

SLUTRAPPORT

Mineralutfodring av kor under sintid - samband med kalciumbalans och kalvningsförlamning

*Projektgrupp:***Kjell Holtenius** inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU**Ulf Emanuelson** inst. för kliniska vetenskaper, SLU**Rolf Spörndly**, Svenska Husdjur, Uppsala & inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU**Madeleine Tråvén** inst. för kliniska vetenskaper, SLU

Bakgrund

Över 12000 av Sveriges kontrollanslutna kor veterinärbehandlas årligen för kalvningsförlamning. Det medför att sjukdomen är den näst vanligast rapporterade sjukdomen (Svensk Mjölks husdjursstatistik, 2006). Utöver dessa kor drabbas ett okänt antal kor av så kallad subklinisk hypokalcemi med nedsatt foderintag och störda digestionsfunktioner som följd. Detta påverkar avkastningen negativt och ökar risken för sekundära sjukdomar såsom kvarbliven efterbörd, löpmagsförskjutning, livmoder- och juverinflammation (Curtis et al., 1983; Hansen et al., 2003). Åtgärder som höjer kalciumnivån i blodet dagarna runt kalvning leder till ökad mjölkavkastning även i besättningar som inte har synbara problem med hypokalcemi (Beede et al., 1992). Enligt amerikanska beräkningar (Guard, 1996) uppgår kostnaderna för en kalvningsförlamning till motsvarande ca 2500 Skr och Svenska beräkningar har visat på motsvarande belopp (Emanuelson, 1996). De årliga kostnaderna för Sveriges mjölkbönder för kalvningsförlamningar uppgår till över 30 miljoner kronor enligt dessa beräkningar men då ingår inte kostnader för sänkt mjölkproduktion och följsjukdomar. Det är dock en stor variation i behandlingsfrekvens för kalvningsförlamning mellan besättningar. Omkring 35% av besättningarna hade inte några sådana behandlingar under kokontrollåret 2004/05 medan över 9 % av besättningarna hade en sjuklighet i kalvningsförlamning som översteg 10% (Svensk Mjölks årsstatistik, 2006). Arvbarheten för kalvningsförlamning är relativt låg (Heringstad et al., 2005) så olika genetisk bakgrund kan sannolikt inte förklara de stora besättningsskillnaderna i sjukligheten. Det är däremot väl dokumenterat att fodringsstrategin under sintiden har en stor betydelse för uppkomsten av hypokalcemi och kalvningsförlamning (NRC 2001; Goff 2001; Lean et al., 2006).

En mjölkko i tidig laktation förlorar mellan 20 och 50 g kalcium med mjölken per dag. Enligt NRC (2001) absorberas ca 45 – 55% och av det kalcium som finns i fodret. Men andelen kan variera avsevärt dels beroende på fodermedel men också på hur effektiva resorptionsmekanismerna i tarmen är (NRC 2001). Halten kalcium i olika fodermedel varierar mycket, typiska halter för gräshö, klöverensilage och korn är 3,7, 15,0 respektive 0,4 gram per kg ts (Spörndly 2003). I samband med kalvning när förlusterna av kalcium med mjölken blir betydande men foderintaget begränsat räcker inte det kalcium som absorberas från tarmen och kon måste mobilisera kalcium bundet i skelettet samt öka effektiviteten i absorptionen av kalcium från tarmen. Aktiviteten hos de celler, osteoclasterna, som mobiliserar kalcium från benvävnaden ökar mer än tiofaldigt vid kalvning när mjölkproduktionen kommer igång (Holtenius & Ekelund, 2005). Dessa processer stimuleras av hormonet parathormon (PTH) som frisätts när kalciumhalten i blodet sjunker. PTH stimulerar både mobilisering av kalcium från skelettet och dess återresorption i njurarna. Dessutom stimulerar hormonet syntesen av 1,25-dihydroxivitamin D som behövs också för ett effektivt kalciumupptag från tunntarmen.

Om dessa mekanismer inte fungerar optimalt sjunker halten av kalcium i blodet och kon kan drabbas av kalvningsförlamning.

