

Automatiska registreringar som hjälpmedel i sjukdomsövervakning av kalvar, V0730179 och V0830389

Bakgrund

Vår tidigare forskning i det sk KVIGPROJEKTET har tydligt visat att kalvars hälsa, skötsel och inhyssning påverkar den vuxna kons hälsa, produktion och livslängd. En god kalvhälsa är således ett viktigt led för att få en robust ko och en hållbar svensk mjölkproduktion. Dessvärre är det en allt större utmaning för den allt större svenska mjölkkobesättningen att hålla en god kalvhälsa. Forskning såväl som statistik från kodatabasen visar att kalvdödligheten är högre i stora mjölkkobesättningar än i små. I en större besättning är de möjliga smittvägarna mellan djuren betydligt fler och kontakterna med andra besättningar ofta större. Grupphållning av kalvar är vanligare i stora besättningar och innebär ökad smittspridning samtidigt som sjukdomsövervakningen försvåras. Gruppboxar har därför förknippats med en ökad sjuklighet jämfört med enkalvsboxar. Tuffa ekonomiska villkor med ökad tidspress för djurskötare som ska ta hand om allt fler kalvar kan också bidra till den ökade dödligheten. Ett sätt att förbättra hälsoläget bland kalvarna på stora svenska mjölkgårdar skulle kunna vara att förbättra förutsättningarna för att tidigt upptäcka sjukdomar hos grupphållna kalvar så att smittspridningen minskar och effekterna begränsas.

Alltfler tekniska hjälpmedel för övervakning utvecklas och får användning också för kalvar. Mjölkautomater har funnits på marknaden i drygt 20 år och ger oftast djurägaren larmlistor på kalvar som inte ätit upp sin mjölkranson. Vid infektionssjukdomar ses inte bara nedsatt aptit utan även feber och slöhet, det vill säga nedsatt aktivitet. Termometerkapslar för kor finns idag kommersiellt tillgängliga och system för kalvar är under utveckling av bland andra danska Kruuse A/S. Aktivitetsmätare används flitigt i brunstövervakning och kan även utnyttjas för att upptäcka halta kor.

Syftet med detta projekt var att undersöka om automatisk mätning av kalvars ätbeteende, aktivitet och kroppstemperatur kan användas som hjälpmedel för djurskötare att tidigt upptäcka sjuka kalvar särskilt i grupphållningssystem. Projektet förväntades också kartlägga åldersvariationer i ätbeteende och aktivitet samt dygnsvariationer i kroppstemperatur hos friska kalvar, kartlägga hur sjukdom påverkar ätbeteende och aktivitet och kartlägga utvecklingen av feber vid diarré och luftvägssjukdom. Projektet väntades slutligen kunna ge vissa indikationer om hjälpmedlen skulle kunna bidra med diagnostisk information som vägledning att skilja ut sannolikt bakterieorsakade luftvägssjukdomar från de sannolikt virusorsakade och därmed vara en hjälp för att styra användning av antibiotika.

Material och metoder

Projektet genomfördes under 2007-2010 som ett dansk-svenskt samarbete mellan Husdjurens miljö och hälsa (SLU, Skara), Avdelningen för djurhälsa och biovetenskap (Århus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Foulum) och AgroTech A/S Århus). Danska delen finansierades av Dansk Kvæg och genomfördes på Kvægbrugets Førsøgscenter (KFC) på Jylland medan svenska delen finansierades av SLF-anslaget V0730179 med tilläggsanslag V0830389 och genomfördes i en kommersiell mjölkkobesättning med ca 200 kor i Skaraborg.

Vi utnyttjade samtliga kalvar som sattes in i gruppboxar med mjölkautomater på den svenska gården (Sv) från slutet av oktober 2007 till och med mars 2009 och samtliga kalvar som föddes på KFC under september 2007 till augusti 2008 plus ytterligare 39 kalvar födda på Århus Universitets närbelägna försöksgård (D). Totalt ingick 210 svenska och 169 danska

kalvar i projektet; 163 plus 77 kvigkalvar och 47 (tjurkalvarna på svenska försöksgården såldes under senare delen av projektet vid 14 dagars ålder) plus 92 tjurkalvar. De svenska kalvarna var merparten (187) Svenska Holsteins medan 126 av de danska kalvarna var av stora raser (ffa Dansk Holstein) och 43 var Jersey. Varje kalv studerades från insättningen i gruppboxarna till inledning av avvänjningen vid ca 61 (Sv) eller 53 (D) dagars ålder. De danska kalvarna fördelades vid födelsen till antingen låg (6,4 l/d - för Jersey 4,8 l/d) eller hög (8 l/d, - för Jersey 6,4 l/d) mjölkgiva. De svenska kalvarna fick under inledningen av projektet maximalt 8 l/d, men djurägaren höjde senare under projektet givan till 10 l/d.

