



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Olika faktorer som påverkar tillväxten på mjölkkraskalvar

Factors in the feed affecting the growth of milk calves

Hanna Birgersson

Olika faktorer som påverkar tillväxten på mjölkkraskalvar

Factors in the feed affecting the growth of milk calves

Hanna Birgersson

Handledare: Anders Herlin, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Madeleine Magnusson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Examensarbete inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX00743

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2018

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: avvänjning, kraftfoderstruktur, vomutveckling, kalvtillväxt



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare-kandidatprogrammet är en 3-årig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 15 veckors heltidsstudier (15 hp).

Studien har genomförts på uppdrag av Svenska Lantmännen som en del av utvecklingsarbetet och syftar till att ge ett gott underlag för framtida produktutveckling.

Ett varmt tack riktas till Svenska Lantmännen och Hagelsrums Gård AB.

Alnarp Maj 2018

Hanna Birgersson

(Student)

Innehåll

SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	5
INLEDNING	6
BAKGRUND.....	6
MÅL	6
SYFTE	6
AVGRÄNSNING	7
LITTERATURSTUDIE	8
VOMUTVECKLING.....	8
<i>Volym – muskulatur – absorptiv yta.....</i>	<i>8</i>
<i>Parakeratos.....</i>	<i>9</i>
HÖG TILLVÄXT UNDER KALVPERIODEN GER HÖGRE AVKASTNING.....	9
<i>Tillväxt som urvalsunderlag.....</i>	<i>10</i>
KRAFTFODER.....	10
<i>Näringsmässig sammansättning.....</i>	<i>10</i>
<i>Processade råvaror.....</i>	<i>11</i>
<i>Fysisk struktur och konsumtion.....</i>	<i>12</i>
<i>Tillskott</i>	<i>12</i>
GROVFODER	13
<i>Foderintag och effektivitet</i>	<i>13</i>
<i>Grovfodrets påverkan vid avvänjning.....</i>	<i>14</i>

AVVÄNJNING	14
MATERIAL OCH METOD	16
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	16
PROVTAGNING, VÄGNING OCH ANALYSER	17
RESULTAT OCH DISKUSSION.....	18
REFERENSER	20
SKRIFTLIGA	20
MUNTLIGA.....	26
BILAGA 1. PROTOKOLL FÖR INSAMLING AV DATA, APPLICERAT PÅ RESPEKTIVE HYDDA	27

SAMMANFATTNING

I litteraturgenomgången framkommer många aspekter av grovfoder till kalvar. Kalvar förefaller att föredra grovfoder med hög smältbarhet, men för maximal konsumtion totalt är ett grövre grovfoder (med lägre smältbarhet och lägre preferens hos kalven) att föredra. Grovfodret har före avvänjning som primär uppgift att hålla papillerna i trim. Efter avvänjningen utgör det i tilltagande grad en del av kalvens näringsförsörjning.

Av litteraturgenomgången framgår att tillväxten under kalvperioden lägger grunden för en hög framtida produktion – men långt flera variabler än kraftfodrets sammansättning och fysiska struktur har inflytande på kalvens framtida prestation i mjölkbesättningen.

I ett utfodringsförsök med 42 kalvar undersöktes effekten av varierande fysisk struktur på kraftfodret till kalvar under mjölkperioden. Försöket genomfördes på Hagelsrums gård under försommaren 2016. De sista kalvarna lämnade försöket i september då de uppnått en ålder av fyra månader. Kraftfodret under mjölkperioden fram till åtta veckors ålder utfodrades i form av müsli, pellets eller i krossad form som en del av ett fullfoder. Såväl kalvarnas konsumtion, tillväxt och hälsoläge dokumenterades och bearbetades statistiskt. Då variationen mellan individer var större än variationen mellan behandlingar kunde inga statistiska skillnader beläggas.

SUMMARY

This thesis includes a review and a study on feeding calves with feeds mainly differing in physical appearance. The review focused on the feeding of roughage to pre-ruminant calves. Calves appear to prefer roughage with a high digestibility. However, for maximum total consumption a roughage with lower digestibility and calf preference is desirable. Roughage given pre-weaning has the primary objective of developing and keeping rumen papillae in shape. Post-weaning, the roughage is increasing its role in the nutrient provision for the calf.

A major conclusion from the review was that the growth in the non-ruminant phase has consequences for future production. However, far more variables than concentrate composition or physical appearance influences the calf's performance in the dairy herd.

The effect of different physical appearance of calf concentrate was evaluated in a feeding trial with 42 calves. The trial was conducted at Hagelsrums Gård AB during the early summer of 2016. The last calves left the trial in September, at the age of four months. Concentrate was fed during the milk-period until eight weeks of age, either as müsli, pelleted or rolled as part of a total mixed ration. Individual feed consumption, live weight growth as well as health was documented and statistically analysed. The individual variation was larger than the differences between treatments. The conclusion in this study is therefore that physical appearance has no or little influence on the measured variables, feed consumption, growth or health

INLEDNING

Bakgrund

Det samlade näringsintaget är för kalvens tillväxt av stor betydelse. Den nyfödda kalven är ingen idisslare, den är anpassad för att leva på mjölk (Davis & Drackley, 1998). Muskulatur, blodsystem och förekomsten av funktionella papiller i våmmens slemhinna är minimal (Warner et al., 1956). De för idisslare kännetecknande organen (våm, bladmage och nätmage) finns men är för outvecklade för att klara av idissling (Church, 1988). Övergången från mjölkdrickare (enkelmagad) till att leva på fast föda (idisslare) sker gradvis. Introduktion av lättsmälta kolhydrater stimulerar utveckling av vommens slemhinna och grovfoder stimulerar utvecklingen av vommen muskulatur. För att kunna fungera som idisslare krävs också en för ändamålet avpassad vomflora.

Det finns olika idéer om i vilken form kraftfodret skall presenteras för kalvarna. Antingen är fodret i form av müsli, pelleterat foder eller fullfoder. Det finns tankemodeller som försvarar valet av det ena eller andra, de resultat som finns tillgängliga är mycket variabla.

Övergången från mjölk till fast föda är en omställning som har stor betydelse för tillväxten under den korta inledande fasen av kalvens liv. Tidig avvänjning – innan mikrober och vommens anatomiska omvandling hunnit tillräckligt långt – leder ofelbart till en dramatisk omställning för kalven. Om mikrober och vom däremot anpassats för fast föda innebär avvänjningen ingen dramatisk omställning. Detta arbetet syftar till att klarlägga olika utfodringsstrategiers påverkan på avvänjningen och eventuella kvardröjande effekter på kalven.