Låg kalciumnivå i fodret kan minska risken för hypokalcemi

En metod som prövats för att minska risken att korna ska drabbas av kalvningsförlamning är att under den senare delen av sintiden starkt begränsa kalciumintaget. Syftet med en sådan strategi är att korna redan under sintiden, innan laktationen kommer i gång, ska vara i en kontrollerad kalciumbrist. Detta leder till aktivering av de hormonella system som underlättar mobilisering av kalcium från skelettet och en effektiv resorption av kalcium från tunntarmen. Därmed klarar kon anpassningen till de snabbt ökande kalciumförlusterna som inträffar när mjölkproduktionen kommer igång (Green et al., 1981). Eftersom vallfoder vanligtvis är relativt rikt på kalcium så har det ansetts svårt att skapa foderstater med tillräckligt lågt kalciuminnehåll. Man har därför med olika metoder i stället försökt att minska tillgängligheten för fodrets kalcium. En sådan metod är att tillsätta vegetabiliska oljor till fodret under den senare delen av sintiden. Då bildas svårnedbrytbara kalciumsåpa-komplex (Wilson 2003). Sådan tillförsel av oljor kan emellertid medföra problem. Oljan kan störa mikroorganismer i våmmen, framför allt de som bryter ned cellulosa, dessutom kan oljan minska tillgängligheten för andra mineraler än kalcium. Danska forskare har prövat att tillsätta zeolit till fodret för att minska tillgängligheten av kalcium. Zeolit består av silikatföreningar med förmåga att komplexbinda mineraler och metalljoner. Bland problemen med denna metod kan nämnas att föreningarna är aptitnedsättande och även binder andra livsnödvändiga mineraler (Thilting-Hansen et al., 2003). Det är inte tillåtet att tillsätta zeolit för att minska kalciumupptaget till nötkreatur enligt gällande EU lagstiftning. I en nypublicerad artikel av Lean et al., (2006) undersöktes data från 137 publicerade försök med information om mineralmetabolismen runt kalvning hos mjölkkor. I studien ingick 2545 kalvningar. Av resultaten framkom att kalciumhalten i sintidsfodret har en avgörande betydelse för sannolikheten att kor ska drabbas av kalvningsförlamning. Det är intressant att en ökning av kalciumhalten i fodret från 0,5% till 1,0% ökade risken med hela 327% enligt beräkningsmodellen. I detta intervall ligger kalciumnivån i de flesta svenska sintidsfoderstater. Resultaten tyder på att även en relativt liten sänkning av kalciumhalten i kan minska risken för kalvningsförlamning och att man kan påverka sjukligheten även om man inte har möjlighet att skapa foderstater med riktigt lågt kalciuminnehåll under sintiden. Typiska svenska sintidsfoderstater ligger på ca 5-10 kg ts ensilage, vid den lägre nivån ersätts ensilaget med några kg halm. Grovfodret kompletteras mot slutet av sintiden med kraftfoder för att vi kalvningen ligga på ca 2 kg kraftfoder för förstakalvare och upp till 4 kg kraftfoder för äldre kor. Denna foderstat ger en kalciumhalt i foderstaten på typiska 0,70 – 0,82 % av ts. (egen beräkning).

Andra faktorer som kan påverka incidensen kalvningsförlamningar

Nötkreatur liksom andra växtätande djur har normalt ett högt kaliumintag eftersom foderväxter vanligtvis är kaliumrika. Kaliumjoner som tas upp från mag-tarmkanalen påverkar djurets syra-basbalans åt det alkaliska hållet. Det har visat sig att man genom att utfodra med surgörande fodertillskott, som innehåller höga koncentrationer av främst kloridjoner och även svaveljoner, under de sista veckorna innan kon ska kalva kan minska risken för att mjölkkor drabbas av kalvningsförlamning. Sådana fodertillskott gör att kon blir mildt metaboliskt acidotisk, dvs syra-basbalansen förskjuts åt det sura hållet. Kon kompenserar för denna surgörning genom att mobilisera kalciumjoner från skelettet som har en buffrande effekt. Detta medför att kon redan är i gång och mobiliserar kalcium vid kalvning när kalciumbehovet ökar och därmed minskar risken för att hon drabbas av kalvningsförlamning (för referens se exempelvis Goff 2001). En nackdel med dessa surgörande fodermedel är att

de verkar aptitnedsättande (Goff, 2006). Eftersom stora mängder surgörande fodertillskott måste konsumeras för att kompensera kaliumintaget från vallfoderdominerade foderstater hämmas aptiten påtagligt. Nyttan med de surgörande fodertillskotten i områden där mycket vallfoder används har bland annat därför ifrågasatts (Roche, 2003).

Om magnesiumhalten i blodet är för låg störs kalciummetabolismen på två olika sätt. Dels hämmas frisättningen av PTH och dessutom minskar effekten av detta hormon på målorganen (för referens se Goff, 2006). Hos människa är det väl dokumenterat att magnesiumbrist medför hypokalcemi (Rude et al., 1998). Goff (2006) anser att om magnesiumtillskottet via fodret inte är tillräckligt så bidrar detta till en ökad risk för kalvningsförlamning hos mjölkkor och han menar därför att magnesiumhalten i fodret under sintiden nära kalvning bör vara mellan 3,5 - 4g/kg ts för att säkerställa dess tillräckliga försörjning. Lean et al., (2006) har påvisat starka samband mellan magnesiumhalten i fodret och incidensen kalvningsförlamning. En ökning av magnesiumhalten i fodrets torrsubstans från 3g till 4g/kg ts minskade risken för kalvningsförlamning med ca 62 %. I Sverige har vi inga speciella rekommendationer för magnesiumintaget under denna period. Under sinperioden rekommenderas 1,2g Mg/kg ts till kor enligt de i dag gällande rekommendationerna (Spörndly 2003). Men magnesiumintaget hos sinkor är vanligtvis högre i de allra flesta mjölkbesättningarna, ca 3 g Mg/kg ts är vanligt enligt egna beräkningar.