Kalvarna flyttades till gruppboxarna med ströbädd så snart man fått ihop en grupp om 4-5 helst 14 dagar gamla kalvar. En gruppbox fylldes i taget. Inledningsvis när tjurkalvarna behölls på den svenska gården hölls kalvarna i grupper om ca 10 men när man började sälja tjurkalvarna och det bara fanns kvigkalvar kvar inhystes dessa vanligen i grupper om 5-6. På KFC gick kalvarna i grupper om 10. I anslutning till insättning i gruppboxarna fick var och en av kalvarna en aktivitetsmätare (Icetag Analyser ®) fäst vid ena bakbenet. Kalvarna behöll mätarna under hela försöksperioden, men om skavsår uppstod byttes bakben. Helmjolk (Sv) eller mjölkersättning (D) utfodrades från mjölkautomater, SM1Alpro (DeLaval; Sv) eller HL100 (Calvex, Højslev, Danmark; D), från vilka man fick data om ätbeteende. Automaternas blandarbehållare förseddes med ultraljudssensorer som mätte vätskenivån och därmed indirekt drickshastigheten. På den svenska gården insamlades aktivitets- och ätbeteendedata bara från kalvar som sattes in fram till 22 november 2008 (totalt 171 kalvar). Svenska kalvar och danska tjurkalvar fick via munnen, en termometerkapsel (Bovitemp ®, Kruuse A/S, Danmark) nedlagd i våmmen vid tre veckors ålder eller så snart därefter som kalvens storlek och hälsotillstånd medgav. Från svenska kalvar insatta efter 22 november 2008 (39 st) insamlades alltså bara automatiska registreringar rörande kroppstemperatur.

Under försöksperioden undersöktes kalvarna måndag, onsdag och fredag av en projektveterinär eller en speciellt utbildad tekniker. Baserat på resultaten av de kliniska undersökningarna indelades försöksperioden hos var och en av kalvarna i friska och sjuka underperioder. Hos svenska kalvar klassificerades dessutom underperioder med luftvägssjukdom som sannolikt orsakade av bakterier alternativt virus. Detta gjordes med hjälp av resultat från blodprover för analys av akutfasproteinet haptoglobin, tagna 2 ggr/v, i kombination med resultat från de kliniska undersökningarna. Aktiviteten, ätbeteendet och kroppstemperaturen under sjuka underperioder jämfördes med den under friska och i övergången mellan friska och sjuka underperioder och relaterades till ålder. I det svenska materialet jämfördes även parametrar mellan underperioder med luftvägssjukdom som definierats som sannolikt bakterieorsakad respektive sannolikt virusorsakad. Kombinationer av variabler med störst förutsättning att förutspå sjukdom identifierades. Dessutom beskrevs dygnsvariationerna i våmtemperatur och dess samband med rektaltemperatur.

Kliniska undersökningar, sjukdomsklassifiering och sjukdomsvariabler

Undersökningarna genomfördes ungefär vid samma tid varje dag (kl 10-13). Vi mätte rektaltemperaturen och kategoriserade allmäntillstånd, träckkonsistens, hudelasticitet (mått på uttorkning), näs- och tårflöde, förekomst av hosta/nysningar, lungauskultationsfynd (lunglyssning) och navelstatus. Baserat på fynden definierades kalvarna som friska eller som insjuknade i mild eller svår diarré, mild eller svår respirationssjukdom, mild eller svår annan infektionssjukdom eller "slökalvsyndrom" under olika tidsperioder. Definitionerna av luftvägssjukdom respektive diarré, som var de sjukdomar som slutligen studerades, framgår av tabell 1. Kalvarna ansågs sjuka tills de vid minst ett undersökningstillfälle varit helt eller till största delen symptomfria.

Tabell 1. Sjukdomsdefinitioner

Sjukdom	Definition
Svår diarré	Avföring tunnare än välling vid minst 3 av 5 efterföljande undersökningar. Av dessa 5 undersökningar minst 4 efterföljande med avföring som välling eller lösare samt nedsatt allmäntillstånd vid minst en undersökning.
Mild diarré	Avföring tunnare än välling vid minst 2 efterföljande undersökningar.
Svår luftvägssjukdom	a) Måttligt till kraftigt förstärkta andningsljud vid minst 3 av 5 efterföljande undersökningar. Av dessa 5 undersökningar, minst 4 efterföljande undersökningar med minst måttligt förstärkta andningsljud, minst 3 med spontanhosta, minst 1 med nedsatt allmäntillstånd och minst 1 med rektaltemperatur ≥ 40 °C b) Kraftigt förstärkta andningsljud vid minst 4 av 6 efterföljande undersökningar och minst måttligt förstärkta andningsljud vid alla de 6 undersökningarna.
Mild luftvägssjukdom	a) Kraftigt förstärkta andningsljud vid 2 efterföljande undersökningar. b) Måttligt till kraftigt förstärkta andningsljud vid 2 efterföljande undersökningar tillsammans med antingen spontan eller provocerad hosta eller grå- till gulaktigt näsflöde vid minst en av undersökningarna. c) Spontanhosta eller grå- till gulaktigt näsflöde vid minst 3 av 5 efterföljande undersökningar i kombination med feber (rektaltemperatur >39.5 °C) alternativt nedsatt allmäntillstånd vid minst en av dessa.

Sjukdomsperioder då kalvar definierats ha luftvägssjukdom klassificerades som sannolikt bakterieorsakade om det fanns en kraftig akutfasreaktion samtidigt som vi såg ett eller flera av följande symptom: påverkat allmäntillstånd, måttligt till kraftigt förstärkta andningsljud vid minst två undersökningstillfällen, feber $\geq 40,5$ vid minst två undersökningstillfällen i rad eller vid ett undersökningstillfälle varefter kalven behandlats med antibiotika eller antiinflammatoriska medel (NSAID). Vi ansåg att det var en kraftig akutfasreaktion om haptoglobinkoncentration under sjukdomsperioden var kraftigt förhöjd ($>1,0$ mg/ml) eller långvarigt (i tre prover eller mer) förhöjd ($>0,15$ mg/ml).

