:20. Livsmedelsverkets föreskrifter om livsmedelshygien. Uppsala: Livsmedelverket.
- Margerison, J.K., Preston, T.R. & Phillips, C.J.C. (2002). Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows' calves. *Journal of Animal Science*, vol. 80 (6), ss. 1663–1670
- Mendoza, A., Cavestany, D., Roig, G., Ariztia, J., Pereira, C., La Manna, A., Contreras, D.A. & Galina, C.S. (2010). Effect of restricted suckling on milk yield, composition and flow, udder health, and postpartum anoestrus in grazing Holstein cows. *Livestock Science*, vol. 127 (1), ss. 60–66
- Mepham, B. (1976). *The secretion of milk*. London. (The Institute of Biology's Studies in biology, 60)
- Nielsen, N.I., Larsen, T., Bjerring, M. & Ingvarsten, K.L. (2005). Quarter health, milking interval, and sampling time during milking affect the concentration of milk constituents. *Journal of Dairy Science*, vol. 88 (9), ss. 3186–3200
- de Passillé, A.M., Marnet, P.-G., Lapierre, H. & Rushen, J. (2008). Effects of twice-daily nursing on milk ejection and milk yield during nursing and milking in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 91 (4), ss. 1416–1422
- Sarikaya, H. & Bruckmaier, R.M. (2006). Importance of the sampled milk fraction for the prediction of total quarter somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, vol. 89 (11), ss. 4246–4250
- SFS 2018:1192. Djurskyddslag. Stockholm: Näringsdepartementet.
- Sjaastad, Ø.V. (2010). *Physiology of domestic animals*. 2. ed. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Stelwagen, K. (2001). Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *Journal of dairy science*, vol. 84, ss. E204–E211

- 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*, vol. 96 (9), ss. 6105–6116
- 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*, vol. 11 (5). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154733>
- Walstra, P., Wouters, J.T.M. & Geurts, T.J. (2006). *Dairy Science and Technology*, Second Edition. s. 768