Även konsumtionen av fosfor kan påverka regleringen av kalciumbalansen. Hos kor som konsumerar mer än 80g P/dag under sintiden hämmas bildningen av 1,25-dihydroxyvitamin D vilket leder till nedsatt resorption av kalcium från tunntarmen och därmed ökar risken för kalvningsförlamning (Kichura et al., 1982). Det måste dock betraktas som mycket ovanligt med så höga halter av fosfor i svenska sintidsfoderstater att det skulle medföra en sådan ökad risk.

Det är välkänt att ras har betydelse för uppkomsten av kalvningsförlamning. Av de i Sverige vanligaste raserna SLB och SRB har SRB korna en något högre incidens (Svensk Mjölks årsstatistik, 2006). Incidensen kalvningsförlamningar ökar med stigande ålder hos korna. Detta anses bland annat bero på äldre kor har färre receptorer för parathormon i benvävnad och njurar och även på att tunntarmens celler har färre receptorer för 1,25-dihydroxyvitamin D (Hanai et al., 1990; Horst et al., 1990).

Hypoteser

- Utfodring med ett kalciumfattigt foder under sista veckorna av sintiden underlättar kons anpassning till ett ökat kalciumbehov när mjölkproduktionen kommer igång genom att stimulera frisättningen parathormon och aktivera mineralmobiliseringen från benvävnaden och effektivisera upptaget från tarmen.
- Besättningar där korna under sista veckorna av sintiden utfodras med foder som har ett högt kalciuminnehåll har högre incidens kalvningsförlamningar än de besättningar som nyttjar sintidsfoder med lägre kalciuminnehåll
- Besättningar där korna under sista veckorna av sintiden utfodras med foder som har ett högt magnesiuminnehåll har lägre incidens kalvningsförlamning än de som fodras med ett relativt magnesiumfattigt sintidsfoder
- Kaliumintaget under sintiden är inte högre i besättningar med hög incidens kalvningsförlamningar

Material och Metoder

”Kungsängenstudien”

Denna studie syftade främst till att undersöka om en låg kalciumhalt i fodret under de sista veckorna av sintiden inducerar frisättning av PTH och stimulerar de celler som mobiliserar kalcium från benvävnaden. Vidare kvantifierar vi både den skenbara smältbarheten och urinutsöndringen av kalcium. Vi ville också undersöka om kalciumnivån om fodret påverkade magnesiumupptaget.

Vi studerade 30 SRB kor som tillhör Kungsängens besättning. De sinlades ca 8 veckor innan beräknad kalvning. Under perioden fram till kalvning utfodrades korna att fodras enligt rekommendationen för sinkor. Fodret att komponerades med målsättningen att kalciumhalten blir ca 4,5 g/kg ts. Tre veckor innan beräknad kalvning fördelades korna i tre lika stora behandlingsgrupper De var jämt fördelade avseende laktationsnummer, sinläggningsdatum och avkastning under den senaste laktationen. Kor som tidigare hade behandlats för kalvningsförlamning ingick inte i försöket. Behandlingsgrupperna utfodrades med tre olika kalciumtillskott i form av foderkalk (0, 4,5 respektive 9 g Ca/kg ts). Kalciumtillskottet blandades in i fodret. Efter kalvning fick all korna, oavsett vilken behandling de fått under de sista veckorna av sintiden, en foderstat avsedd för lakterande kor. Det var således ingen skillnad mineralintag mellan behandlingarna efter kalvning.

Provtagningarna påbörjades 5 veckor innan beräknad kalvning och pågick fram till och med första veckan efter kalvning. Foderkonsumtionen registrerades dagligen under försöket. Urinprov vid spontan togs två gånger i veckan under försöket. Blodprover samlades i heparinrör två gånger i veckan under veckorna innan kalvning samt ca 6, 12, 24 timmar, 2, 4 & 7 dagar efter kalvning. Träckprover togs två gånger dagligen under en femdagarsperiod två veckor innan beräknad kalvning. Näringsinnehållet i fodret (inklusive mineralerna Ca, Mg, K, Cl & P) analyserades regelbundet. Mängden saltsyraolöslig aska (AIA) bestämdes i fodret. Halten av kalcium och kreatinin bestämdes i urin. Genom att uttrycka koncentrationen av mineral i relation till kreatininhalten i urin skattades den totala utsöndringen. Alla blodproverna analyserades avseende plasmahalterna av Ca och Mg, benmarkören CTx samt PTH. Träckproverna slogs samman så att ett prov från varje djur erhöles. Koncentrationen av saltsyraolöslig aska och kalcium kommer att bestämmas i träckproverna. Den skenbara smältbarheten för kalcium och magnesium beräknades sedan enligt van Koeulen & Young (1977).