Två sjukdomsvariabler (luftvägssjukdom och diarré), bildades i form av kategoriserade tidsvariabler som beskrev antal dagar före och inom en tidsperiod då kalven klassificerats som sjuk i luftvägssjukdom (endast två kalvar hade svår luftvägssjukdom) respektive mild diarré. Variablerna fick vardera 8 kategorier: >-6 , $-[6, 5]$, $-[4, 3]$, $-[2, 1]$ före sjukdomens utbrott och $[1, 2]$, $[3, 4]$, $[5, 6]$, och >6 dagar inom sjukdomsperioden. Kalven ansågs helt frisk i kategorin >-6 .

Automatiska registreringar och editering av data

Icetag Analyser® utvecklades ursprungligen för kor och registrerar hur stor andel i procent av varje sekund som korna ligger ned, står upp respektive är aktiva samt antalet steg. Trådlösa mätare utvecklas men i projektet utnyttjades sådana där data hämtas genom nedladdning till dator med hjälp av ett speciellt program efter det att mätarna tagits av. I inledningen av projektet validerades systemet med hjälp av videojämförelser och en metod för att filtrera data och beräkna övergång mellan liggande och stående utvecklades (Trénel et al., 2009) och användes på insamlade data. Data fördes samman till ett värde per dag för fyra olika variabler: daglig liggtid mätt i timmar, daglig liggande aktivitetsprocent, daglig upprätt aktivitetsprocent och dagligt antal skiften mellan liggande och upprätt.

Data om kalvarnas ätbeteende drogs kontinuerligt ut från mjölkautomaternas dataloggar i form av varaktighet av (D) och antal besök, besökstyp (med eller utan rätt till mjölk) och antal delportioner. Data om svenska kalvars drickhastighet fick vi både från nivåmätarna i

blandarbehållarna och från loggfilerna, och vi använde slutligen de sistnämnda. Drickhastigheten beräknades då som utdelad mjölmängd dividerat med registrerad besökstid.

Bovitemp®-kapslar är 8 cm långa avrundande cylindrar (2 cm i diameter) som kontinuerligt mäter våmtemperaturen med 0,1 grads noggrannhet och varje minut sänder värdena trådlöst till antenner i taket över kalvboxarna. Antennerna för över data till en närbelägen dator med speciell programvara som lagrar det högsta minutvärdet för varje timme, dvs totalt 24 värden per dygn.

Statistisk analys

Två svenska och fyra danska kalvar som dog eller fick avlivas under försöksperioden ströks helt från datasetet, liksom 3 danska och 3 svenska kalvar som hade svår diarré, 16 svenska kalvar som pga sen insättning till gruppbox eller tidigare utgång (till följd av försäljning eller sjukdom och isolering) och 4 danska kalvar för vilka data saknades från mjölkautomaterna. Det slutliga datasetet bestod av 158 danska och 150 svenska kalvar. Ytterligare 39 svenska kalvar ingick enbart i delstudien om kroppstemperatur.

Av de svenska kalvarna tappade sex sina Ice-tag mätare och data förlorades tills dessa kunde sättas på igen några dagar senare. Vårre var att det förekom kortare och längre uppehåll här och var i dataregistreringen från aktivitetsmätarna, vilket kortade och styckade upp tillgängliga observationsperioder. Endast data för kalvar med minst 9 dagars efterföljande observation togs med. Av de 150 svenska kalvarna kunde data utnyttjas för endast 53 stycken och av de 158 danska data fanns användbara aktivitetsdata från endast 60.

Våmtemperaturens dygnsmonster studerades hos friska kalvar med hjälp av en mixad linjär regressionsmodell med lutningen som slumpvis effekt. För analysen utnyttjades endast kalvdygn hos svenska kalvar då minst 6 temperaturvärden registrerats och då kalven inte klassificerats som sjuk, totalt 1097 kalvdygn.

Våmtemperaturen och rektaltemperaturen jämfördes med hjälp av korrelation för dagar då rektaltemperaturen mätts, dvs för undersökningsdagar. Data från svenska kalvar som hade Bovitemp®-värden för minst 4 undersökningsdagar användes. Vi beräknade en daglig medianvåmtemperatur T^b . Då T^b -nivån varierade mellan kalvar i mycket större utsträckning än rektaltemperaturen T^r , centrerades båda värden inom varje kalv T_c^b och T_c^r . För att åstadkomma oberoende i mätningarna använde vi bara värden från vartannat par av T_c^b och T_c^r . Analysen utnyttjade data från totalt 91 svenska kalvar.

Sambandet mellan de två tidskategoriserade sjukdomsvariablerna (lufvägssjukdom och diarré) och var och en av de automatisk registrerade indikatorvariablerna studerades med hjälp av mixade linjära regressionsmodeller. Dessa inkluderade sk slumpvisa effekter av kalvgrupp, ”kalv inomgrupp” och ”ålder inom kalv och grupp”. Effekterna justerades för kalvens kön, ras, mjölgiva och ålder samt för åldersskillnaden till äldsta kalven i boxen och antalet kalvar per box en given dag. De svenska data analyserades separat för period 1 (då båda könen var representerade och mjölgivan låg på maximal 8 l/dag) och period 2 (då bara kvigkalvarna fanns kvar på gården och mjölgivan låg på maximalt 10 l/dag).