Mål

Målet är att jämföra olika kalvkraftfoders fysiska struktur med avseende på konsumtion, näringsintag, tillväxt och foderomvandlingsförmåga.

Syfte

Syftet med examensarbetet är att få en utökad förståelse för hur kraftfodrets kvalitet påverkar kalvars hälsa, näringstillförsel, utveckling och tillväxt. En del av examensarbetet syftar till att för Lantmännens räkning undersöka den fysiska strukturens betydelse för foderintag och tillväxt som underlag för fortsatt produktutveckling.

Avgränsning

Utfodringsförsöket avgränsas till att omfatta kalvars tillväxt fram till fyra månaders ålder som ett resultat av konsumtion av kraftfoder under de första åtta veckorna. Försöksvariabeln är kraftfodrets fysiska struktur. De intressanta resultatmått är tillväxt, konsumtion av de olika kraftfoderstrukturerna samt eventuella effekter på förekomsten av mag/tarmstörningar.

Litteraturstudien omfattar utöver sammansättning och fysisk struktur på kraftfoder även grovfoder och dess betydelse före, under och efter avvänjning, samt hur avvänjning bör genomföras. I arbetet ingår inte effekter av mjölkgivans storlek, mjölkperiodens längd eller samspel mellan mor och dotter.

LITTERATURSTUDIE

Den nyfödda kalven är ingen idisslare, den är anpassad för att leva på mjölk (Davis & Drackley, 1998). Muskulatur, blodsystem och förekomsten av funktionella papiller är minimal (Warner et al., 1956). De för idisslare kännetecknande organen (våm, bladmage och nätmage) finns men är för outvecklade för att klara av idissling (Church, 1988). I naturen sker avvänjning gradvis och först vid sex till tolv månaders ålder skall kalven klara sig på enbart fast föda (Newberry & Swanson, 2001)

I en fältstudie på 21 gårdar i Pennsylvania krävdes 4 kg ts foderintag (oavsett foderslag) per kg tillväxt (Place et al., 1998). Enligt deras studie var tillväxten högre vintertid. Grupphållning och kalvar i samma stall som kor var negativt för tillväxten.

Ett kg mjölk kostar generellt 3 SEK. Alternativt utfodras kraftfoder för 4 SEK/kg eller grovfoder för kalvar för 2 SEK/kg. Samma storleksordning på priset per kg vara men stora skillnader i ts-halt. Mjölk håller 12 % ts och kraftfoder/hö håller minst 84% ts. Kostnaden för näringsämnen via mjölk är följaktligen 5,5 till 10 gånger högre än fast föda (Andersson, 2017). Detta utgör ett ekonomiskt incitament för att så snabbt som möjligt säkerställa övergång från mjölk till fast föda.

Att avsluta mjölkutfodringen utan tillvänjning av förmagarna till fast föda leder till problem vid avvänjningen då kalven inte kan tillgodogöra sig näringen från det fasta fodret (Vazquez-Anon et al., 1993). De rekommendationer som finns innebär avvänjning vid en ålder av 4 till 12 veckor (Jones et al., 2010). I realiteten minst dubbelt så snabbt som i naturen och i extremfall upp till 10 gånger snabbare än vad evolutionen har förberett kalven för (Newberry & Swanson, 2001)

Vomutveckling

Volym – muskulatur – absorptiv yta

Vommen tillväxer proportionerligt med kalven oavsett utfodring (Tamate et al., 1962). Det är viktigt att våmmen får så stor yta som möjligt för att kunna absorbera och utnyttja mikrobernas matsmältningsprodukter, speciellt flyktiga fettsyror i våmmen (Warner et al., 1956). Fodrets fysiska struktur har störst påverkan på våmmens utveckling av muskulatur och volym. Stora partiklar och vomfyllnad (fiberrika foder med långsam nedbrytning) ökar vommens volym, muskulatur och rörlighet (Beauchemin & Rode, 1997; Vazquez-Anon et

al., 1993; Warner et al., 1956; Zitnan et al., 1998). Flytande föda i form av mjölk eller mjölkersättning har ingen betydelse för utvecklingen av förmagarna (Church, 1988; Vazquez-Anon et al., 1993). En övergång från fast föda till mjölk kan hämma eller rent av retrogradera vomutvecklingen (Harrison et al., 1960).

Förekomst av fast föda i vommen stimulerar mikrober och den resulterande produktionen av flyktiga fettsyror stimulerar utvecklingen av epitelet (Nocek et al., 1984; Heinrichs, 2005; Baldwin & McLeod, 2000). Epitelcellernas tillväxt ökar längden och bredden på papillerna som utvecklas på vommens insida (Church, 1988). Den kemiska sammansättningen av den fasta födan påverkar utvecklingen av epitelet. Kraftfoder ger större epiteltillväxt än grovfoder, och smörsyra är effektivare än propionsyra (Baldwin & McLeod, 2000).

En fungerande vom återfinns hos kalvar vid fem veckor ålder (Quigley et al., 1985). Hos unga kalvar återfinns jämfört med vuxna idisslare en högre andel lysin och en lägre andel arginin. Vid avvänjning har nivåerna normaliserats. I ett försök med fistulerade kalvar visade Flatt et al. (1958) att det är flyktiga fettsyror som stimulerar utvecklingen av vomväggen – det räcker inte enbart med grova partiklar (plastskeदार).

Parakeratos

Papillutvecklingen kan under vissa förutsättningar störas (parakeratos). Det yttersta skiktet på epitelcellerna består av keratin. Om keratinskiktet tillåts tillväxa ohämmat bildas en fysisk barriär mellan kapillärbädden och lumen i vommen (Hinders & Owen, 1965). Olika nötningsseffekt hos kraftfoder påverkar epitelets utveckling. Låg nötning från kraftfoder resulterar i en ökning av keratin på epitelet vilket minskar den metaboliskt aktiva ytan (Greenwood et al., 1997). Den minskade ytan ger lägre absorption av flyktiga fettsyror, minskat blodflöde till epitelcellerna och begränsad elasticitet i vomväggen (Beharka et al., 1998). Högt nötnings från kraftfoder gör det möjligt för långa papiller att utvecklas (Greenwood et al., 1997). Initialt klumpar papillerna ihop sig till små grupper, funktionaliteten minskar och till slut lossnar papillerna. Grovfoder med större partiklar kan minska förekomsten av parakeratos (Zitnan et al., 1998).

