



# Hur kan kalvningsförlamning förebyggas?

## How to prevent milk fever?



Foto: Ida Hansson

av

**Ida Hansson**

---

**Institutionen för husdjurens utfodring och vård  
Sveriges lantbruksuniversitet**

***Department of Animal Nutrition and Management  
Swedish University of Agricultural Sciences***

**Examensarbete 373  
15 hp G2E-nivå**

***Degree project 373  
15 credit G2E-level  
Uppsala 2012***

---



# Hur kan kalvningsförslamning förebyggas?

## How to prevent milk fever?

av

**Ida Hansson**

**Handledare/ Supervisor:** Cecilia Kronqvist

**Examinator/ Examiner:** Kjell Holtenius

**Nyckelord/ Key words:** Mjölkkor, hypokalcemi, paresis puerperalis, DCAD, förebyggande/*Dairy cows, hypocalcemia, parturient paresis, DCAD, prevention*

*Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.*

---

**Institutionen för husdjurens utfodring och vård  
Sveriges lantbruksuniversitet**

**Examensarbete 373  
15 hp G2E-nivå  
Kurskod EX0553**

***Department of Animal Nutrition and Management  
Swedish University of Agricultural Sciences***

***Degree project 373  
15 credit G2E-level  
Course code EX0553  
Uppsala 2012***

---

## Sammanfattning

Kalvningsförlamning är en av de vanligaste sjukdomarna hos mjölkkor och orsakas av ett metaboliskt tillstånd hos kon som kallas klinisk hypokalcemi. När laktationen startar vid kalvning transporteras stora mängder kalcium till juvret och kalciumkoncentrationen sjunker drastiskt i blodet. Om kon inte kan kompensera för kalciumsänkningen kan inte nervsystemet och musklerna fungera som de ska vilket gör att kon blir förlamad och oförmögen till att resa sig upp. På grund av att det är en sjukdom med allvarliga symptom och som kan leda till stora ekonomiska konsekvenser för producenten är det viktigt att kunna förebygga sjukdomen. Syftet med det här arbetet är därför att ta reda på vad som orsakar kalvningsförlamning samt hur tillståndet kan förebyggas hos kon och vilka metoder som är vanligast. Genom olika utfodnings- och skötselåtgärder kan risken för kalvningsförlamning minskas och många metoder har tagits fram för att hjälpa kon återställa kalciumbalansen i kroppen. Metoder som tas upp här är användandet av olika kalciumkoncentrationer i fodret, sänkning av fodrets katjon-anjon differens, tillförsel av D-vitamin och andra D-vitaminmetaboliter, kontroll av andra mineraler i fodret samt orala kalciumtillskott vid kalvning. Ingen metod är 100 % effektiv och nackdelar och bieffekter kommer med alla metoder men de metoder som vanligen används är foderstater med låg katjon-anjon differens samt orala kalciumtillskott. Kombinationer av flera metoder skulle behöva tas fram för att öka effektiviteten samtidigt som andra mineraler som magnesium och fosfor också måste tas hänsyn till.

## Abstract

Milk fever is one of the most frequent diseases in dairy cows and it is caused by a metabolic disorder called clinical hypocalcemia. Around parturition, calcium is lost from the plasma to the udder at the onset of lactation and the plasma calcium concentration decreases dramatically. The nervous system and the muscles may not function if the cow is not able to cope with the acute decrease of calcium, and therefore recumbency and paresis can occur. Because of the severe symptoms and the economical importance, prevention of the disease is necessary. The aim of this study is to determine the cause of milk fever and to find alternative methods of preventing the disease. Lowering the risk of milk fever can be done by different feeding and management strategies and several methods have been developed to help the cow recover the calcium homeostasis. The methods that are described in this paper are the use of different dietary calcium concentrations, lowering the dietary cation anion difference, supplementation of vitamin D and vitamin D metabolites, dietary mineral control, and oral drenching around calving. No method is 100 % effective and they all have different side effects but lowering the dietary cation anion difference and oral drenching around calving was the two methods most commonly used. Combination of different methods is one potential way of improving efficacy while minerals as magnesium and phosphorus also needs to be considered.

## Introduktion

Kalvningsförlamning (paresis puerperalis) kan inträffa inom några dagar efter kalvning hos mjölkkor (Martín-Tereso & Versteegen, 2011) och sjukdomen karaktäriseras av att korna blir förlamade och oförmögna till att resa sig upp, i värsta fall leder det till chocktillstånd och död (Radostits et al., 2007). Av de mjölkkor som var med i Svenska Kokontrollen 2010 var det 3,4 % som insjuknade i kalvningsförlamning (SJV, 2011). Tillståndet orsakas av en metabolisk sjukdom som kallas klinisk hypokalcemi (Radostits et al., 2007). Vid kalvning övergår den dräktiga kon till en lakterande fas vilket leder till ett ökat kalciumbehov. Kalcium transporteras från blodet till mjölken och kalciumkoncentrationen i blodet sjunker markant när mjölkproduktionen startar. Detta gör att nervsystemet och musklerna inte får tillräckligt med

kalций för sina funktioner (Goff, 2008) och kon blir därmed förlamad (Goff, 2003). Äldre, höglakterande kor är mer benägna att insjukna i kalvningförlamning än kvigor och förekomsten av kalvningförlamning har visat sig öka med 9 % för varje laktation (Radostits et al., 2007; DeGaris et al., 2009).

