



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Varför får kon kalvningsförlamning och hur kan förekomsten minskas



Foto: Anna Eriksson

Elin Eriksson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **530**

Uppsala 2015

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **530**

Examensarbete, 15 hp

Kandidatarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 15 hp

Bachelor Thesis

Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Varför får kon kalvningsförlamning och hur kan förekomsten minskas

Why do cows suffer from milk fever and how can the incidence be reduced

Elin Eriksson

Handledare: Emma Ternman, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Supervisor:

Ämnesansvarig: Cecilia Kronqvist, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Subject responsibility:

Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Agronomprogrammet - Husdjur
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2015
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 530
Series name, part No:

On-line publicering:
On-line published: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Mjölkkor, kalvningsförlamning, syra-basbalans, mineraler, sintid
Key words: Dairy cow, milk fever, dietary cation-anion difference, minerals, dry period

Abstract

Milk fever results in an economical loss for the farmer not only due to veterinary costs but also due to production losses. There is also a higher risk of culling as milk fever may result in other diseases like mastitis and retained placenta. Milk fever is characterized by a low calcium concentration in blood which appears close to parturition, this occurs because colostrum require high amounts of calcium. When the calcium level drops too much, the cow will get paralyzed because calcium is required to the contact between muscles and nerves. Too much potassium, too little magnesium and high calcium: phosphorus ratio in the diet are associated with milk fever. The risk of milk fever increases with age and Jersey is the breed, according to this literature review with the highest risk of being affected. High milk yield in the previous lactation has also shown to increase the risk of milk fever. There are different kinds of feeding strategies during the dry period to reduce the risk of milk fever. One is to reduce the amount of cations in the feed, which will result in an acidotic state. The acidotic state will make the cow mobilize more calcium from the skeleton and intestine, which results in more available calcium that will reduce the risk of milk fever. The downside of this method is that too low "dietary cation-anion difference" values reduce the feed intake which indirectly reduces the milk yield. The aim of this literature review is to evaluate how feeding affects the incidence of milk fever, which animals are most at risk and how to adjust feeding during the dry period to reduce the incidence.

Sammanfattning

När en ko drabbas av kalvningsförlamning leder det till ekonomiska förluster för lantbrukaren. Det är inte bara på grund av de direkta veterinärkostnaderna för att bota kalvningsförlamningen utan även eftersom kalvningsförlamning ökar risken för andra sjukdomar, så som mastit och kvarbliven efterbörd. Kalvningsförlamning kännetecknas av en snabb sänkning av kalcium i blodet i samband med kalvning, detta då råmjölk kräver mycket kalcium. När kalciumhalten sjunker leder det till att kon blir förlamad eftersom kalcium krävs för att kontakten mellan muskler och nerver ska fungera. För mycket kalium, för lite magnesium och hög kalcium: fosfor-kvot i foderstaten är också förknippat med kalvningsförlamning. Risken för kalvningsförlamning ökar med ökad ålder och Jersey är den ras som enligt denna litteratursammanställning löper högst risk att drabbas. Hög mjölkavkastning i tidigare laktation har också visat sig öka risken för kalvningsförlamning. Det finns olika utfodringsstrategier under sintiden som sägs minska risken för kalvningsförlamning. Ett sätt är att minska mängden katjoner i foderstaten, vilket gör att kon hamnar i ett acidotiskt tillstånd. När kon är i ett acidotiskt tillstånd kommer hon att mobilisera mer kalcium från skelettet och öka upptaget från tarmen, detta gör att kon vid kalvning har mer tillgängligt kalcium vilket minskar risken för kalvningsförlamning. Nackdelen med att utfodra med lågt "dietary cation-anion difference" är att vissa fodermedel orsakar minskat foderintag. Syftet med denna litteraturstudie är att utvärdera hur utfodring påverkar förekomsten av kalvningsförlamning, vilka djur som löper störst risk att drabbas och hur man kan anpassa utfodring under sintiden för att minska förekomsten.