Hög tillväxt under kalvperioden ger högre avkastning

I ett försök studerade Soberon et al. (2017) tillväxten av mjölkproducerade vävnad hos mjölkdrickande kalvar. Extremt intensivt utfodrade kalvar hade 5,9 ggr så mycket vävnad med anlag för mjölkproduktion jämfört med restriktivt utfodrade. I försöket jämfördes kvaliteten på anlagsvävnaden med hjälp av markörer. Inga skillnader kunde konstateras. Författarna tar detta som bevis för att intensiv utfodring under kalvperioden kan resultera i

snabbare tillväxt av juvervävnaden jämfört resten av kroppen och förbättrade förutsättningar för hög produktion.

Heinrichs et al. (2005), visade på samband mellan tillväxt och hälsa under kalvstadiet och senare prestationer i form av produktion och fodereffektivitet, åtminstone under den första laktationen. Soberon et al. (2011) hittade starka samband mellan tidig tillväxt (under mjölkperioden) och avkastning den första laktationen. Enligt studien förklaras 22 % av variationen i avkastning under den första laktationen av tillväxt under mjölkperioden. En ökning av den dagliga tillväxten under kalvperioden med 100 g/dag gav 85 till 111 kg mer mjölk under den första laktationen. Avkastningen under den första laktationen beror i mycket stor utsträckning på annat än förutsättningar under kalvperioden. Därmed inte sagt att den saknar betydelse – en positiv korrelation mellan tillväxt under kalvperioden och mjölk, fett och proteinproduktion under den första laktationen visades av Gelsing et al. (2016). En kombination av mjölk och kraftfoder som säkerställer tillväxt över 500 g/dag och korrekt hantering av kalven under och efter avvänjning kan förbättra den blivande kons potential.

Tillväxt som urvalsunderlag

Tillväxten under kalvens första veckor kan användas som indikator för framtida produktion (Van de Stroet et al., 2016). Tunga kalvar producerar inte lika mycket mjölk som medelkalvar. Den grupp som utmärker sig genom lägst produktion och störst utslagning under uppfödningen är de kalvar som växer minst på höjden. De kalvar som äter mest och växer snabbast kommer att bli de största korna.

Kraftfoder

Näringsmässig sammansättning

Redan på 60-talet fastslogs vikten av näringstillförselns kvalitet för att stimulera utvecklingen av vommen (Harrison et al., 1960; Stobo et al., 1966). Utfodring med kraftfoder till mjölkdrickande kalvar ökar vomjäsningen vilket leder till att levern börja syntetisera kolesterol för att transportera de fettsyror som bildas i vommen. Omsättning av kraftfoder i vommen genererar också överskottskväve som levern omsätter till urea. Regleringen av pH i vommens slemhinna initieras av produktionen av flyktiga fettsyror.

Stärkelse i kalvkraftfodret har stor betydelse för den unga kalven. Hög stärkelsenivå (43,3 %) jämfört med låg (10,2 %) resulterade i 18 % högre tillväxt och 17 % ökning av bredden på korset (Dennis et al., 2017). Kraftfoder med mycket stärkelse och lågt fiberinnehåll kan enligt Khan et al. (2007) påverka vommens utveckling negativt.

Olika kolhydratkällor jämfördes av Hill et al. (2008a). Socker i fodret utöver 10 % melass sänkte tillväxten och ökade förekomsten av störningar i mage och tarm. Att utesluta havre från kraftfodret hos unga kalvar (<28 dgr) gav en lägre tillväxt. Ökad inblandning av sojaskal ger en linjär försämring av tillväxt och fodereffektivitet. Havre är en fullgod ersättare till majs i kalvkraftfoder. Majs som stärkelsekälla i pelleterat kraftfoder ger bättre tillväxt och foderomvandling än vete, korn och havre. Vete och majs i kalvkraftfodret bidrar till ett ökat intag av grovfoder efter avvänjning. Havre gav mer diarré än övriga spannmålsslag (Khan et al., 2007). Majs som kolhydratkälla gav bättre tillväxt och konsumtion än korn resp. vassle (Maiga et al., 1994).

Proteinkvalitet i termer av vomnedbrytbarhet påverkar inte konsumtionen under levnadsvecka 1-14 (Swartz et al., 1991). Drank gav längre tid i vommen med lågt pH än motsvarande kraftfoder med betfiber eller majs, utan att påverka tillväxten negativt (Laarman et al., 2012a). En sänkning av proteinhalten (14,3% jämfört med 12,3%) i kraftfoder genom att ersätta soja med majs gav lägre foderintag och hämrad tillväxt (Hibbs & Conrad, 1958). Sojamjöl jämfört med soja behandlad för lägre vomnedbrytbarhet (extrudering) gav högre konsumtion och tenderade att höja tillväxten (Maiga et al., 1994).

Vid kall väderlek ökar kalvens behov av energi för att hålla värmen. Ett tänkbart sätt, men inte så framgångsrikt, är att tillsätta fett. Både talg och sojaolja som tillsattes med 2 % i kalvkraftfoder sänkte tillväxten i kg och tenderade att minska tillväxten på höjden (Hill et al., 2015).

Processade råvaror

Om kalvar får välja mellan olika former av kraftfoder föredrar de ångvalsad majs framför hel. Ångvalsad majs ger lägre pH i vommen och mera flyktiga fettsyror vommen utan att påverka tillväxten (Terré et al., 2016). I en jämförande studie (Lesmeister & Heinrichs, 2004a) behandlades majs i kalvkraftfodret på olika sätt (hel, krossad, rostad och krossad samt ångvalsning). De olika behandlingarna ger olika potentiella vomnedbrytbarheter samt retentionstid i vommen. Utvecklingen av papiller och vomepitelets tjocklek stimulerades av ångvalsning jämfört med krossad eller hel majs. Kalvar som fick krossad majs åt mera kraftfoder än de som fick ångvalsad eller rostad, krossad majs. De växte dessutom bättre än de som fick ångvalsad majs. Helmajs resulterade i högre vom-pH och lägre koncentration av flyktiga fettsyror. Ångvalsning av majs ger lägre förekomst av diarré än extrudering eller malning. Ångvalsad majs gav i detta försök en bättre fodereffektivitet (Zhang et al., 2010).

Helt vete i kombination med malen majs ger bättre tillväxt (g/dag) än foder med malen majs/vete och hel eller malen majs. Spannmålsandelen var 60 % (Pezveh et al., 2014).