För varje sjukdomskategori (lufvägssjukdom och diarré) valdes en sjukdomsperiod ut per kalv, den som hade flest tidskategorier i serien $-[6, 5]$, $-[4, 3]$, $-[2, 1]$ och $[1, 2]$. Dessutom valdes slumpvis två friska dagar (tidskategorin >-6) ut bland alla kalven friska dagar. Potentialen hos de olika indikatorvariablerna att förutsäga om en kalv skulle vara frisk eller sjuk utifrån de avvikelser från det normala som sågs dag 5-6, 3-4 respektive 1-2 dagar före sjukdomens utbrott utvärderades med hjälp av sk Lasso logistisk regression.

Resultat

Av de 210 svenska kalvarna drabbades 98 (47,1%) av luftvägssjukdom och 18 (8,6%) kalvar hade episoder av luftvägssjukdom som klassificerades som bakterieorsakad. Åttiosex (41,0%) kalvar fick diarré. Motsvarande fick 94,9% av de danska kalvarna diarré och 26,6% luftvägssjukdom.

Effekt av sjukdom och ålder på ätbeteende och aktivitet

Dagliga genomsnittliga drickhastighet (liter/min) ökade signifikant ($P < 0,001$) med ålder och var högre hos de av de danska kalvarna som hade låg mjölkgiva jämfört med de på hög. I det svenska materialet var den under period 1 högre hos tjurkalvarna. Drickhastigheten reducerades ($P < 0,001$) i slutet av en period av diarré men påverkades inte av luftvägssjukdom.

Den dagliga mjölkkonsumtionen ökade också med åldern. Danska kalvar på hög mjölkgiva hade lägre mjölkintag just före och under en period med diarré ($P = 0,004$). Bland de svenska kalvarna (som ju alla stod på hög mjölkgiva) var mjölkkonsumtionen under period 1 0,44 l högre hos tjurkalvarna jämfört med hos kvigkalvarna och den påverkades av konkurrens (åldersskillnad till äldsta kalven i boxen). Under period 1 hade svenska kalvarna lägre ($P = 0,05$) mjölkintag 1-2 dagar före diagnosticerad diarré och i period 2 var deras mjölkintag lägre under slutfasen av sjukdomsperioden med diarré ($P = 0,003$). Ingen effekt sågs av luftvägssjukdom.

Danska kalvar på låg mjölkgiva hade högre dagligt antal förgäves besök än kalvar på hög mjölkgiva ($P = 0,004$) och antalet besök påverkades av konkurrenssituationen. Antalet förgäves besök minskade ($P = 0,03$) just före en diarréperiod men bara hos Jersey-kalvar. Hos de svenska kalvarna var det under period 1 färre förgäves besök hos tjurkalvarna ($P < 0,001$) och antalet förgäves besök sjönk just före och i början av en diarréperiod ($P = 0,02$). Ingen effekt sågs av luftvägssjukdom.

Från de danska mjölkautomaterna kunde även dagliga tiden i automaten efter avslutat mjölkintag (min) uppskattas. Denna tid påverkades av konkurrensen i gruppen och var längre hos de äldsta och kortare hos de yngsta kalvarna i gruppen ($P < 0,001$). Det fanns en successivt minskande trend i dagliga tiden i automaten efter avslutat mjölkintag under en diarréperiod ($P = 0,03$). Ingen effekt sågs av luftvägssjukdom.

Den dagliga liggtiden minskade successivt med ålder och var lägre för danska kalvar av stora raser än för Jersey-kalvarna ($P = 0,003$). Endast för danska Jersey-kalvar sågs något samband mellan sjukdom och liggtid, Jersey-kalvarna låg mer just före och under en diarréperiod.

Dagliga andelen liggande aktivitetstid (%) påverkades endast av sjukdom hos de danska kalvarna. Den minskade vid tre dagars luftvägssjukdom ($P < 0,001$) och hos kalvar på hög mjölkgiva minskade aktiviteten även efter tre dagars diarré ($P = 0,006$).

Det dagliga antalet lägesskiftet (liggande-stående) minskade under senare delen av en luftvägssjukdomsperiod hos de danska kalvarna ($P = 0,05$) medan det hos svenska kalvar minskade före och inom en diarréperiod ($P = 0,03$).

Den dagliga andelen stående aktivitetstid (%) visade samband med sjukdom bara hos de svenska kalvarna. En sänkt aktivitet sågs före insjuknandet i luftvägssjukdom (tidskategorierna 5-6 och 3-4 dagar före sjukdom; $P = 0,004$). Aktivitetsprocenten sjönk successivt från 1-2 dagar före insjuknandet och under sjukdomsförloppet i diarré ($P = 0,002$).