Vid den statistiska bearbetningen av materialet utnyttjades statistikprogrammet SAS (SAS 9.1), Procedure Mixed. Modellen ”repeated measures” med block som slumpmässig faktor och behandling (3 nivåer), tid i förhållande till kalvning (12 nivåer), laktationsnummer (2 nivåer), tid i behandling (9 nivåer) och med interaktionerna mellan behandling i tid i behandling och behandling i tid i förhållande till kalvning. I de statistiska analyserna av smältbarheten utgick tid i förhållande till kalvning och tid i behandling eftersom det bara fanns en observation per djur. Medelvärden i figurer som presenteras i resultaten är ”least square means”. Parvisa jämförelser gjordes om det förelåg en ”over all” signifikant av någon faktor. Med signifikans avses $P < 0,05$

”Besättningsstudien”

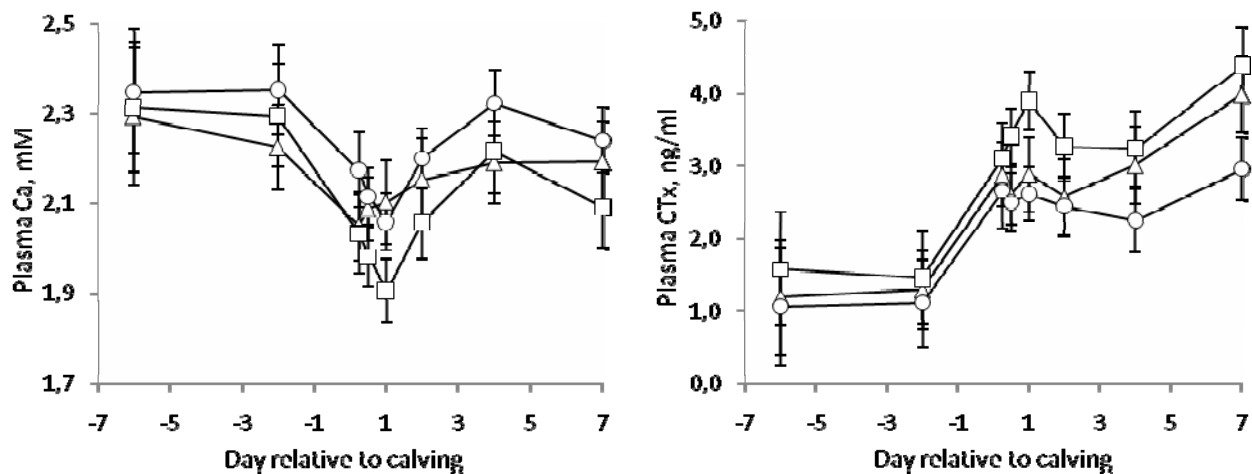
Syftet med denna del av studien var att undersöka eventuella samband mellan kalcium-, magnesium- respektive kaliumhalten i fodret och sjukligheten i kalvningsförlamning. Försöket planerades som en case-control studie på besättningsnivå. Tvåhundra besättningar med hög respektive låg sjuklighet i kalvningsförlamning kontaktades. Urvalskriterier: minst 45 kor senaste kontrollåret, minst 20 kor de två tidigare åren. Minst 2% mastit registrerat. Fall: De 100 med högst genomsnittlig paresfrekvens de senaste tre kontrollåren (04/05, 05/06 och 06/07). Högriskgruppen utgjordes av ett urval av besättningar som under samma period

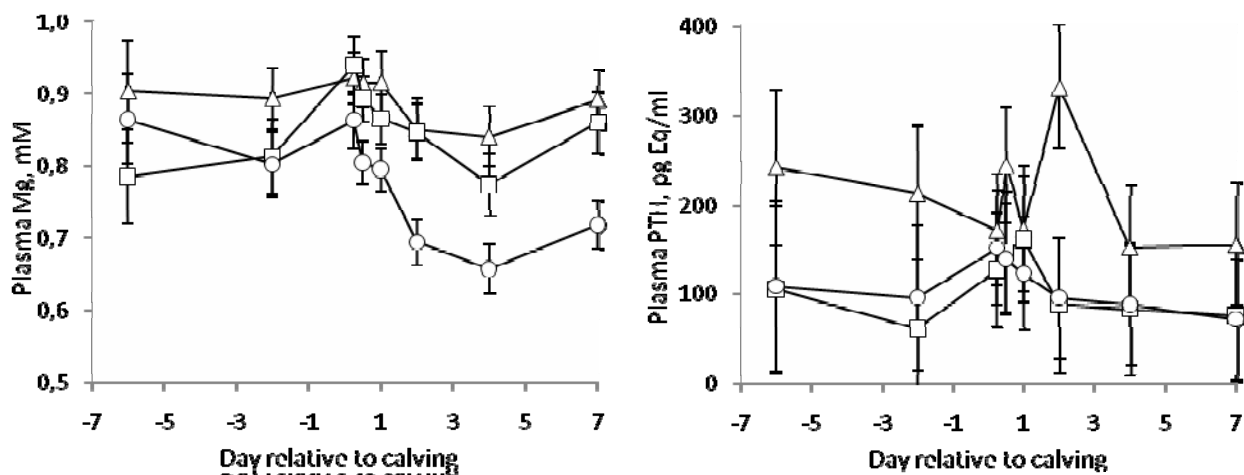
haft en årlig sjuklighet i kalvningsförslamning som översteg 8,7 %. Kontroller: Slumpmässigt 100 av de drygt 300 med 0% pares registrerat. Den låga behandlingsincidensen verifierades med djurägaruppgifter. Antalet kontaktade besättningar baserades på en tidigare studie som redovisats av Danielsson (2005). Vi ställde följande krav på dokumentation av utfodringen för att besättningarna skulle kunna ingå i den slutgiltiga bearbetningen av resultaten: Analys på det grovfoder som används både 3 v före och vid kalvning. Kontrollerad mängd kraftfoder. Den statistiska analysen av sambandet mellan besättningens paresincidens och utfodringsrutiner görs med hjälp av multivariabel metodik, där hänsyn även tas till andra riskfaktorer (ras, avkastningsnivå, etc) samt utfallsvariabelns fördelningsmönster.