Fysisk struktur och konsumtion

Tidig konsumtion av kraftfoder kan stimuleras genom att ge kraftfoder i hinken efter avslutat mjölkintag (Morrill et al., 1980). Grupphållna kalvar äter mer färskt gräs än kalvar i individuella boxar (Phillips, 2004). Att ge kraftfoder via specialkonstruerad napp påverkar inte intag, tillväxt eller fodereffektivitet (Quigley et al., 1994). Kalvar är sociala varelser och de äter mer och växer snabbare om de föds upp tillsammans med redan avvande kalvar från 7 dagars ålder (De Paula Vieira et al., 2012).

I ett försök att öka strukturen i kalvkraftfodret gavs havredelen hel. Vom/nätmage utvecklades mera av malen havre (havre i pelleten). Bladmagen var större hos de kalvar som fått hel havre. Hel havre gav mera osmält stärkelse i träcken (Suarez-Mena et al., 2015a). Den större partikelstorleken hos hel havre gav inte bättre utveckling av vommen. Extrudering av kraftfoder till kalvar ger lägre konsumtion av kraftfoder än pelletering (Morrill et al., 1980). Pelleterat kraftfoder jämfört med müsli och hö gav inga skillnader i vomutveckling (Quigley et al., 1985). Müsli med eller utan tillgång på halm ger inte bättre tillväxt och foderintag än pelleterat kraftfoder och halm (Terré et al., 2015). Med hel majs i müsli så uppnås samma pH i vommen som med pelleterat kraftfoder.

Valet av struktur på kraftfoder saknar betydelse för tillväxten så länge som andelen extremt fina partiklar (mjöl) hålls låg. Stor andel mjöl sänker såväl foderintag som tillväxt (Bateman et al., 2009). Malet kraftfoder till kalvar ger högre koncentration av VFA än grov struktur (Coverdale et al., 2004). Pelletering av kraftfoder till kalvar ger marginellt högre konsumtion än utfodring med mjöl. Även då mjöl och pellets utfodras parallellt ger pellets högre konsumtion av kraftfoder (Lassiter et al., 1955). Utfodring med müsli gav högre kraftfoderintag och tidigare avvänjning (baserat på kraftfoderkonsumtion) än pelleterat foder. De vägde också mera vid 6 veckors ålder (Franklin et al., 2003). Pelletering av exakt samma råvarusammansättning som en müsliblandning resulterade i lägre konsumtion men samma tillväxt. Det innebär en ekonomisk fördel då fodereffektiviteten följaktligen var högre (Bach et al., 2007).

Tillskott

Jäst kan ha en positiv effekt på konsumtion, tillväxt och till och med vommens utveckling. Lesmeister et al. (2003) visade att två procent jäst i kalvkraftfodret ökade tillväxten med 15,6 %, tillväxten mätt som korshöjd var signifikant högre med 2 % jäst vs. 1 %. Tillskott av ett jästpreparat (XPC, Diamond V) ökade längdtillväxten i vommen hos unga kalvar. Jäst kan förändra vommens mikrobiota (Xiao et al., 2016). Tillskott av bikarbonat eller jäst i kalvkraftfoder ad lib. påverkar inte tillväxt, kraftfoderkonsumtion eller fodereffektivitet (Quigley et al., 1992).

Extra melass i kalvkraftfoder gav lägre intag, strukturell tillväxt tendenser till sänkt tillväxt och högre nivåer av VFA i blodet. Sammantaget avrådes från ökad inblandning av melass i müslifoder till kalvar (Lesmeister & Heinrichs, 2004b). Vare sig melass, flytande drank eller bryggerijäst gav någon positiv effekt vid utfodring av grovfoderbaserat kraftfoder (Hibbs & Conrad, 1958).

Drank i kalvkraftfoder påverkar vomutveckling och tillväxt negativt vid inblandningar över 20 % (SuarezMena et al., 2011).

Laktos i kalvkraftfoder kan motverka lågt pH i vommen utan att påverka tillväxt eller konsumtion (Saegusa et al., 2017).

Grovfoder

Foderintag och effektivitet

Grovfoder till kalvar kan förbättra foderintaget och minska förekomsten av stereotypa beteenden. Valet av grovfoderkälla påverkar konsumtionen av grovfoder och kraftfoder i varierande grad. Luzernhö gav högst grovfoderintag, men ingen ökning av kraftfoderkonsumtionen. Ensilage av helsäd, halm samt havrehö ökade intaget av kraftfoder och gav det högsta samlade foderintaget och den bästa tillväxten (Castells et al., 2012). En blandning av halm, melass och flytande drank gav bättre intag av både kraft- och grovfoder än hö. Kalvarna växte dessutom bättre (Phillips 2004). Kalvar som får malet hö (2 mm) jämfört med hackat (3-4 cm) äter mindre, växer sämre och har flera stereotypa beteenden (Montoro et al., 2013). Kalvar med tillgång till malet hö sorterar företrädesvis fram hö ur blandningen.

Müsli med tillsats av hackat hö (8-19 mm) gav i ett försök bättre tillväxt efter avvänjning än samma müsli utan hö eller malet kraftfoder till de unga kalvarna. Tillsats av hö till müsli förbättrade fodereffektiviteten (Coverdale et al., 2004). Om grovfoder finns i kraftfodret i form av luzern (20 %) har utfodring med hö ingen effekt på konsumtion, tillväxt eller diarréförekomst (Morrill & Dayton, 1981). Inkludering av grovfoder i form av luzern i kalvkraftfodret gav tidigare foderintag, snabbare utveckling av vommen och bättre tillväxt än motsvarande utfodring med hö separat (Hibbs & Conrad, 1958).

En analys av många försök (Imani et al., 2017) rörande effekten av grovfoder till kalvar och dess effekt på foderintag och tillväxt visar att grovfoder är positivt. Kraftfoderintag och tillväxt påverkas positivt men fodereffektiviteten sjunker. De största positiva effekterna uppnås med luzernhö i kombination med malet kraftfoder. Då finns även en effekt av ökat höintag på tillväxt, men det kan vara till följd av högre vikt på maginnehåll. Struktur som en

moderator av vommens utveckling undersöktes av Suarez-Mena et al. (2015b). Halm med olika snittlängd utfodrades till mjölkkalvar. Större partiklar gav större bladmage. I övrigt fanns inga effekter på förmagsutvecklingen.