Mjölkkor kan även drabbas av en lindrigare form av hypokalcemi, subklinisk hypokalcemi, som leder till ett minskat foderintag, försämrade våm- och tarmkontraktioner, minskad mjölkavkastning samt en ökad känslighet för andra sjukdomar (Goff, 2008). Dessa sjukdomar kan bland annat vara mastit, ketos, livmodersinflammation, löpmagsförskjutning, kvarbliven placenta samt svåra kalvningar (Curtis et al., 1983). Förutom hälsoproblem för djuren leder både klinisk och subklinisk hypokalcemi till ekonomiska förluster för producenten vilket beror på en minskad mjölkavkastning samt kostnader för mediciner och veterinärvård (Patel et al., 2011).

Kalvningförlamning är en av de vanligaste sjukdomarna hos mjölkkor (Wilkens et al., 2012), och på grund av att det är en sjukdom med allvarliga symptom och stora ekonomiska konsekvenser (Reinhardt et al., 2011) är det viktigt att kunna minska insjukningsrisken hos korna. Det har gjorts mycket forskning inom området och för att förhindra att nykalvade kor insjuknar i hypokalcemi handlar det framförallt om att underlätta återställningen av kalцийbalansen för kon. Förekomsten av kalvningförlamning skiljer sig mellan besättningar och genom olika utfodrings- och skötselåtgärder kan risken för kalvningförlamning minskas (Kronqvist et al., 2012). Syftet med det här arbetet är att ta reda på vad som orsakar kalvningförlamning hos mjölkkor samt hur man kan förebygga sjukdomen. Vilka metoder används för att förhindra sjukdomsförekomsten och vad är det för mekanismer som ligger bakom? Vilka metoder är vanligast att använda och är det de mest effektiva metoderna?

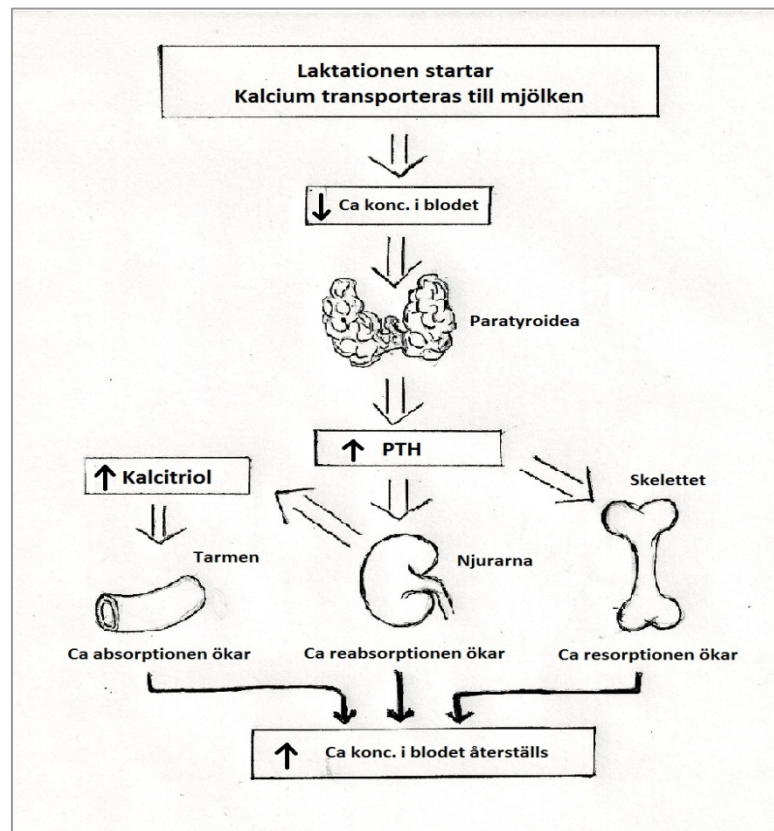
## Hypokalcemi

Kalцийkoncentrationen i blodet regleras genom ett samspel mellan absorptionen av kalций från tarmen, utsöndringen av kalций från njurarna samt upptag och resorption av kalций från skelettet. När laktationen startar vid kalvning transporteras stora mängder kalций till mjölken vilket gör att kalцийkoncentrationen i blodet minskar drastiskt (Sjaastad et al., 2010). För att producera 10 l mjölk går det åt mellan 12-14,5 g upptagbart kalций beroende på ras, där Holstein kräver ca 12 g och Jerseykon kräver upp till 14,5 g kalций. Till 10 l råmjölk går det däremot åt ca 21-23 g kalций för en ko och det är ungefär nio gånger så mycket som den mängd kalций som finns i plasmans kalцийpool (Horst et al., 1997; NRC, 2001). Vid kalvning krävs det att mer än 30 g Ca/dag tillförs till kalцийpoolen (Horst et al., 1997).

Den låga kalцийkoncentrationen i blodet stimulerar paratyroidea att utsöndra parathormon (PTH), vilket ökar resorptionen av kalций i benvävnaden och reabsorptionen av kalций i njurarna. Utsöndringen av PTH stimulerar även till att 25-hydroxikolekalciferol hydroxyleras till kalcitriol (1,25-dihydroxikolekalciferol) i njurarna. Kalcitriol är den mest aktiva formen av D-vitamin och har framförallt en stimulerande effekt på upptaget av kalций från tarmen. De olika regleringarna resulterar i en ökning av kalцийkoncentrationen i blodet och kalцийbalansen i kroppen återställs (se Figur 1). I vissa fall kan kalцийmobiliseringen i kroppen inte kompensera för den drastiska kalцийförlusten i blodet vilket leder till att kliniska symptom som kalvningförlamning kan uppstå (Sjaastad et al., 2010). Vad som orsakar den otillräckliga kalцийkompensationen är inte helt klart men faktorer som bland annat ålder, ras, hypomagnesemi samt ett tillstånd av metabolisk alkalos hos kon tros spela in (Horst et al., 1997; Goff, 2008). Kor har ofta ett grundtillstånd som är alkaliskt på grund av att de äter

grovfoder som innehåller höga halter av kalium. Ett alkaliskt tillstånd hos kon leder till att vävnader i kroppen inte reagerar lika bra på PTH (Goff et al., 1991; Horst et al., 1997).