Prediktion av sjukdom

Vi kunde framgångsrikt förutspå kalvarnas hälsotillstånd (sjuk/frisk) 1-2 dagar i förväg med hjälp av avvikelser från normalt beteende. Detta gällde såväl vid luftvägssjukdom som

vid diarré. Det gick däremot dåligt att förutspå förändringar i hälsostatus mer än två dagar i förväg. De kombinationer av beteendevariabler som bäst förutspådde sjukdom var olika för diarré och luftvägssjukdom. I det danska materialet påverkades möjligheten att förutspå diarré av ras och möjligheten att förutspå luftvägssjukdom påverkades av förekomsten av diarré.

Hos de danska Jersey-kalvarna var en modell som innehöll alla de 8 ovannämnda beteendevariablerna bästa Lasso-klassifikations-modellen för diarré med rätt klassifiering i 92,4% av fallen (+/- 0,003, N=35). För stora raser var klassificeringsframgången lägre (68,9% +/- 0,001, N=120), och bästa modellen för diarré inkluderade avvikelser från normalt antal dagliga förgäves besök och avvikelser från normal genomsnittlig daglig drickshastighet. Även i det svenska materialet kunde diarré förutspås 1-2 dagar före insjuknandet med hjälp av avvikelser från normalt antal dagliga förgäves besök.

Den bästa prediktionsmodellen för att förutspå luftvägssjukdom innehöll i det danska materialet avvikelser från normal daglig liggtid och avvikelser från daglig tid i automaten efter avslutat mjölkintag. Om kalven inte hade diarré förutspådde modellen luftvägssjukdom med en klassificeringsprecision på 72,5% (+/- 0,004, N=34). Detta ökade till 85,1% (+/- 0,01, N=19) om kalvarna fått diarré före de utvecklade luftvägssjukdom. I de svenska data kunde luftvägssjukdom inte förutspås med hjälp av data från mjölkautomaterna.

Kroppstemperaturdata

Kapslarnas funktion

Vi upptäckte avsevärda problem med automatiska registreringar av kroppstemperaturen med hjälp av Bovitemp®. Totalt lade vi ned kapslar i 171 av de ursprungligen 210 svenska kalvarna och i 66 av de danska 92 tjurkalvarna. Vi fick användbara data från 130 svenska kalvar under perioden från 2007-12-03 till 2009-05-15 motsvarade 4113 observationsdagar. Datasetet reducerades dock ytterligare till 117 kalvar pga att det saknades data från perioden <= 3 dagar före sjukdomsstarten.

Enligt tillverkaren var temperaturkapslarna ursprungligen anpassade för 2 veckors tjurkalvar. På grund av sin storlek var de dock svåra att lägga ned på även 3 veckor gamla kalvar. Halsen fick noggrant masseras för att hjälpa till vid passagen genom foderstrupen och ofta fick upprepade försök göras innan proceduren lyckades. Inte sällan kom bolusen direkt upp igen eller hade svårt att passera genom foderstrupen. Hos minst ett tiotal svenska kalvar fick vi använda magsond för att vara säkra på att bolusen inte fastnat i foderstrupen. Hos en av de svenska kalvarna hamnade bolusen uppe i näshålan (trots att den gavs via munnen) och fick tas bort under sedering med hjälp av nässond. Hos en av de svenska kalvarna lyckades vi inte få ned någon bolus trots upprepade försök. Vid KFC slutade man av säkerhetskäl snart att lägga ned kapslar i Jersey-kalvar.

Nedläggningen skedde senare än planerat hos 91 av de svenska kalvarna, och i 38 (22%) fall berodde detta på att problem uppstått vid nedläggningen. Hos sex kalvar avvaktade man med nedläggning för att kalven var liten eller sjuk. På två av kalvarna kom bolusen ut, sannolikt genom idissling, och återfanns i ströbädden en tid efter att den lagts ned. Vi misstänker att samma öde mött ytterligare tre boli eftersom de efter en tid med värden över 38 grader signalerade värden som motsvarade stalltemperaturen. Hos en av dessa tre kalvar hade bolusen sänt kroppstemperaturliknande värden i tre veckor.

Antalet registrerade värden varierade stort mellan kalvarna. Vid valideringen av termometrarna på de danska kalvarna registrerades mellan 1 och 24 (median 16) värden. Hälften av värdena (25-75:e percentilerna) låg mellan 12 och 20.

Dygnsmönster

Vämtemperaturen följde ett tydligt dygnsmönster med lägst värden under eftermiddagen och högst värden under natten och morgonen (Fig. 1). Variationen mellan kalvarna var dock

stor. Mönstret kunde beskrivas av följande modell med en förklaringsgrad, $R^2 = 0,937$:

$$T^b = 39.39125 (\pm 0.04206) - 0.01389 (\pm 0.00053) t + 0.00127 (\pm 0.000023) t^2 + 0.00011 (\pm 0.000003) t^3$$

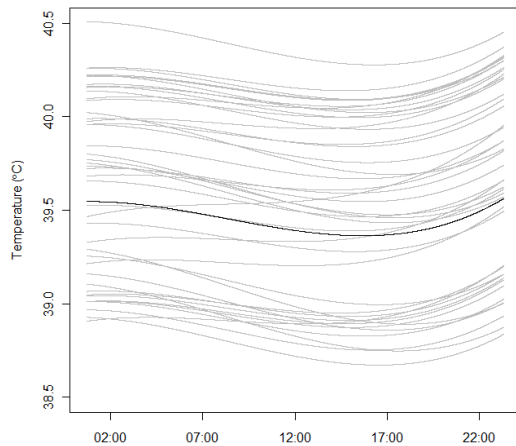


Fig. 1. Genomsnittlig populationsuppskattning (svart linje) och bästa linjära uppskattning för en slumpvis grupp av kalvar och dagar, 20 kalvar \times 3 dagar inom varje kalv (gråa linjer)