Timotej ersatte delvis lusern i ett grovfoderbaserat kalvkraftfoder med gott resultat, trots lägre smältbarhet i timotej (Hibbs & Conrad, 1958). Grovfoder i form av färskt gräs ger lägre konsumtion av kraftfoder hos kalvar i grupp (Phillips, 2004). I en jämförande studie med eller utan havrehö jämfördes två fibernivåer i det pelleterade kraftfodret. Tillväxten var störst hos kalvar som erhöll kraftfoder med lågt fiberinnehåll. Efter avvänjning var hö en förutsättning för att förbättra tillväxten (Terré et al., 2013). Extra fibertillskott i form av bomullsfröskal eller hö blandat i kraftfodret sänkte tillväxten hos unga kalvar (Hill et al. 2008b). Grovfoder till kalvar i form av hackad luzern (5,4-5,8 mm) gav högre innehåll av urea i blodet än utfodring utan hö (Jahani-Moghadam et al., 2015). Grovfoder hade en positiv effekt på förekomsten av luftvägslidanden oavsett om det ingick i kraftfodret eller utfodrades separat.

Grovfodrets påverkan vid avvänjning

Kraftfoder, kraftfoder + hö eller fullfoder till kalvar är tänkbara utfodringsstrategier. I ett försök under mjölkperioden förelåg inga skillnader avseende konsumtion eller tillväxt. Under och efter avvänjningen gav fullfoder sämre tillväxt och foderintag. Kalvarna som fick fullfoder försökte konsumera mera men hämmades av den låga ts-halten i fodret. Författarna utesluter negativa effekter av hö då inga skillnader noterades mellan kraftfoder med eller utan hö (Overvest et al., 2016). Hö till kalvar kan förebygga acidosis i samband med avvänjning (Laarman & Oba, 2011). För fullgod effekt krävs att kalven äter 0,08 kg/dag. Tillräcklig konsumtion av hö kan minska risken för acidosis hos kalvar (Saegusa et al., 2017).

Grovfoder under mjölkperioden leder till större intag av en grovfoderbaserad diet efter avvänjning. Kalvar som under mjölkperioden saknat tillgång till hö växer bättre vid utfodring av en grovfoderbaserad diet efter avvänjning (Khan et al., 2012).

Avvänjning

I samband med avvänjning drabbas kalvar i större eller mindre utsträckning av acidosis (Laarman et al., 2012b). Tidig avvänjning (28 d.) resulterar i högre nivåer av betahydroxybuturat i blodet än avvänjning vid 56 dagar (Quigley et al., 1991).

Utfodringsrutinen kan påverka konsumtionsmönstret. Kalvar utfodrade ad lib. under mjölkperioden konsumerar kraftfoder jämnare, såväl under dygnet som mellan dygn efter avvänjningen (Miller-Cushon et al., 2013). Kalvar utfodrade på bestämda tider har efter avvänjningen större variation av intaget mellan dygn.

Abrupt avvänjning vid 7 veckors ålder jämfört med sista veckan på halv mjölkgiva gav hos jerseykalvar bättre tillväxt dag 29-35. Avvänjning när kalven under två dagar åt minst 454 g kraftfoder resulterade i avvänjning vid i snitt 40 dagars ålder. Inga skillnader noterades mellan behandlingarna avseende vikt vid 8 veckor, den dyraste uppfödningen var avvänjning baserad på kraftfoderkonsumtion (Quigley, 1996).

Även unga kalvar sorterar foder. Nyss avvanda kalvar sorterade fram långa partiklar ur mixen så länge de hade tillgång till separat kraftfoder. När det separatutfodrade kraftfodret hade tagits bort sorterade de ur samma mix fram fina partiklar (Costa et al., 2016).

MATERIAL OCH METOD

Försöksuppläggning

Fyrtiotvå kalvar ur besättningen på Hagelsrums Gård AB användes i ett utfodringsförsök (21 tjurar, 21 kvigor). Försöket inleddes när kalvarna var ca 1 dygn gamla. Var tredje född kalv inom kön fördelades på de tre behandlingarna. Då besättningen består av 535 lakterande kor förflöt ca fyra veckor från första till sista kalv in i försöket. Totalt sju kvigkalvar och sju tjurkalvar per behandlingsled. Ingångsvikten var 40 kg \pm 5 kg.

Samtliga kalvar erhöll i samband med födsel 3 l råmjölk via sond. Under de första dagarna i kalvens liv utfodrades övergångsmjölk och därefter utfodrades samtliga kalvar med kalvnäring (Eurolac Rood, 21,5 % rp, 18 % rf). Kalvnäringen bereddes i 12,5 %-ig lösning och utfodrades initialt med 2*3 l. Under den efterföljande mjölkperioden anpassades mjölkgivan individuellt med en maximal mjölkgiva på 2*4 l. Målsättningen är att så fort som möjligt uppnå maxgivan, vilket förutsätter vaksam personal med lång erfarenhet.

Kalvarna var inhysta i individuella hyddor med förgård och djupströbädd med halm. Från tre dagars ålder har samtliga kalvar haft fri tillgång till vatten och kraftfoder. Kalvarna har utfodrats med foderstater identiska avseende råproteininnehåll under de första sju levnadsveckorna. Kraftfoderstrukturen i de tre grupperna har varit som följer a/fullfodermix kompletterad med valsade ärtor (för att nå 19 % råprotein), b/pelleterat kraftfoder (Idol, Svenska lantmännen), c/müsli (Kälberkost, Josera GmbH & Co). Kraftfodrens sammansättning framgår av tabell 1.

Avvänjning har skett vid åtta veckors ålder. Mjölkgivan har halverats och samtliga kalvar har från åtta veckors ålder enbart haft tillgång till fullfodermix utöver mjölken. Vid en ålder av ca nio veckor har kalvarna flyttats till en avdelning för gruppållna könssorterade kalvar.

Tabell 1. Kraftfodrens näringsmässiga sammansättning

	Idol, pellets	Mix, TMR	Josera, müsli
Råprotein, % av ts	19,3	19,0	20,4
EPD	65	76	(saknas)
NDF, % av ts	20,5	25,4	(saknas) 8,3 % växttråd
Stärkelse, % av ts	23,3	34	(saknas)
Råfett, % av ts	4,5	4,0	5,7

Kraftfoder har funnits tillgängligt ad lib. i enskilda behållare hos varje kalv. Vid utfodringen två ggr dagligen har kraftfoderbunken kontrollerats avseende innehåll och hygien. Eventuellt dåligt foder har ersatts med motsvarande volym friskt foder (förekomsten av rester var minimal tack vare årstid).