En vuxen ko har en kalciumkoncentration i blodet som ligger mellan 2,1-2,5 mmol/L och när kalciumkoncentration i blodet är <2,0 mmol/L hos kon klassas det som subklinisk hypokalcemi (Goff, 2008). Klinisk hypokalcemi är inte definierat precist, oftast klassas det som klinisk hypokalcemi när kons tillstånd kräver behandling dock är detta en subjektiv bedömning och det är svårt att sätta en exakt gräns mellan subklinisk och klinisk hypokalcemi (Martín-Tereson & Verstegen, 2011). De flesta kor upplever någon grad av hypokalcemi första dagen efter kalvning på grund av det plötsliga kalciumbehovet (Horst et al., 1997). Äldre mjölkkor är mer benägna till att insjukna i kalvningsförflamning än kvigor. Detta beror bland annat på att kvigor inte har ett lika fullt utvecklat skelett som äldre kor vilket gör att benomsättningen hos kvigor är snabbare och kalcium kan lättare frigöras till blodet (Sjaastad et al., 2010). Samtidigt ökar mjölkproduktionen med åldern hos kon vilket innebär ett ökat behov av kalcium hos äldre mjölkkor (Horst et al., 1997).



Figur 1. Kalciummobilisering i kroppen vid kalvning (Modifierad från Sjaastad et al., 2010).

## Förebyggande åtgärder

### Kalciumkoncentration i fodret

Genom att utfodra korna med en kalciumfattig diet två veckor före kalvning hamnar korna i en negativ kalciumbalans innan de ska kalva (Goings et al., 1974; Wiggers et al., 1974). Den låga kalciumkoncentrationen i blodet stimulerar sekretionen av PTH vilket leder till en ökad mobilisering av kalcium i skelettet och upptag av kalcium från tarmen. Vid kalvning får korna återgå till en foderstat med en normal kalciumkoncentration vilket leder till ett bra kalciumupptag från tarmen och kalciumbalansen stabiliseras (Goings et al., 1974; Sjaastad et al., 2010). Det har dock varit omtvistat om vilken kalciumkoncentration i dieten som är den optimala för att förebygga kalvningsförflamning (Lean et al., 2006). De nordiska rekommendationerna för kalciumhalten i foderstaten är 33 g/dag (Nielsen och Volden, 2011) och enligt Thilsing-Hansen et al. (2002a) bör kalciumintaget vara lägre än 20 g/dag för att en kalciumfattig diet ska vara en effektiv metod för att förebygga hypokalcemi. Det har dock varit ett problem att hitta vanligt förekommande foder som kan hålla intaget av kalcium lägre än 20 g/dag.

Studier har visat att genom att tillsätta syntetiskt Zeolit A (natriumaluminiumsilikat) i fodret kan kalciumkoncentrationen i plasman öka på kalvningsdagen och därmed förebygga kalvningsförlamning (Thilsing-Hansen et al., 2002b; Thilsing-Hansen et al., 2007; Grabherr et al., 2009). Zeolit A binder till kalcium och förhindrar absorptionen av kalcium i tarmen vilket sänker kalciumkoncentrationen i blodet utan att fodret har en låg kalciumhalt. Zeolit A tillsätts i fodret under de två sista veckorna innan kalvning och efter kalvning får korna en vanlig diet med högt kalciuminnehåll. Det har också visats att fosforkoncentrationen i blodet sjönk i samband med kalvning vilket tros bero på att aluminium i Zeolit A frisätts i kroppen och binder till fosfor. Tillsats av Zeolit A i fodret har givit ett minskat foderintag hos korna under utfodringen innan kalvning. Denna effekt kan bland annat bero på att Zeolit A har en dålig smaklighet men även att tillsatsen av Zeolit A leder till hypofosfatemi vilket har visat sig sänka foderintaget (Thilsing-Hansen et al., 2002b; Thilsing-Hansen et al., 2007; Grabherr et al., 2009). Ett minskat foderintag kan leda till en negativ energibalans hos kon och ge en ökad risk för ketos och fettlever (Sjaastad et al., 2010). Grabherr et al. (2009) tog fram en dos på 23 g Zeolit A/kg ts som kompromissade mellan effektiviteten av Zeolit A och det sänkta foderintaget, samtidigt som sänkningen av fosfat i blodet var måttlig för äldre kor. Två av nio kor som fick ett tillskott på 23 g Zeolit A/kg ts visade incidens av hypokalcemi (<2mmol/L) vilket minskade incidensen av hypokalcemi med 71 % jämfört med de kor som fick 12 g Zeolit A/kg ts eller inget tillskott alls.

En kalciumrik diet före kalvning kan kompensera för den minskade kalciumkoncentrationen i blodet genom passiv transport genom tarmväggen (Martín-Tereso & Verstegen, 2011). Det är dock oklart om en kalciumrik diet skulle förebygga kalvningsförlamning och det krävs mer forskning inom området. En teori är att en hög kalciumkoncentration (1,5 % Ca av ts) i fodret under en kortare period (12-18 dagar) ökar risken för kalvningsförlamning medan en längre utfodringsperiod av en kalciumrik diet minskar risken (Lean et al., 2006; DeGaris et al., 2009).