Överensstämmelse med rektaltemperatur

Våmtemperaturen var i allmänhet högre än rektaltemperaturen. Variationen inom kalv var generellt högre för rektaltemperaturen T_c^r än för våmtemperaturen T_c^b ($\bar{\sigma}_{(T_c^r)} = 0.329 \pm 0.010$ och $\bar{\sigma}_{(T_c^b)} = 0.206 \pm 0.009$). Överensstämmelsen mellan de två värdena var generellt hög (Fig. 2), med en korrelation (över kalvar) på 0,627 (95% av värdena, konfidensintervall - KI: 0,555-0,689; $P = 8,8 \cdot 10^{-45}$). Femtio procent av de 91 kalvarna visade en korrelation på 0,62 eller högre och hos 8% av kalvarna var den 0,90 eller högre.

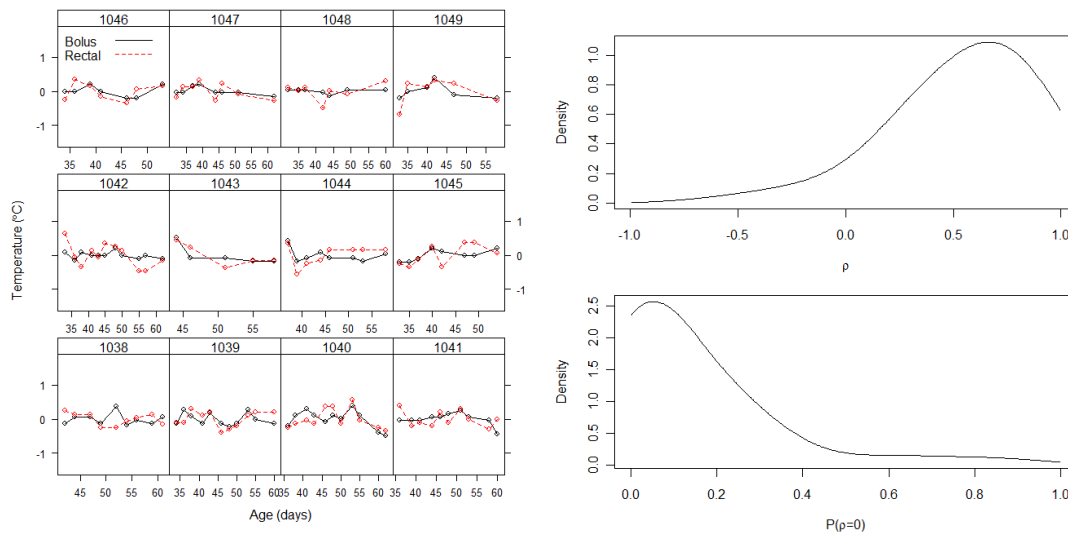


Fig. 2: Jämförelse mellan centrerad daglig medianvåmtemperatur (Bolus) och centrerad rektaltemperatur (Rectal) för 12 kalvar (vänster) och distributionen för korrelationskoefficienterna mellan kalvarna med respektive P-värden (höger).

Förekomst av feber vid diarré och luftvägssjukdom

Luftvägssjukdom och kombination av diarré och luftvägssjukdom förlöpte oftast med feber, vilket vanligen inte var fallet vid diarré (Fig. 3).

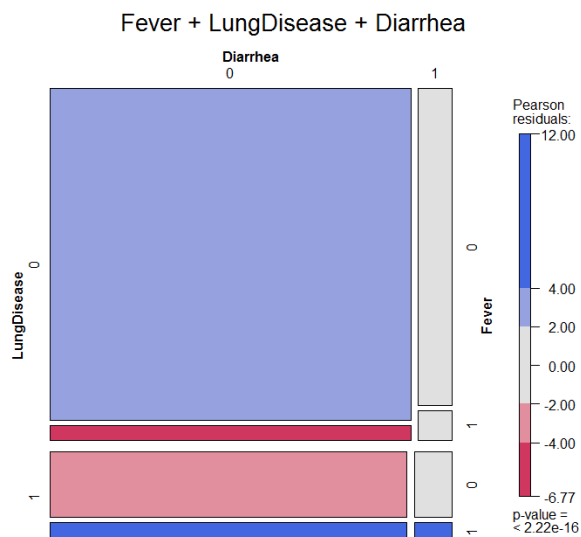


Fig. 3: Fördelningen av fall av feber (två efterföljande undersökningss dagar med $>39,5^{\circ}$) i relation till fall av luftvägssjukdom med eller utan diarré och enbart diarré samt test (logistisk regression) för oberoendet mellan luftvägssjuk, diarré och feber. Feber var starkt överrepresenterat bland kalvar med kombination av luftvägssjukdom och diarré och enbart luftvägssjukdom (Pearson residual > 4 ; mörkblått) men inte vid enbart diarré (Pearson residual $=[-2 - 2]$; grått). Frånvaro av feber var underrepresenterat bland kalvar med luftvägssjukdom (ljus rosa) och bland friska kalvar (mörkrosa), men inte bland kalvar med enbart diarré (grått).