Resultat:

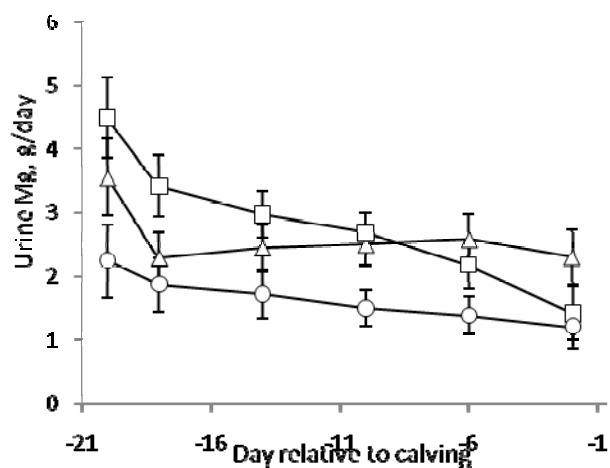
”Kungsängenstudien”

Kalciumnivåerna i fodret blev en aning högre än vi planerat (4,9; 9,3; respektive 13,6 g/kg ts). Magnesiumnivån i fodret var 1,8 g/kg ts vilket är strax över gällande rekommendationer i såväl Sverige (Norfor) såväl som i USA (NRC). En ko utgick ur försöket eftersom hon kalvade avsevärt tidigare än beräknat. Det var inga skillnader mellan behandlingsgrupperna under perioden innan de fick sina respektive behandlingar avseende någon av de parametrar som vi registrerade. Kalciumnivån i fodret påverkade både utsöndringen av magnesium och kalcium via urin. De kor som fodrades med den lägsta kalciumhalten hade den högsta utsöndringen av kalcium i urin vilket tyder på att de hade det effektivaste upptaget av kalcium. Men det var inga skillnader i skenbar smältbarhet av kalcium mellan behandlingarna. De kor som fick den högsta kalciumhalten i fodret hade lägre skenbar smältbarhet av magnesium och lägre magnesiumutsöndring i urin under sintiden vilket tyder på att magnesiumupptaget hämmades av ett högt kalciumintag. Det var inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna i plasmakoncentrationen av kalcium, magnesium, CTx eller PTH under sintiden. Som väntat sjönk kalciumnivån hos alla korna efter kalvning (figur 1). Det var ingen generell effekt av kalciumnivån i fodret på vare sig plasmanivån av kalcium CTx eller PTH men hos de kor som utfodrats med den högsta kalciumnivån under de sista veckorna innan kalvning sjönk magnesiumnivån betydligt mer än hos de andra korna. Nivån var signifikant lägre under perioden två till sju dagar efter kalvning (figur 1). CTx-nivån i plasma hade stigit markant vid den första provtagningen, sex timmar efter kalvning och låg kvar på en betydligt högre nivå under den första veckan efter kalvning. Koncentrationen av PTH i plasma varierade mycket mellan individer och ingen signifikant effekt av vare sig behandling eller kalvning noterades (Figur 1).





Figur 1. Plasma Ca, Mg, cross-linked carboxyterminal telopeptides of type I collagen (CTx) (ng/ml) and parthormon (PTH) (pg Eq/ml) (least-square means \pm SE) (Δ = 4.9 g Ca/kg ts, \square = 9.3 g Ca/kg ts, \circ = 13.6 g Ca/kg ts).



Figur 2. Urinutsöndring of Mg (g/d) från kor som fodrats med olika kalciumgivor under de sista veckorna av sintiden. (Δ = 4.9 g Ca/kg DM, \square = 9.3 g Ca/kg DM, \circ = 13.6 g Ca/kg DM)

Besättningsstudien.