### **Sänkning av katjon-anjon differensen**

Den mest utsprida och framgångsrika metod som används för att förebygga kalvningsförlamning är att utfodra korna med ett foder som har en låg katjon-anjon differens, DCAD (Dietary Cation Anion Difference) (Martín-Tereso & Verstegen, 2011). Differensen av antalet katjoner och anjoner som tas upp från fodret påverkar syra-bas balansen hos korna och på så sätt blodets pH (Goff, 2006). Genom att minska antalet upptagbara katjoner i fodret och öka antalet upptagbara anjoner i fodret kan korna hamna i en metabolisk acidosis (Martín-Tereso & Verstegen, 2011), vilket innebär att kon får en försurad urin och en ökad utsöndring av kalcium via urinen. Detta leder i sin tur till att kalciumfrisättningen från skelettet och kalciumupptaget från tarmen ökar (Sjaastad et al., 2010).

För att uppnå en foderstat med en låg DCAD kan man använda sig av anjonsalter vilket är mineralsalter med S och Cl men utan Na och K (Martín-Tereso & Verstegen, 2011). Det råder delade meningar om vilken ekvation man ska använda för att räkna ut DCAD. Ekvationen som är den mest använda och som beskriver koncentrationen av elektrolyter i fodret är  $DCAD = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{2-})$  och uttrycks i mekv/kg ts (milliekvivalenter per kg torrs substans) (Lean et al., 2006). Enligt en metaanalys av Charbonneau et al. (2006) är dock ekvationen  $(Na^+ + K^+) - (Cl^- + 0,6S^{2-})$  lika bra korrelerad med incidensen av kalvningsförlamning som den tidigare ekvationen men har en högre korrelation till pH i urinen. Urinens pH är ett bra mått på kons syra-basstatus (Seifi et al., 2004) och genom att mäta pH i urinen kan man ta reda på hur kon reagerar på den låga katjondieten. Enligt Charbonneau et al. (2006) räcker det med att pH sänks till 7,0 för att motverka kalvningsförlamning medan lägre pH kan leda till ett lägre foderintag utan att ha någon större förebyggande effekt. Andra författare anser att pH

bör sänkas till mellan 5,8 och 6,8 beroende på ras för att det ska vara en effektiv kontroll av hypokalcemi (Goff, 2008).

Den låga DCAD-dieten förhindrar metabolisk alkalos och ökar känsligheten för PTH (Horst et al., 1997; Charbonneau et al., 2006). En studie av Goff et al. (1991) visade att en foderstat med överskott av anjoner ökade hydroxyprolinkoncentrationen i plasman vilket är ett mått på frisättandet av kalcium från skelettet. En foderstat med överskott av katjoner minskade förmågan hos ben och njurvävnad att reagera på PTH medan en foderstat med överskott av anjoner ökade njurarnas produktion av kalcitriol samtidigt som osteoklasternas aktivitet och celledning ökade, vilket leder till fler osteoklasterna som kan reagera på PTH. Resorptionen av kalcium från skelettet ökade på grund av den ökade vävnadsresponsen och kon kunde bättre anpassa sig till den kalciumstress som den utsätts för i början av laktationen (Goff et al., 1991). En rekommenderad DCAD i fodret för att förebygga kalvningsförlamning ligger mellan -50 mekv/kg och -100 mekv/kg (Horst et al., 1997) och korna bör utfodras med denna foderstat minst 10 dagar innan kalvning. I många studier som visat på positiva effekter med utfodring av anjonsalter har utfodringstiden varit mellan 21-45 dagar (Thilting-Hansen et al., 2002a). Ett problem med att tillsätta ett överskott av anjonsalter i fodret är att fodret får en dålig smaklighet vilket leder till ett lägre foderintag (Horst et al., 1997; Charbonneau et al., 2006).

En studie av Goff and Horst (1997) visade att kalcium i fodret inte var den största riskfaktorn för kalvningsförlamning utan att starka katjoner, speciellt kalium, inducerar metabolisk alkalos och minskar kons möjlighet att bibehålla kalciumbalansen. En kalciumfattig diet i samband med en låg kaliumkoncentration gav en låg risk för kalvningsförlamning. Det visades dock även att en kalciumrik diet i samband med en låg DCAD har en förebyggande effekt mot kalvningsförlamning medan endast en kalciumrik diet oberoende av DCAD inte hade samma effekt. Goff and Horst, (1997) kom fram till att istället för att tillsätta anjoner i dieten för att förebygga kalvningsförlamning så kunde man minska katjonkoncentrationen i dieten. Även andra studier har visat att en ökad kaliumkoncentration i fodret ökar risken för kalvningsförlamning (Horst et al., 1997; Kronqvist et al., 2012). Grovfoder som utfodras till korna innehåller dock ofta höga halter av kalium och problemet är att hitta ett foder med låg kaliumhalt på grund av de höga kaliumhalterna i jorden. Ett näringsrikt och tidigt skördat grovfoder innehåller ofta högre halter av kalium än ett äldre, senare skördat foder och det är även vanligt att lantbrukare övergödslar markerna med kalium för att få en ökad avkastning på vallen (Horst et al., 1997).

### **Tillförsel av D-vitamin och andra D-vitaminmetaboliter**

Användningen av stora doser D-vitaminmetaboliter och analoger för att förebygga kalvningsförlamning är omdiskuterat då effektiviteten av dessa tillsatser varierar mycket mellan studier (Thilting-Hansen et al., 2002a). Utfodring eller injicering av höga doser D-vitamin (10 000 000 IE D-vitamin) 10-14 dagar innan kalvning var förut en rekommenderad metod. Kalciumabsorptionen från tarmen ökade vilket minskade risken för kalvningsförlamning. Dock ökade de höga doserna risken för irreversibel förkalkning av mjuka vävnader. Samtidigt framkallade lägre doser (500 000-1 000 000 IE D-vitamin) kalvningsförlamning hos korna på grund av att de höga halterna av 25-hydroxikolekalciferol och kalcitriol i kroppen hämmade sekretionen av PTH samt bildandet av kalcitriol i njurarna (Goff, 2008). Tidpunkten då injektionen sker är avgörande för att dosen inte ska vara skadlig för kon och injektionen bör ges 2-8 dagar innan kalvning (Radostits et al., 2007). Företagen som producerar dessa produkter avråder från att ge fler än två doser per ko (Thilting-Hansen et al., 2002a).