Samband mellan våmtemperatur och bakterieorsakad luftvägssjukdom

Endast 7 av de 18 svenska kalvar som drabbades av sannolikt bakterieorsakad luftvägssjukdom hade tillförlitliga våmbolusdata från sjukdomsperioden och tiden närmast före denna. Vi kunde därför inte utvärdera värdet av temperaturregistreringarna som hjälpmedel för att skilja ut bakterieorsakad sjukdom med hjälp av de metoder vi använt för ätbeteende och aktivitet. Vi fann dock ett positivt samband mellan ändringar i lungauskultationspoäng och ändringar i våmtemperaturen. Om lungauskultationspoängen ökade en poäng, dvs gick från utan anmärkningar till lindrigt förstärkta andningsljud, från lindrigt till måttligt förstärkta andningsljud eller från måttligt till kraftigt förstärkta andningsljud, ökade den förväntade våmtemperaturen med 0,05 grader. Likaså visade en förenklad regressionsmodell med kalv som slumpvis effekt att den genomsnittliga våmbolustemperaturen vid sannolikt bakterieorsakad luftvägssjukdom var signifikant högre ($40,0^{\circ}$; 95% KI: $39,7^{\circ}$ - $40,3^{\circ}$) jämfört med den vid sannolikt virusorsakad luftvägssjukdom ($39,6^{\circ}$; 95% KI: $39,5^{\circ}$ - $39,7^{\circ}$) och hos friska kalvar ($39,5^{\circ}$; 95% KI: $39,4^{\circ}$ - $39,6^{\circ}$).

Diskussion

Våra resultat visar att ätbeteende, aktivitet och kroppstemperatur påverkas av sjukdom. Effekterna var dock olika för diarré och för luftvägssjukdom. Ätbeteendet påverkades bara av diarré. Diarré förlöpte sällan med förhöjd kroppstemperatur, medan luftvägssjukdom oftast förlöpte med feber. Våmtemperaturen var signifikant högre vid sannolikt bakterieorsakad luftvägssjukdom än vid sannolikt virusorsakad luftvägssjukdom och hos friska kalvar. De enda indikatorvariabler som påverkades av både diarré och luftvägssjukdom var aktivitetsprocenten vid stående och liggande. Resultaten skiljde sig dock mellan de danska

och svenska försöksuppsättningarna. Danska kalvar hade lägre aktivitetsprocent i liggande vid tre dagars luftvägssjukdom och de på hög mjölk-giva hade även sänkt aktivitetsprocent efter tre dagar med diarré. Hos de svenska kalvarna minskade aktivitetsprocenten vid upprätt just före luftvägssjukdom och den sjönk successivt före och under en period med diarré.

Inte förvånande ökade drickshastighet, mjölkkonsumtion och aktivitet med ålder medan liggtiden minskade.

Samband med diarré sågs med alla indikatorvariabler vi kunde mäta i de båda typerna av mjölkautomater (drickshastighet, mjölkkonsumtion och dagligt antal förgäves besök) och i dagliga tiden i automaten efter avslutat mjölkintag (som kunde mätas i de danska automaterna). Samband mellan sjukdom och dagligt antal förgäves besök rapporterades även av Svensson & Jensen (2007) som dock inte kunde finna någon effekt på drickshastigheten. Mjölkkonsumtionen har tidigare funnits vara en intressant sjukdomsindikator hos gödkalvar på fri tillgång till mjölk (Maatje et al., 1993). Att vi här fann att den bara påverkades vid just hög mjölk-giva är i överensstämmelse med resultat från Svensson & Jensen (2007) och Borderas et al. (2009).

På grund av ”uppehåll i dataöverföringen” kunde vi bara använda Ictag-data från ett mindre antal av de studerade kalvarna. Materialets litenhet har med största sannolikhet begränsat möjligheterna att påvisa biologiskt relevanta samband. Detta tillsammans med rasskillnader samt skillnader i förekomst av de två sjukdomarna och i mjölmängd (som i sin tur påverkat genomsnittlig ligg-tid och aktivitet) kan ha bidragit till olikheterna i resultaten från de svenska och danska försöksuppställningarna. Det stora tappet illustrerar också svårigheten att konstruera robusta tekniska system. Ictag Analyser® har funnits som forskningshjälpmedel i flera år (Müller & Schrader, 2003) och ett stort antal förbättringar och modifieringar av systemen har gjorts. Inför starten av projektet testades samtliga mätare under loppet av några dagar och vi kunde då inte upptäcka några fel. Då variabler från aktivitetsmätarna visade samband med både diarré och luftvägssjukdom är de intressanta i vidare studier.

Vi hade förväntat att sambanden mellan sjukdom och beteende skulle vara tydligare för luftvägssjukdom än för diarré. Att så inte var fallet skulle till del kunna bero på att luftvägssjukdom definierades utifrån fyra olika kriterier och därmed inte var en lika enhetlig grupp som diarré. Det ska också noteras att de fall av luftvägssjukdom som registrerades i princip uteslutande var milda.