Totalt svarade 120 besättningar varav 19 hade slutat med mjökkor eller ville inte med i studien. Av de 120 besättningar med positiva svar var 55 fallbesättningar och 46 kontrollbesättningar. Foderdata från av 70 besättningarna (43 fallbesättningar och 27 kontrollbesättningar) bedömdes vara tillräckligt säkra för att kunna användas.

	Kontrollbesättningar			Fallbesättningar		
	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max
Pares i databas, %	0	0	0	11	8.8	16.9
Pares 3 år % enl djurägare	3.5	0	12.4	9.1	1.3	19.2
Besättningsstrl	68	45	142	64	45	145
Produktion	9002	6239	10838	9494	7176	11328

Kontr.år 04-07						
Tot beh antal/ko	0,19	0,04	1,00	0,57	0,19	1,19

Den statistiska bearbetningen av materialet är ännu inte fullständig genomförd. Endast deskriptiva data redovisas därför. Av fall-besättningarna använder 85% någon form av profylaxbehandling. Motsvarande siffra för kontrollbesättningarna var 73%. Nio % av fall-besättningarna och 28% av kontrollbesättningarna använder inte samma ensilage till mjölkorna som till sinkorna. Omkring 24% av fallbesättningarna och 39% av kontrollbesättningarna ändrar inte foderstaten under de sista tre veckorna före kalvning.

3 v före kalvn	g/kg ts	Ca	P	Mg	K
Hög	<i>Max</i>	11.8	4.4	5.3	29.3
	<i>Min</i>	4.4	2.2	1.7	11.3
	<i>Medel</i>	7.0	3.3	2.9	21.2
Låg	<i>Max</i>	10.3	5.0	5.6	29.6
	<i>Min</i>	5.0	2.0	1.5	11.3
	<i>Medel</i>	6.8	3.6	3.1	17.3
Vid kalvning					
Hög	<i>Max</i>	10.9	4.4	5.3	25.7
	<i>Min</i>	4.7	2.9	1.7	11.3
	<i>Medel</i>	6.9	3.6	3.0	18.9
Låg	<i>Max</i>	9.7	5.0	5.6	25.2
	<i>Min</i>	5.0	2.6	2.0	10.6
	<i>Medel</i>	6.9	3.7	3.1	16.5

Diskussion

Vi ville med studien som genomfördes på Kungsängen undersöka om utfodring med ett kalciumfattigt foder under sista veckorna av sintiden underlättar kons anpassning till ett ökat kalciumbehov när mjölkproduktionen kommer igång. Detta skulle kunna ske genom att stimulera frisättningen parathormon och därmed aktivera mineralmobiliseringen från benvävnaden och effektivisera upptaget från tarmen. Bakgrunden till studien var en omfattande metaanalys (Lean et al. 2006) som indikerade att man inte behövde utfodra med så låga kalciumnivåer under sintiden som man tidigare ansett för att underrätta kons omställning till ett ökat kalciumbehov. Vi valde att utfodra med tre olika kalciumnivåer inom det intervall där de allra flesta svenska sintidsfoderstater ligger. Plasmakoncentrationen av kalcium sjönk markant vid kalvning oberoende av vilken kalciumnivå korna utfodrats med. Det var ingen signifikant skillnad i kalciumkoncentration mellan behandlingarna. Inte heller var det någon skillnad i aktiviteten hos de celler, osteoklaster, som mobiliserar kalcium från skelettet eller plasmahalten av parathormon som reglerar kalciumomsättningen. Men de kor som utfodrades med den lägsta kalciumnivån utsöndrade mer kalcium i urin än kor som fick de högre givorna. Det tyder på att förmågan att ta upp kalcium från tarmen var högre hos de kor som fick den lägsta givan. Sammantaget tyder dock resultatet tyder på att halten av kalcium i fodret under de sista veckorna innan kalvning inte hade någon större betydelse för kornas anpassning till det ökade kalciumbehovet efter kalvning när mjölkproduktionen kommer i gång. Det är möjligt att om halten kalcium i foderstaten hade varit lägre än de 4,9 g/kg ts som var den lägsta nivån i denna studie så hade effekterna blivit mer påtagliga. Tidigare studier har visat att om konsumtionen av kalcium är lägre än omkring 25 g/dag så har korna en större förmåga att anpassa sig till det ökade kalciumbehovet vid kalvning. Men eftersom vallfoder vanligtvis har ett relativt högt kalciuminnehåll är det svårt att åstadkomma så låga nivåer. Detta