På grund av att calcitriol har en kort halveringstid är det viktigt att förutsäga kalvningsdagen någorlunda precist för att det ska ha en positiv effekt på kalciumbalansen (Wilkens et al., 2012). I en studie av Wilkens et al. (2012) visade man att en kombination av en låg DCAD-diet och ett oralt tillskott av 25-hydroxikolekalciferol hade mer positiva effekter på kalciumbalansen vid kalvning än vad enbart låg DCAD diet hade. Medan enbart ett tillskott av 25-hydroxikolekalciferol oberoende av DCAD inte hade några signifikanta effekter på kalciumbalansen vid kalvning. Författarna ansåg att den ökade vävnadsresponsen på PTH som inducerades av den låga DCAD dieten var avgörande för att tillsatsen av 25-hydroxikolekalciferol skulle ha positiva effekter.

### **Kontroll av andra mineraler**

Magnesium är involverad i flera biologiska processer som celledelning, energimetabolism samt muskelkontraktion och absorberas framförallt i vommen. En brist på magnesium kan leda till hypomagnesemi (Kronqvist et al., 2011). Hypomagnesemi minskar PTH-sekretionen samt har en hämmande effekt på interaktionen mellan PTH och PTH-receptorn (Goff, 2008) vilket minskar möjligheten för kon att anpassa sig till kalciumbristen vid kalvning (Kronqvist et al., 2011). Magnesiumkoncentrationen i plasman har visat sig minska efter kalvning samtidigt som en högre halt kalcium i fodret har visat sig minska upptaget av magnesium samt minska utsöndringen av magnesium i urinen. (Kronqvist et al., 2011). Ett ökat magnesiumintag minskar risken för kalvningsförlamning (Lean et al., 2006; Kronqvist et al., 2012) och för att bibehålla en normal magnesiumkoncentration i plasman krävs ett konstant magnesiumintag via fodret (Goff, 2008). Den rekommenderade halten av magnesium i foderstaten är enligt de nordiska rekommendationerna 14 g Mg/dag (Nielsen och Volden, 2011) men en studie av Kronqvist et al. (2012) tyder på att magnesiumkoncentrationen i fodret bör vara betydligt högre än rekommendationerna för att minska risken för kalvningsförlamning. Studien visade att utfodring med mindre än 26 g Mg/dag ökade risken för kalvningsförlamning. Även andra studier har indikerat att magnesiumrekommendationerna är för låga för ett tillräckligt magnesiumupptag (Goff, 2008; Kronqvist et al., 2011). En hög kaliumkoncentration i fodret har också visat sig hämma absorptionen av magnesium (Goff, 2008), dock har det inte bevisats att det är en faktor som påverkar incidensen av kalvningsförlamning (Lean et al., 2006).

Även fosfor är en viktig mineral som påverkar syra-basstatusen i kroppen. Fosfor är som kalcium en viktig mineralkomponent i skelettet och fungerar bland annat även som en buffert i vommen. Vid slutet av dräktigheten transporteras mycket fosfor till livmodern för tillväxt av fostret som gör att kon kan få hypofosfatem. Vid början av laktationen transporteras även stora mängder fosfor från blodet till juvret på kon, där det går åt ca 10 g fosfor för att producera 10 liter mjölk. Fosforbristen i blodet kan leda till att kon får liknande symptom som vid hypokalcemi och blir förlamad och oförmögen till att resa sig upp. Under hypokalcemisk stress stimulerar PTH utsöndringen av fosfor i saliven och njurarna vilket sänker fosfatkoncentrationen i blodet. Detta kan vara en förklaring till att hypofosfatem ofta verka komma i samband med hypokalcemi (Goff, 2006). En ökad koncentration av fosfor i fodret har visat sig sänka calcitriolkoncentrationen i blodet (Goff, 2006) och samtidigt visat sig öka risken för kalvningsförlamning (Lean et al., 2006; DeGaris et al., 2009). Tidigare har Ca:P kvoten föreslagits vara en viktig faktor när det gäller att förebygga kalvningsförlamning men det finns olika åsikter angående detta och troligen är den absoluta kalciummängden i fodret en viktigare faktor än Ca:P kvoten (Thilsing-Hansen et al., 2002a).

### **Oralt kalciumtillskott vid kalvning**

Det är vanligt att besättningar använder sig av orala kalciumtillskott vid kalvning för att förebygga kalvningsförlamning (Kronqvist et al., 2012). En hög dos av lättabsorberade kalcium-



salter ges till kon nära inpå kalvning (Horst et al., 1997; Goff, 2008) och det vanligaste preparatet är kalciumklorid som ges i form av en bolus, gel, pasta eller lösning (Thilsing-Hansen et al., 2002a). Den höga koncentrationen tvingar kalcium genom tarmarnas epitelceller genom passiv transport vilket gör att kalcium tas upp i blodet och höjer kalciumkoncentrationen (Horst et al., 1997; Goff, 2008). En dos mellan 50-125 g kalcium bör ges vid kalvning samt 24 timmar efter kalvning för att ha en positiv effekt mot hypokalcemi (Goff, 2008). Irritation av slemhinnan i magtarmkanalen samt en okompenserad systemisk acidosis kan uppstå av produkter som innehåller kalciumklorid på grund av kloridjonerna (Thilsing-Hansen et al., 2002a) och därför bör man inte ge högre doser eller dosera upprepade gånger (Goff, 2008). En annan risk med att ge orala kalciumtillskott är att kon kan få aspirationspneumoni, som är en typ av lunginflammation, som orsakas av att mat, vätska eller maginnehåll aspireras i de övre luftvägarna (Thilsing-Hansen et al., 2002a).