Provtagning, vägning och analyser

Intag av kraftfoder och hälsotillstånd har registrerats två gånger dagligen på individuell basis. Samtliga kalvar har vägts vid födsel, vid 1 månad, 2 månader, 3 månader och 4 månaders ålder. Vid födsel har vikten registrerats inom 18 h. För övriga tidpunkter är vikten registrerad \pm 2 dagar. Övergång från helmjolk till pulvermjolk finns registrerad för varje individ. Vid bearbetningen av data har samtliga observationer korrigerats till identiska perioder. D.v.s. en kalv vägd två dagar "för tidigt" har kompenserats motsvarande två dagars ytterligare tillväxt baserat på tillgängliga data, se bilaga 1.

RESULTAT OCH DISKUSSION

De olika kraftfoderstrukturerna gav numeriska skillnader som dock inte är statistiska för någon variabel (tabell 2). En orsak till detta är att variationen mellan djur var för hög för antalet observationer per behandling. Med fler djur per behandling hade det kunna vara möjligt att erhålla statistiskt säkra skillnader.

Med utgångspunkt i de noterade numeriska skillnaderna är avsaknaden av statistisk signifikans i sig ett orosmoment. Antalet kalvar kan ha varit för få i relation till den variation som fanns mellan kalvar och att det kan ha behövts fler kalvar per behandling. De utfodrade kalvarna är inte födda samtidigt, kanske finns en årstidseffekt. De kalvar som gick tidigare in i försöket hade generellt bättre resultat än de senare. Under försökets gång noterades antalet dagar med diarré, kalvar med avvikande gödsel för sin ålder noterades. I genomsnitt hade kalvarna diarré 3,8 dagar, tre av kalvarna var helt friska. Variation har också förekommit avseende mjölkgivans storlek – då denna inte kvantifierats saknas möjligheten att beakta detta i den statistiska analysen.

De noterade kraftfoderkonsumtionerna är låga, vilket förklaras av den förhållandevis höga nivån på mjölkutfodring (>750 g pulver/dag). Den förväntade effekten av struktur på foderstaten uteblev kanske till följd av detta. Eventuellt kan struktur delas in i två delar, primär och sekundär. Primärstrukturen är den form fodret har vid konsumtionstillfället och den första kontakten med vommen. Den sekundära strukturen framkommer efter initial digestion och idissling. Det skulle innebära att pelleterat foder kan vara av grov struktur initialt för att efter idissling bli finfördelat och stimulera tillväxt av papiller. Mixen är en blandning av grov och fin primärstruktur, sekundärstrukturen något för grov för att stimulera slemhinneutveckling och müsli intar en intermediär ställning.

Grovfoder till kalven verkar positivt på slemhinnans utveckling och kan förebygga störningar av papillernas utveckling. Kalven föredrar grovfoder med hög smältbarhet, men då detta har lägre smältbarhet än kraftfoder inverkar det menligt på det totala ts-intaget.

Baserat på de här resultaten ser vi ingen ekonomisk vinning av att utnyttja de förment positiva effekterna av att presentera kraftfoder i form av müsli. Vi noterar också skillnaden mellan tjuvar och kvigor avseende konsumtionen av mix – kanske finns det anledning att tillämpa olika avväjningsstrategi beroende på kön.

Tabell 2. Tillväxt under mjölkperioden, efter avvänjning, hela kalvperioden och konsumtion av torrt foder (medeltal \pm standardavvikelse)

	Mix		Pellets		Müsli	
	Kvigkalv (n=7)	Tjurkalv (n=7)	Kvigkalv (n=7)	Tjurkalv (n=7)	Kvigkalv (n=7)	Tjurkalv (n=7)
Tillväxt, mjölkperiod g/dag	690 \pm 120	690 \pm 150	740 \pm 120	730 \pm 90	720 \pm 140	680 \pm 70
Tillväxt, efter avvänjning g/dag	660 \pm 120	770 \pm 130	780 \pm 150	680 \pm 240	800 \pm 90	510 \pm 130
Tillväxt, födsel till 4 mån, g/dag	670 \pm 70	730 \pm 120	760 \pm 100	710 \pm 140	760 \pm 110	600 \pm 60
Konsumtion av torrt foder före avvänjning, kg ts totalt	8,6 \pm 1,9	9 \pm 3,6	6,6 \pm 3,7	6,9 \pm 2,0	8,1 \pm 3,4	7,2 \pm 3,4

REFERENSER**Skriftliga**

Bach, A., A. Giménez, J. L. Juaristi, J. Ahedo. 2007. Effects of Physical Form of a Starter for Dairy Replacement Calves on Feed Intake and Performance. *J. Dairy Sci.* 90:3028-3033.

Baldwin, R. L., K. R. McLeod. 2000. Effects of diet forage: concentrate ratio and metabolizable energy intake on isolated rumen epithelial cell metabolism in vitro. *J. Anim. Sci.* 78:771-783.

Bateman, H. G., T. M. Hill, J. M. Aldrich, R. L. Schlotterbeck. 2009. Effects of corn processing, particle size, and diet form on performance of calves in bedded pens. *J. Dairy Sci.* 92:782-789.

Beauchemin, K. A., L. M. Rode. 1997. Minimum versus optimum concentrations of fiber in dairy cow diets based on barley silage and concentrates of barley or corn. *J. Dairy Sci.* 80:1629-1639.

Beharka, A. A., T. G. Nagaraja, J. L. Morrill, G. A. Kennedy, R. D. Klemm. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 81:1946-1955.

Castells, L. I., A. Bach, G. Araujo, C. Montoro, M. Terré. 2012. Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 95: 286-293.

Church, D. C. 1988. *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Costa, J. H. C., N. A. Adderley, D. M. Weary, M. A. G. Keyserlingk. 2016. Short communication: Effect of diet changes on sorting behavior of weaned dairy calves. *J. Dairy Sci.* 99:5635-5639.

Coverdale, J. A., H. D. Tyler, J. D. Quigley, J. A. Brumm. 2004. Effect of Various Levels of Forage and Form of Diet on Rumen Development and Growth in Calves. *J. Dairy Sci.* 87:2554-2562.

Davis, C. L., J. K. Drackley. 1998. *The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf*. Iowa State University Press. Ames, IA.

Dennis, T. S., F. X. Suarez-Mena, T. M. Hill, J. D. Quigley, R. L. Schlotterbeck. 2017. Effects of egg yolk inclusion, milk replacer feeding rate, and low-starch (pelleted) or high-starch (texturized) starter on Holstein calf performance through 4 months of age. *J. Dairy Sci* 100: 8995-9006.