bekräftas i ”besättningsstudien” där den besättning som noterades ha den lägsta kalciumkoncentrationen i foderstaten vid kalvning var 4,7g/kg ts. Magnesiumhalten i fodret var den samma i de tre olika behandlingarna. Nivån, 1.8 g/kg ts överstiger gällande rekommendationer för sinkor enligt NorFor. Urinutsöndringen av magnesium anses som en mycket bra indikator för magnesiumbalansen hos mjölkkor. Kor som dagligen utsöndrar mindre än 2,5 g anses få för lite av magnesium via fodret (Mayland 1988). Nästan alla korna i denna studie visade sig utsöndra mindre än 2,5 g/dag vilket tyder på att gällande rekommendationer för magnesiumintag är för låga. Närmare en tredjedel av korna utsöndrade mindre än 1 g dag vid minst ett tillfälle under sintiden vilket måste anses vara väldigt lågt. Den låga magnesiumutsöndringen speglades av låga magnesiumhalt i blodplasma. Resultaten visar också att ett högt kalciumintag under sintiden hämmade magnesiumupptaget. Hos de kor som fått den högsta kalciumgivan under sintiden sjönk magnesiumhalten i blodplasma markant under perioden efter kalvning. Magnesium resorberas från våmmen hos vuxna idisslare. Det kan därför verka svårt att förstå hur kalcium kan påverka resorptionen eftersom detta mineral huvudsakligen resorberas från tunntarmen. Det finns emellertid studier som visar att vid ett högt kalciumintag så kan upptaget även ske från våmmen (Khorasani et al., 1997). Care et al. (1984) har visat att kalcium kan hämma magnesiumupptaget hos idisslare. Vi har tolkat våra resultat så att ett högt kalciumintag under flera veckor under sintiden medförde en omfattande utarmning av kons magnesiumreserver. Magnesium finns framförallt inne i cellerna. När upptaget är för litet dräneras cellerna på magnesium. När korna kalvar och magnesiumförlusterna via mjölken blir avsevärda visar sig den långvariga bristen i att kon inte förmår att upprätthålla magnesiumhalten i blodplasma eftersom de intracellulära reserverna är utnyttjade. Magnesiumbrist kan leda till nedsatt foderintag, störd våmfunktion, ökad inflammationsrisk och minskad mjölkproduktion (Wilson, 1980; Ammerman et al., 1971). Under perioden efter kalvning när kon är i negativ näringsbalans och extra mottaglig för ämnesomsättnings- och infektionssjukdomar är det extra viktigt att hon får tillgång till tillräckligt med magnesium via fodret.

Besättningstudien.

Det var relativt små skillnader i mineralutfodring mellan de besättningar som hade en låg incidens pareser (Kontrollbesättningarna) och de med hög incidens (Fall-besättningarna). Det är dock viktigt att understryka att eftersom den statistiska bearbetningen ännu inte är helt klar så kan vi inte uttala oss eventuella signifikanta skillnader som finns i materialet. Den sjukdomsincidens som baserats på kokontrollens uppgifter verifierades i viss mån av djurägarna. De uppgifter som baserats på djurägarnas egen dokumentation antydde att skillnaderna mellan grupperna var mindre. Avkastningen hos fallbesättningarna var omkring 5 % högre. En mycket stor del besättningarna och särskilt fallbesättningarna använde någon form av preparat för att förebygga problemen med pares hos korna. Det är intressant att konstatera att trots sådan förebyggande behandling så drabbades omkring 10% av korna av pares som behövde behandlas av veterinär. Den totala sjukdomsincidensen var tre gånger så hög hos fall-besättningarna. Det är välkänt att kor som haft pares löper en ökad risk att drabbas av andra sjukdomar exempelvis mastit och löpmagsförskjutning. I vilken utsträckning den högre paresincidensen bidragit till ökad incidens andra sjukdomar är det dock svårt att bedöma. Kor i fall-besättningarna utfodrades med foder som hade ett något högre kalcium- och kaliuminnehåll än kontrollbesättningarna men magnesiumhalten var lägre. Detta överensstämmer med förväntade skillnader, men skillnaderna var små och det är tveksamt om de är signifikanta.