Andra kalciumföreningar som kan ges oralt som förebyggande medel är kalciumpropionat. Kalciumpropionat har inte lika snabb effekt på kalciumkoncentrationen i blodet som kalciumklorid men det ökar kalciumkoncentrationen i blodet utan att sänka blodets pH och är samtidigt mindre skadligt för vävnaderna. Preparatet består dock endast av 21, 5 % kalcium och behöver därför ges i större volymer (Horst et al., 1997). Orala kalciumtillskott har visat sig ha en bra förebyggande effekt och enligt Thilsing-Hansen et al. (2002a) som jämförde flera olika lösningar och doseringar av kalciumpreparat räknade ut att den förebyggande effekten i medel av orala kalciumtillskott låg mellan 50-60 %.

## Diskussion

Hur metaboliska faktorer påverkar risken för hypokalcemi hos mjölkkor är fortfarande omtvistat och inte helt klarlagt (Lean et al., 2006). Det verkar som att kalcium inte är den enda avgörande riskfaktorn för kalvningsförlamning utan att andra mineraler också måste tas hänsyn till (Goff and Horst, 1997) samtidigt som syra-basbalansen har en viktig roll. Både en kalciumfattig diet samt en kalciumrik diet har visat sig ha positiva effekter på kalciumbalansen vid kalvning. Dock behövs det mer forskning om en kalciumrik diet kan användas som förebyggande metod mot kalvningsförlamning (Lean et al., 2006) och var i så fall gränserna för kalciumkoncentration ligger för att en kalciumrik metod ska vara effektiv. En fördel med att använda en kalciumrik diet är att det är lättare att hitta ett foder med hög kalciumhalt samt att man kan tillsätta mer kalcium i fodret. Jämfört med en kalciumfattig diet där det är svårt att hitta ett foder som kan hålla kalciumintaget på <20 g Ca/dag (Thilsing-Hansen et al., 2002a).

Tillskott av Zeolit A i fodret ger ett lägre foderintag hos korna vilket i sin tur innebär ett lägre intag av kalcium. Detta kan också vara orsaken till att förekomsten av kalvningsförlamning var låg vid användandet av Zeolit A, på grund av att den låga kalciumkoncentrationen påverkade kalciummobiliseringen i kroppen (Thilsing-Hansen et al., 2002b; Thilsing-Hansen et al., 2007; Grabherr et al., 2009). Tillsats av Zeolit A har förutom kalcium även visat sig påverka fosforkoncentration (Thilsing-Hansen et al., 2002b; Thilsing-Hansen et al., 2007; Grabherr et al., 2009). En lägre fosforkoncentration minskar risken för kalvningsförlamning men om fosforkoncentrationen sjunker så lågt att kon får hypofosfatemi kan foderintaget påverkas samtidigt som kon riskeras att bli förlamad (Goff, 2006). På grund av att Zeolit A först sänker fosforkoncentrationen innan kalvning och därefter sänker PTH fosforkoncentrationen ytterligare vid kalvning, skulle detta kunna innebära en ännu större risk för hypofosfatemi och förlamning hos kon. En låg fosforkoncentration kan också påverka fostret negativt eftersom fosfor behövs för fostrets tillväxt (Goff, 2006). Tillsats av Zeolit A ökar även koncentrationen av

aluminium. Kan detta också påverka kon och kalven och är det möjligt att Zeolit A även påverkar andra makromineraler och spårämnen som har ytterligare effekter på kon och fostret?

Kalium har en stor roll när det gäller kalvningsförslamning då det höga kaliuminnehållet i grovfodret höjer DCAD och bidrar till ett alkaliskt tillstånd hos kon. Problemet är att hitta ett foder som innehåller lite kalium på grund av de höga halterna i jord samtidigt som många lantbrukare övergödslar med kalium för att öka avkastningen (Horst et al., 1997). I vissa fall kan kaliumhalten i fodret vara så pass hög att en annan metod får användas istället (Goff, 2008). Tillsättning av anjonsalter i fodret är en effektiv metod för att sänka DCAD dock blir det ett problem med smaklighet och ett sänkt foderintag. Ett sänkt foderintag kan även leda till en negativ energibalans hos kon vilket kan påverka kon ytterligare. I många studier med anjonsalter är utfodringstiden av salterna mellan 21-45 dagar och på grund av att minimumperioden är 10 dagar innan kalvning kan det vara möjligt att minska perioden utan att förlora den önskade effekten (Thilsing-Hansen et al., 2002a). På så sätt kan problemen med dålig smaklighet hos fodret och det minskade foderintaget minskas samtidigt som man minskar risken för att korna hamnar i ett för surt tillstånd.