De PaulaVieira, A., M. A. G. Keyserlingk, D. M. Weary. 2012. Presence of an older weaned companion influences feeding behavior and improves performance of dairy calves before and after weaning from milk. *J. Dairy Sci.* 95:3218-3224.

Flatt, W. P., R. G. Warner, J. K. Loosli. 1958. Influence of Purified Materials on the Development of the Ruminant Stomach. *J. Dairy Sci.* 41:1593-1600.

Franklin, S. T., D. M. Amaral-Phillips, J. A. Jackson, A. A. Campbell. 2003. Health and Performance of Holstein Calves that Suckled or Were Hand-Fed Colostrum and Were Fed One of Three Physical Forms of Starter. *J. Dairy Sci.* 86:2145-2153.

Gelsing, S. L., A. J. Heinrichs, C. M. Jones. 2016. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *J. Dairy Sci.* 99:6206-6214.

Greenwood, R. H., J. L. Morrill, E. C. Titgemeyer, and G. A. Kennedy. 1997. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. *J. Dairy Sci.* 80:2534-2541.

Harrison, H. N., R. G. Warner, E. G. Sander, and J. K. Loosli. 1960. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. *J. Dairy Sci.* 43:1301-1312.

Henrichs, J. 2005. Rumen Development in the Dairy Calf. *Advances in Dairy Technology*, 17:180-183.

Heinrichs, A. J., B. S. Heinrichs, O. Harel, G. W. Rogers, N. T. Place. 2005. A Prospective Study of Calf Factors Affecting Age, Body Size, and Body Condition Score at First Calving of Holstein Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 88:2828-2835.

Hibbs, J. W., H. R. Conrad. 1958. High Roughage System for Raising Calves Based on the Early Development of Rumen Function. VIII. Effect of Rumen Inoculations and Chlortetracycline on Performance of Calves Fed High Roughage Pellets. *J. Dairy Sci.* 41:1230-1247.

- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, J. D. Quigley, R. L. Schlotterbeck. 2015. Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. *J. Dairy Sci.* 98:4882-4888.
- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, R. L. Schlotterbeck. 2008a. Effects of Feeding Different Carbohydrate Sources and Amounts to Young Calves. *J. Dairy Sci.* 91:3128-3137.
- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, R. L. Schlotterbeck. 2008b. Effects of the Amount of Chopped Hay or Cottonseed Hulls in a Textured Calf Starter on Young Calf Performance. *J. Dairy Sci.* 91:2684-2693.
- Hinders, R. G., F. G. Owen. 1965. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *J. Dairy Sci.* 48:1069-1073.
- Imani, M., M. Mirzaei, B. Baghbanzadeh-Nobari, M. H. Ghaffari. 2017. Effects of forage provision to dairy calves on growth performance and rumen fermentation: A meta-analysis and meta-regression. *J. Dairy Sci.* 100:1136-1150.
- Jahani-Moghadam, M., E. Mahjoubi, M. Hossein Yadzi, F. C. Cardoso, J. K. Drackley. 2015. Effects of alfalfa hay and its physical form (chopped versus pelleted) on performance of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 98:4055-4061.
- Jones, D., M. Hill, R. Schlotterbeck. 2010. Early weaning saves you time and money. *Hoards Dairyman*. <https://hoards.com/article-1839-early-weaning-saves-you-time-and-money.html>
- Khan, M. A., D. M. Weary, D. M. Veira, M. A. G. Keyserlingk. 2012. Postweaning performance of heifers fed starter with and without hay during the milk-feeding period. *J. Dairy Sci.* 95:3970-3976.
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K. S. Ki, S. J. Park, J. K. Ha, Y. J. Choi. 2007. Starch Source Evaluation in Calf Starter: I. Feed Consumption, Body Weight Gain, Structural Growth, and Blood Metabolites in Holstein Calves. *J. Dairy Sci.* 90:1140-1149.
- Laarman, A. H., A. L. Ruis-Sanchez, T. Sugino, L. L. Guan, M. Oba. 2012a. Effects of feeding a calf starter on molecular adaptations in the ruminal epithelium and liver of Holstein dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:2585-2594.
- Laarman, A. H., M. Oba. 2011. Short communication: Effect of calf starter on rumen pH of Holstein dairy calves at weaning. *J. Dairy Sci.* 94:5661-5664.

- Laarman, A. H., T. Sugino, M. Oba. 2012b. Effects of starch content of calf starter on growth and rumen pH in Holstein calves during the weaning transition. *J. Dairy Sci.* 95:4478-4487.
- Lassiter, C. A., T. W. Denton, L. D. Brown, J. W. Rust. 1955. The Nutritional Merits of Pelleting Calf Starters. *J. Dairy Sci.* 38:1242-1245.
- Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs. 2004a. Effects of Corn Processing on Growth Characteristics, Rumen Development, and Rumen Parameters in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 87:3439-3450.
- Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs. 2004b. Effects of Adding Extra Molasses to a Texturized Calf Starter on Rumen Development, Growth Characteristics, and Blood Parameters in Neonatal Dairy Calves *J. Dairy Sci.* 87:411-148.
- Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs, M. T. Gabler. 2003. Effects of Supplemental Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Culture on Rumen Development, Growth Characteristics, and Blood Parameters in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 87:1832-1839.
- Maiga, H. A., D. J. Schingoethe, F. C. Ludens, W. L. Tucker, D. P. Casper. 1994. Response of Calves to Diets That Varied in Amounts of Ruminally Degradable Carbohydrate and Protein. *J. Dairy Sci.* 77:278-283.
- Miller-Cushon, E. K., R. Bergeron, K. E. Leslie, T. J. DeVries. 2013. Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. *J. dairy Sci.* 96:551-564.
- Montoro, C., E. K. Miller-Cushon, T. J. deVries, A. Bach. 2013. Effect of physical form of forage on performance, feeding behavior, and digestibility of Holstein calves. *J. Dairy Sci* 96:1117-1124.
- Morrill, J. L., A. D. Dayton. 1981. Method of Feeding Milk and Access to Fiber Source for Young Calves. *J. Dairy Sci.* 64:146-148.
- Morrill, J. L., A. D. Dayton, K. C. Behnke. 1980. Increasing Consumption of Dry Feed by Young Calves. *J. Dairy Sci.* 64:2216-2219.
- Newberry, R. & Swanson, J. 2001. Breaking social bonds. *Social behavior in farm animals.* CABI Publishing.307-325.
- Nocek, J. E., C. W. Heald, and C. E. Polan. 1984. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. *J. Dairy Sci.* 67:334-343.