Referenser

- Beede, D. K., Risco, C. A., Donovan, G. A., Wang, C. & Sanchez, W. K. 1992. Nutritional management of the late pregnant cow with particular reference to dietary cation-anion difference and calcium supplementation. I: Proc 24th Annu Conf Am Bovine Pract, Stillwater, Oklahoma, USA, , 51-55.
- Curtis, C., R., Erb, H. N. & Sniffen, C. J. 1983. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. : J. Am. Vet. Med. Ass. 183:559-561.
- Danielsson, H. 2005. Mineralämnen i fullfoder. Examensarbete, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård vol. 209.
- Emanuelson, U. 1996. Avkastning - hälsa - kostnader. XXV NØK-möte, Mariehamn, Finland, 28-31 Juli, 1996, 112-119.
- Goff, J. P. 2001. Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. Vet. Clin. of North Am. Food. Anim. Pract. 16, 319-337.
- Goff, J. P. 2006. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. Anim. Feed. Sci. Technol. 126, 237-257.
- Green, H. B. Horst, R., Beitz, D & Littledike, T. D. 1981. Vitamine D metabolites in plasma of cows fed a pre-partum low calcium diet for prevention of parturient hypocalcemia. J. Dairy. Sci. 64, 217-226.
- Guard, C. L. 1996. Frech cow problems are costly: Culling hurts most. Hoards Dairyman, 141:8.
- Hanai, H. Brennan, D. P., Cheng. L. et al. 1990. Downregulation of parathyroid hormone receptors in renal membranes from aged rats. Am. J. Physiol. 259, F444-450.
- Hansen, S. S. , Norgaard, P., Pedersen, C., Jorgensen, R.J., Mellau, L. S., Enemark J.D. 2003. The effect of subclinical hypocalcaemia induced by Na2EDTA on the feed intake and chewing activity of dairy cows. Ve.t Res. Commun.. 27:193-205.
- Heringstad, B., Chang, Y. M. Gianola, D. et al. 2005. Genetic analysis of clinical mastitis, milk fever, ketosis, and retained placenta in three lactations of Norwegian red cows. J. Dairy Sci. 88, 3273-3281.
- Holtenius, K. and Ekelund, A. 2005. Biochemical markers of bone turnover in the dairy cow during lactation and in the dry period. Res. Vet. Med. 78, 17-19.
- Horst, R, L, Goff, J P, Reinhardt, T. A. 1990. Advancing age results in reduction of intestinal and bone 1,25-dihydroxyvitamin D receptor. Endocrinology. 126, 1053-1057.
- Kishura, T. S., Horst, R. L., Beitz, D, & Littledike, E. T. 1982. Relation between prepartal dietary calcium and phosphorus, vitamin D metabolism and periparturien paresis in dairy cows. J. Nutr. 112, 480-487.
- Khorasani, G. R., R.A. Janzen, W. B. McGill, and J. J. Kennelly. 1997. Site and extent of mineral absorption in lactating cows fed whole-crop cereal grain silage or alfalfa silage. J. Anim. Sci. 75:239-248. .
- Lean, P. J. DeGaris, P. J., McNeil, D. M. & Block, E. 2006. Hypocalcemia in dairy cows: Meta-analysis and Dietary Cation Anion Difference Theory Revisited. J. Dairy. Sci. 89, 669-684.
- Mayland, H. 1988. Grass tetany. Pages 511-523 in The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. D. C. Church, ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- NRC, Nutrient requirements for dairy cattle 7th rev. Natl. Acad. Sci, Washington, DC.
- Roche, J. 2003. Hypocalcaemia and DCAD for the pasture-based transition cow--a review. Acta Vet Scand Suppl.:97:65-74. Review.
- Rude, R. K., Oldham, S. B., Sharp Jr C. F. & Singer, F. R. 1978. Parathyroid hormone secretion in magnesium deficiency. J. Clin. Endocrin. Metab. 47, 800-806.

- Thilsing-Hansen, T., Jorgensen, R. J., Enemark, J. M. et al., 2003. The effect of zeolite A supplementation in the dry period on blood mineral status around calving. *Acta Vet Scand Suppl.*, 97:87-95. Review
- van Koeulen, J. & Young, B. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in mineral digestibility studies. *J. Anim. Sci.*, 282-290
- Wilson, P. 1980. Effect of magnesium supplements on the digestion of forages and milk production of cows with hypomagnesemia. *Anim. Prod.* 31, 153-160.

Vetenskapliga publikationer baserade på projektet

- C. Kronqvist, U. Emanuelson, R. Spörndly and K. Holtenius (2011)
- Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:1365-1373
- C. Kronqvist, U. Emanuelson, R. Spörndly and K. Holtenius (2011) Relationship between incidence of milk fever and minerals during the last three weeks of gestation. *Animal*, under revision
- Kronqvist, C. 2011. Minerals to dairy cows with focus on Calcium and Magnesium Balance. Doctoral Thesis No 2011:78.
- C. Kronqvist, U. Emanuelson, R. Spörndly, M. Tråvén and K. Holtenius (2009) Magnesium and calcium metabolism in periparturient dairy cows fed different levels of calcium. Proceedings of 11th International Symposium on Ruminant Physiology Clermont Ferrand. Abstract samt Poster.

Övrig resultatförmedling till näringen

Workshop: Mineraler – Mer eller mindre, det är frågan, Djurhälso- & Utfodringskonferensen Uppsala 2009.

- C. Kronqvist. Mycket att vinna på att minska kalciumintaget för sinkorna! Muntlig presentation
- C. Kronqvist. Har vi en obefogad rädsla för höga kaliumhalter i fodret till lakterande kor? Muntlig presentation
- K. Holtenius. Har vi underskattat mjölkornas magnesiumbehov? Muntlig presentation.

- En sammanfattning av resultaten kommer att publiceras i tidningen *Husdjur* under december 2011 enligt överenskommelse med Erik Pettersson, chefredaktör *Svensk Mjolk*.
- K. Holtenius Presentation av resultaten i samband möte med mjölkproducenter och veterinärer i Dalsland (december 2010)

- Institutionens hemsida: Populärvetenskaplig information om projekten
<http://www.slu.se/sv/fakulteter/vh/institutioner/institutionen-for-husdjurens-utfodring-och-var/d/forskning/pagaende-projekt/mineralutfodring-av-kor-under-sintid-samband-med-kalciumbalans-och-kalvningsforlamning/>