Mekanismerna bakom de förebyggande effekterna av låg DCAD är inte helt känt (Wilkens et al., 2012) och metoder där endast DCAD tas hänsyn till är nödvändigtvis inte de mest effektiva metoderna. Studier visar att det är nödvändigt att även noga kontrollera innehållet av andra mineraler i fodret och inte bara de mineraler som ingår i DCAD-ekvationen för att förebygga kalvningsförslamning (Lean et al., 2006). Frågan är om fosfor och magnesium bör räknas med i ekvationen för DCAD? Det är omtvistat om en låg eller en hög kalciumkoncentration tillsammans med en låg DCAD diet har den bästa förebyggande effekten eller om kalciumkoncentrationen i fodret har någon påverkan överhuvudtaget på kalciumkoncentrationen i blodet vid en låg DCAD diet (Thilsing-Hansen et al., 2002a). Mineraler som magnesium och fosfor har också betydande roller när det gäller kalcium-balansen i kroppen. För lite magnesium kan bidra till hypokalcemi medan för mycket fosfor kan ha samma effekt (Lean et al., 2006; Goff, 2008; DeGaris et al., 2009). Samtidigt som hypofosfatemi har visat sig sänka foderintaget (Thilsing-Hansen et al., 2002b; Thilsing-Hansen et al., 2007; Grabherr et al., 2009). Det är därför viktigt att ta hänsyn till och balansera alla mineralerna i foderstaten och enligt studier verkar det som att magnesium även behöver utfodras i högre koncentration än vad näringsrekommendationerna säger (Kronqvist et al., 2012). På grund av att höga kaliumhalter i fodret har visat sig hämma magnesiumabsorptionen (Goff, 2008) kan det vara intressant att forska vidare på om det kan vara en ytterligare faktor som ökar risken för kalvningsförslamning.

Tillsättning av D-vitamin och D-vitaminmetaboliter verkar vara den metod som är mest kontroversiell och där den förebyggande effektiviteten varierar. Det är svårt att tillämpa metoden på grund av att de effektiva doserna är så pass nära de toxiska nivåerna samtidigt som det krävs sådan timing när tillskotten ges. Kalvningsdagen måste även förutsägas så precist att det blir svårt att använda den här metoden i praktiken (Martín-Tereson & Verstegen, 2011). Dock verkar det som att en kombination av tillsats av 25-hydroxikolekalciferol och en låg DCAD diet har positiva effekter på kalciumbalansen vid kalvning (Wilkens et al., 2012). Vilket är ett intressant samband att forska vidare på.

Kalciumtillskott i form av lättabsorberade kalciumsalter som en oral behandling vid kalvning verkar vara en vanlig och effektiv förebyggande metod bland besättningar (Horst et al., 1997; Thilsing-Hansen et al., 2002a; Goff, 2008; Kronqvist et al., 2012). Problemet med den här metoden är att den är tidskrävande då varje ko måste behandlas separat (Thilsing-Hansen et al., 2002a) istället för att använda sig av foder som kan ges till flera kor samtidigt. En annan nackdel med metoden är risken för aspirationspneumoni och vid användandet av kalcium-

klorid riskerar man även irritation av slemhinnan i magtarmkanalen samt en okompenserad systemisk acidosis (Thilsing-Hansen et al., 2002a). Ett surt tillstånd hos kon innebär också en ökad kalciumutsöndring via urinen vilket man vill undvika efter kalvning (Sjaastad et al., 2010). Kalciumpropionat verkar i det avseendet inte lika skadligt som kalciumklorid på grund av att det inte sänker pH i blodet dock krävs större volymer för att det ska ge effekt. Frågan är om det är en kostsam metod att använda större volymer samt om det kan ha andra bieffekter?

Faktorer som också är viktiga att ta hänsyn till när man väljer metod är om de är kostsamma och/eller tidskrävande. En förebyggande metod som fungerar bra på en gård behöver inte vara den bästa metoden för en annan gård. Storleken på besättningen är avgörande för om man kan använda individuella metoder eller om det är mer effektivt med en förebyggande metod som går att tillämpa på större grupper. Förutsättningar för utfodring spelar också in här samt vilka förutsättningar som finns för att dela in korna i olika fodergrupper.

## **Slutsats**

I nuläget finns det ingen metod som är 100 % effektiv för att förebygga kalvningsförflamning och som inte har några bieffekter eller nackdelar. De metoder som är vanligast att använda för att förebygga kalvningsförflamning och som har visat sig vara effektiva och någorlunda enkla att tillämpa är orala kalciumtillskott samt foder med låg DCAD. En kombination av en låg DCAD-diet och ett oralt tillskott av 25-hydroxikolekalciferol verkar vara ett intressant samband att utveckla och mer forskning krävs för att se om kombinationer av olika metoder kan användas för att öka effektiviteten samtidigt som bieffekterna minskas. Andra mineraler såsom magnesium och fosfor har stor inverkan på kalciumbalansen i kroppen och måste tas hänsyn till i lika stor grad som kalcium för att minska risken för kalvningsförflamning. Metoden måste även anpassas till den enskilda gården där både besättningsstorlek, kostnader och tidsaspekter tas med för att den ska kunna tillämpas i praktiken.