Overvest, M. A., R. Bergeron, D. B. Haley, T. J. DeVries. 2016. Effect of feed type and method of presentation on feeding behavior, intake, and growth of dairy calves fed a high level of milk. *J. Dairy Sci.* 99:317-327.

Pezhveh, N., G. R. Ghorbani, P. Rezamand, M. Khorvash. 2014. Effects of different physical forms of wheat grain in corn-based starter on performance of young Holstein dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97:6382-6390.

Phillips, C. J. C. 2004. The Effects of Forage Provision and Group Size on the Behavior of Calves. *J. Dairy Sci.* 87:1380-1388.

Place, N. T., A. J. Heinrichs, H. N. Erb. 1998. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *J. Dairy Sci.* 81:1004-1009.

Quigley, J. D. 1996. Influence of Weaning Method on Growth, Intake, and Selected Blood Metabolites in Jersey Calves. *J. Dairy Sci.* 79:198-203.

Quigley, J. D., C. G Schwab, W. E. Hylton, 1985. Development of Rumen Function in Calves: Nature of Protein Reaching the Abomasum. *J. Dairy Sci.* 68:694-702.

Quigley, J. D., L. B. Wallis, H. H. Dowlen, R. N. Heitmann. 1992. Sodium Bicarbonate and Yeast Culture Effects on Ruminal Fermentation, Growth, and Intake in Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 75:3531-3538.

Quigley, J. D., J. K. Bernard, T. L. Tyberendt, K. R. Martin. 1994. Intake, Growth, and Selected Blood Parameters in Calves Fed Calf Starter via Bucket or Bottle. *J. dairy Sci.* 77:354-357.

Quigley, J. D., L. A. Caldwell, G. D. Sinks, R. N. Heitmann. 1991. Changes in Blood Glucose, Nonesterified Fatty Acids, and Ketones in Response to Weaning and Feed Intake in Young Calves. *J. Dairy Sci.* 74:250-257.

Saegusa, A., K. Inouchi, M. Ueno, Y. Inabu, S. Koike, T. Sugino, M. Oba. 2017. Effects of partial replacement of corn grain with lactose in calf starters on ruminal fermentation and growth performance. *J. Dairy Sci.* 100:6177-6186.

Soberon, F., E. Raffrenato, R.W. Everett, M.E. Van Amburgh. 2011. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.

Soberon, F., M.E. Van Amburgh. 2017. Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. *J. Dairy Sci.* 100:4996-5004.

Stobo, I. J. F., J. H. B. Roy, and H. J. Gaston. 1966. Rumen development in the calf. 1. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development. *Br. J. Nutr.* 20:171-188.

Suarez-Mena, F. X., T. M. Hill, A. J. Heinrichs, H. G. Bateman, J. M. Aldrich, R. L. Schlotterbeck. 2011. Effects of including corn distillers dried grains with solubles in dairy calf feeds. *J. Dairy Sci.* 94:3037-3044.

Suarez-Mena, F. X., A. J. Heinrichs, C. M. Jones, T. M. Hill, J. D. Quigley. 2015a. Digestive development in neonatal dairy calves with either whole or ground oats in the calf starter. *J. Dairy Sci.* 98:3417-3431.

Suarez-Mena, F. X., A. J. Heinrichs, C. M. Jones, T. M. Hill, J. D. Quigley. 2015b. Straw particle size in calf starters: Effects on digestive system development and rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 98:341-353.

Swartz, L. A., A. J. Heinrichs, G. A. Varga, L. D. Muller. 1991. Effects of Varying Dietary Undegradable Protein on Dry Matter Intake, Growth, and Carcass Composition of Holstein Calves. *J. Dairy Sci.* 74:3884-3890.

Tamate, H., A. D. McGilliard, N. L. Jacobson, R. Getty. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45:408-420.

Terré, M., Ll. Castells, M. A. Khan, A. Bach. 2015. Interaction between the physical form of the starter feed and straw provision on growth performance of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 98:1101-1109.

Terré, M., E. Pedrals, A. Dalmau, A. Bach. 2013. What do preweaned and weaned calves need in the diet: A high fiber content or a forage source?. *J. Dairy Sci.* 96:5217-5225.

Terré, M., M. Devant, A. Bach. 2016. The importance of calf sensory and physical preferences for starter concentrates during pre- and postweaning periods. *J. Dairy Sci.* 99:7133-7142.

Van de Stroet, D. L., J. A. Calderon Diaz, K. J. Stalder, A. J. Heinrichs, C. D. Dechow. 2016. Association of calf growth traits with production characteristics in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 99:8347-8355.

Vazquez-Anon, M., A. J. Heinrichs, J. M. Aldrich, G. A. Varga. 1993. Postweaning age effects on rumen fermentation end-products and digesta kinetics in calves weaned at 5 weeks of age. *J. Dairy Sci.* 76:2742-2748.

Warner, R. G., W. P. Flatt, J. K. Loosli. 1956. Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. *J. Agric. Food Chem.* 4:788-792.

Xiao, J. X., G. M. Alungongo, R. Chung, S. Z. Dong, S. L. Li, I. Yoon, Z. H. Wu, Z. J. Cao. 2016. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Ruminal fermentation, gastrointestinal morphology, and microbial community. *J. Dairy Sci.* 99:5401-5412.

Zhang, Y. Q., D. Ch. He, Q. X. Meng. 2010. Effect of a mixture of steam-flaked corn and soybeans on health, growth, and selected blood metabolism of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 93: 2271-2279.

Zitnan, R., J. Voigt, U. Schonhusen, J. Wegner, M. Kokardova, H. Hagemeister, M. Levkut, S. Kuhla, and A. Sommer. 1998. Influence of dietary concentrate to forage ratio on the development of rumen mucosa in calves. *Arch. Anim. Nutr.* 51:279-291.

Muntliga

Andersson, T, 2017och 2018, flera kontakter, utfodringsrådgivare, Korike Handelsbolag

Bilaga 1. Protokoll för insamling av data, applicerat på respektive hydda

A			NUMMER		
<i>MIX GRÖN</i>					
FÖDELSEDATUM					
FODERMÅTT					
BEHANDLING					
FÖRSTA PULVER					
DIARRÉ					
<u>TID</u>			<u>DATUM</u>	<u>VIKT</u>	<u>ÖVRIGT</u>
NYFÖDD					
1 MÅN					
2 MÅN					
2,5 MÅN					
4 MÅN					