Diarré och luftvägssjukdom kunde förutsägas med hjälp av avvikelser i djurens beteendemönster 1-2 dagar före sjukdomsutbrottet. Förutsägelser utifrån avvikelser längre från sjukdomsutbrottet fungerade dåligt. De bästa modellerna för att förutsäga diarré hos en enskild kalv innehöll variabler från mjölkautomaterna, såsom antalet förgäves besök och drickshastighet. I det danska materialet kombinerade den bästa prediktionsmodellen för luftvägssjukdom variabler från mjölkautomaterna och aktivitetsmätarna i form av daglig tid i automaten efter avslutat mjölkintag och daglig ligg-tid. Svenska mjölkautomatdata kunde inte förutspå luftvägssjukdom.

Av de begränsade analyser vi har kunnat göra med Bolustemp® kan vi dra slutsatserna att våmtemperatur har förutsättningar att indikera luftvägssjukdom och att termometrarna skulle kunna ge värdefull information om sannolikt bakterieorsakad sjukdom till hjälp vid insättning av antibiotika. Våmtemperaturen hade ett tydligt dygns-mönster med lägst värden under eftermiddagen och högst värden under natten och morgonen. Den var i allmänhet högre än rektaltemperaturen men det fanns en god korrelation mellan de centrerade värdena av våmtemperatur och rektaltemperatur. För att våmtemperaturmätningarnas potential som sjukdomsindikator bättre ska kunna utvärderas måste dock ett betydligt robustare system konstrueras som kan sända temperaturvärden under varje dygn. För att kunna indikera luftvägssjukdom är det dessutom nödvändigt att kapslarna finns på plats före det att

luftvägssjukdom i allmänhet debuterar, dvs före en månads ålder (Svensson et al., 2003). Kapslarnas värde begränsas idag avsevärt av deras storlek, som gör att de inte på ett säkert sätt kan användas på alla kalvar under en månad.

Referenser

- Borderas, T. F., Rushen, J. von Keyserlingk, M.A.G. de Passillé, A.M.B. 2009. Automated measurement of changes in feeding behavior of milk-fed calves associated with illness. *J. Dairy Sci.* 92: 4549-4554
- Maatje, K.J., Verhoeff, J., Kremer, W.D.J., Crujisen, A.L.M., van den Ingh, T.S.G.A.M. Automated feeding of milk replacer and health control of group housed veal calves. *Vet. Rec.* 1993, 133, 266-270.
- Müller, R., and L. Schrader. 2003. A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83:247–258.
- Svensson, C., Lundborg, K., Emanuelson, U. & Olsson, S.-O. 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.* 58, 179-197.
- Svensson, C. & Jensen, M.B. 2007. Short communication: Identification of diseased calves by use of data from automatic milk feeders. *Journal of Dairy Science*, 90: 994-997.
- Trénel, P. Jensen, M. B., Decker, E. L. and Skjøth, F. 2009. Technical note: Quantifying and characterizing behavior in dairy calves using the IceTag automatic recording device, *J. Dairy Sci.* 92:3397–3401.

Publikationer från projektet

1. Trénel, P., Jensen, M. B., Decker, E. L. and Skjøth, F. 2009. Validation of an automatic recording device for measuring behaviour in dairy calves. Proceedings of the 21 Nordic Symposium of the International Society of Applied Ethology, 19-21 Januari 2009, Bjerringbro, Danmark.
2. Trénel, P., Jensen, M. B., Decker, E. L. and Skjøth, F. 2009. Technical note: Quantifying and characterizing behavior in dairy calves using the IceTag automatic recording device, *J. Dairy Sci.* 92:3397–3401.
3. Nilsson, Jennie. 2009. Automatiserad mätning av kroppstemperaturen hos kalvar. Sveriges Lantbruksuniversitet. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap. Veterinärprogrammet. Examensarbete 2008: 57. Arbetet kan sökas via länken: <http://www.slu.se/sv/samverkan/sok-publikationer/>
4. Jonasson, Karin. 2009. Aktivitet som sjukdomsmarkör på kalvar i gruppssystem. Sveriges Lantbruksuniversitet. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap. Veterinärprogrammet. Examensarbete 2009: 28. Arbetet kan sökas via länken: <http://www.slu.se/sv/samverkan/sok-publikationer/>
5. Jensen, M.B., Svensson, C., Trénel, P., Decker, E.L., Skjøth, F. Behavioural responses to disease in dairy calves. 44th Conference of the International Society of Applied Ethology, 3-7 Augusti, 2010, Uppsala, accepterat.
6. Jensen, M.B., Svensson, C., Trénel, P., Decker, E.L., Skjøth, F. Feeding behavior and activity in relation to health status in pre-weaned dairy calves. Manuskript för inskickning till *Journal of Dairy Science*.

Övrig resultatförmedling till näringen

En hemsida som beskriver projektet finns på SLU: s web:

<http://www.slu.se/sv/fakulteter/vh/institutioner/institutionen-for-husdjurens-miljo-och-halsa/forskning/forskning-vid-hmh/automatiska-registreringar-som-hjalpmedel/>

Resultat från projektet har presenterats vid 21:a Nordic Symposium of the International Society of Applied Ethology, 19-21 Januari 2009, Bjerringbro, Danmark och en muntlig presentation har accepterats vid 44th Conference of the International Society of Applied Ethology som hålls i Uppsala 3-7 Augusti i år.