## Litteraturförteckning

- Charbonneau, E., Pellerin, D., Oetzel, G. R. 2006. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 89(2), 537-548.
- Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., Smith, R. D., Powers, P. A., Smith, M. C., White, M. E., Hillman, R. B., Pearson, E. J. 1983. Association of parturient hypocalcemia with 8 periparturient disorders in Holstein cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 183(5), 559-561.
- DeGaris, P. J., Lean, I. J. 2009. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *Veterinary Journal* 176(1), 58-69.
- Goff, J. P., Horst, R. L., Mueller, F. J., Miller, J. K., Kiess, G. A., Dowlen, H. H. 1991. Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin-D response to hypocalcemia preventing milk fever. *Journal of Dairy Science* 74(11), 3863-3871.
- Goff, J.P., Horst, R.L. 1997. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80, 176-186.
- Goff, J. 2003. Managing hypocalcemia and milk fever. *Cattle Practice* 11(2), 75-79.
- 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. *Animal Feed Science and Technology* 126(3-4), 237-257.
- Goff, J. P. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Veterinary Journal* 176(1), 50-57.
- Going, R.L., Jacobson, N.L., Beitz, D.C., Littldike, E.T., Wiggers, K.D. 1974. Prevention of parturition paresis by a prepartum, calcium-deficient diet. *Journal of Dairy Science* 57(10), 1184-1188.
- Grabherr, H., Spolders, M., Fuerll, M., Flachowsky, G. 2009. Effect of several doses of zeolite A on feed intake, energy metabolism and on mineral metabolism in dairy cows around calving. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 93(2), 221-236.
- Horst, R. L., Goff, J. P., Reinhardt, T. A., Buxton, D. R. 1997. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 80(7), 1269-1280.
- Kronqvist, C., Emanuelsson, U., Spörndly, R., Holtenius, K. 2011. Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94, 1365-1373.
- Kronqvist, C., Emanuelsson, U., Tråvén, M., Spörndly, R., Holtenius, K. 2012. Relationship between incidence of milk fever and feeding of minerals during the last 3 weeks of gestation. *Animal*, 1-6.
- Lean, I. J., DeGaris, P. J., McNeil, D. M., Block, E. 2006. Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. *Journal of Dairy Science* 89(2), 669-684.
- Martín-Tereso, J., Verstegen, M. W. 2011. A novel model to explain dietary factors affecting hypocalcaemia in dairy cattle. *Nutrition Research Reviews* 24(2), 228-43.
- Nielsen, N.I., Volden, H. 2011. Animal requirements and recommendations. In: *Norfor – the Nordic feed evaluation system*. EAAP publication no. 130 (ed. H Volden), 105–106. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Revised Edition. Minerals 6:105-161. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, and National Research Council. National Academy Press. Washington DC.
- Patel, V. R., Kansara, J. D., Patel, B. B., Patel, P. B., Patel, S. B. 2011. Prevention of milk fever: nutritional approach. *Veterinary World* 4(6), 278-280.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinch Cliff, K.W., Constable, P.D. 2007. *Veterinary Medicine- A Textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 1626-1644. Saunders Elsevier, Oxford, UK.
- Reinhardt, T. A., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., Goff, J. P., Horst, R. L. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Veterinary Journal* 188(1), 122-124.

- Seifi, H. A., Mohri, M., Zadeh, J. K. 2004. Use of pre-partum urine pH to predict the risk of milk fever in dairy cows. *Veterinary Journal* 167(3), 281-285.
- Sjaastad, Ø.V. Sand, O. Hove, K. 2010. *Physiology of Domestic Animals*. 270-278, 631, 634. Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norway.
- SJV. 2011. Statens Jordbruksverk (Jordbruksverket). Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. Djurhälsa 2010. JO 25 SM 1101.
- Thilsing-Hansen, T., Jorgensen, R. J., Ostergaard, S. 2002a. Milk fever control principles: A review. *Acta Veterinaria Scandinavica* 43(1), 1-19.
- Thilsing-Hansen, T., Jrgensen, R. J., Enemark, J. M. D., Larsen, T. 2002b. The effect of zeolite A supplementation in the dry period on periparturient calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis. *Journal of Dairy Science* 85(7), 1855-1862.
- Thilsing, T., Larsen, T., Jorgensen, R. J., Houe, H. 2007. The effect of dietary calcium and phosphorus supplementation in zeolite a treated dry cows on periparturient calcium and phosphorus homeostasis. *Journal of Veterinary Medicine Series a-Physiology Pathology Clinical Medicine* 54(2), 82-91.
- Wiggers, K. D., Nelson, D. K., Jacobson, N. L. 1975. Prevention of parturient paresis by a low-calcium diet prepartum: field study. *Journal of Dairy Science* 58(3), 430-431.
- Wilkens, M. R., Oberheide, I., Schroder, B., Azem, E., Steinberg, W., Breves, G. 2012. Influence of the combination of 25-hydroxyvitamin D 3 and a diet negative in cation-anion difference on peripartal calcium homeostasis of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95(1), 151-164.

Nr	Titel och författare	År
365	Vallfoder till slaktgrisar – effekter på tillväxt och social beteende vid utfodring Forage in slaughter pig production With focus on growth and social behaviour by feeding 30 hp A2E-nivå Anna Skogar	2012
366	Peas as feed for dairy cows 30 hp A1E-nivå David Galméus	2012
367	Can increased activity recorded with help of activity monitoring sensor indicate an upcoming calving? Kan ökad aktivitet registrerad med hjälp av aktivitetsmätare indikera en kommande kalvning? 30 hp A1E-nivå Hanna Persson	2012
368	Tillskott av linfrö till kors foderstat - påverkan på näringstillförseln och mjölkens fettsyrasammansättning hos 5 sydsvenska mjölkbesättningar The addition of linseed to cows diet – the impact on nutrition, and milk fatty acid composition in 5 southern Swedish dairy herds 30 hp A2E-nivå Angelica Eriksson	2012
369	Hästens behov av vitamin A, D och E i foderstaten The requirement of vitamins A, D and E in equine feed 15 hp G2E-nivå Caroline Robersson	2012
370	The effect of social rank on milking and feeding behaviour in automatic milking system for diary cows 30 hp A2E-nivå Tina Danielsson	2012
371	Stallmiljöns inverkan på förekomst av gödselförorenade slaktsvin Barn environments impact on the presence of manure contaminated pigs 30 hp A2E-nivå Anna Karlsson	2012
372	Raps som fodermedel till slaktkycklingar Rapeseed meal and rapeseed in broiler diets 30 hp A2E-nivå Åsa Karlsson	2012

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa, samt tidigare arbeten, kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed at the end of this report and may be obtained from the department as long as supplies last.

---

**DISTRIBUTION:**  
**Sveriges Lantbruksuniversitet**  
**Institutionen för husdjurens utfodring och vård**  
**Box 7024**  
**750 07 UPPSALA**  
**Tel. 018-67 28 17**

---