Introduktion

I Sverige år 2014 drabbades ungefär 8000 kor (2,8 %) av kalvningsförlamning (Växa Sverige, 2015). Då en ko drabbas av kalvningsförlamning leder det till en kostnad för lantbrukaren på i genomsnitt 2800 kr på grund av veterinärkostnader, minskad produktion m.m. (Oskarsson, 2010). Om en ko drabbas av kalvningsförlamning ökar det risken för utslagning ur besättningen, vilket leder till ytterligare kostnader för lantbrukaren. En ko som drabbas av kalvningsförlamning löper även större risk att drabbas av kvarbliven efterbörd och livmoderinflammation. Drabbas kon av kalvningsförlamning innan kalvning ökar även risken för svår kalvning. Dessa faktorer ökar också risken för utslagning ur en besättning (Erb *et al.*, 1985).

En ko drabbas av kalvningsförlamning eftersom hon inte klarar av att mobilisera tillräckligt med kalcium från kroppsreserver samt absorbera tillräckligt från tarmen i början av laktationen. Detta då mycket kalcium krävs då kon börjar producera mjölk. Kalvningsförlamning drabbar oftast kon från ungefär en dag innan kalvning till två dagar efter (Sjaastad *et al.*, 2010a). En studie har visat att från 48 timmar innan kalvning till 24 timmar efter kalvning sjönk koncentrationen av kalcium i plasma med 35 % för kor som fick kalvningsförlamning medan den sjönk med 26 % hos korna som inte drabbades av kalvningsförlamning (Leclerc & Block, 1989).

Kalvningsförlamning uppges drabba främst äldre kor (Erb & Martin, 1978). Enligt Erb och Martin (1987) löper Jersey högre risk att drabbas av kalvningsförlamning jämfört med Holstein, Guernsey och Ayrshire. Även av de vanligaste raserna i Sverige, Svensk jerseyboskap (SJB), Svensk låglandsboskap (SLB), Svensk kullig boskap (SKB) och Svensk rödbrokgig boskap (SRB), är det SJB som löper högre risk att drabbas av kalvningsförlamning (Schultzberg, 2014). Det har också visat sig att kalvningsförlamning är vanligare hos högavkastande kor (Gröhn *et al.*, 1989), kor som producerar mjölk med hög fetthalt (Bendixen *et al.*, 1987) och i högavkastande besättningar (Gröhn *et al.*, 1989). Bland svenska raser (SRB, SLB, SKB, SJB och övriga) under kontrollåret 2014 slogs 1,2 % av korna ut på grund av kalvningsförlamning, då vid en genomsnittlig ålder på 70,9 månader. Medelåldern för alla utslagningorsaker är 60,5 månader (Växa Sverige, 2015).

Risken att kon ska drabbas av kalvningsförlamning kan delvis förklaras av näringsmässiga faktorer (Kronqvist *et al.*, 2012). Hög halt (Goff and Horst, 1997) eller stor mängd kalium (Kronqvist *et al.*, 2012) i foderstaten under sintiden uppges öka risken för kalvningsförlamning. Med olika katjon-anjonbalanser (dietary cation-anion difference, DCAD) i fodret kan mobiliseringen av kalcium påverkas (Goff *et al.*, 1995; Goff *et al.*, 2014) och flera studier diskuterar möjligheten att minska risken för kalvningsförlamning genom att ta hänsyn till katjon-anjonbalansen i foderstaten (Ender *et al.*, 1971; Penner *et al.*, 2008; Charbonneau *et al.*, 2009). Men katjon-anjonbalansen sägs påverka mjölkproduktionen och foderintaget negativt om DCAD-värdet är för lågt (Ender *et al.*, 1971; Tucker *et al.*, 1988).

Syfte

Syftet med denna uppsats är att beskriva vilka utfodringsrelaterade faktorer som påverkar att kon insjuknar i kalvningsförlamning, hur produktionen påverkas av dessa och om det finns några grupper av djur som löper större risk för att insjukna. Utifrån vad som påverkar att kon drabbas av kalvningsförlamning, ges förslag på vad en foderstat för sinkor bör innehålla för att minska förekomsten av kalvningsförlamning, samt hur djurmaterialet kan anpassas.

Litteraturstudie

Kalvningsförlamning

Kalvningsförlamning är en metabolisk sjukdom som inträffar i samband med att en ko kalvar (Sjaastad *et al.* 2010a). Kalciumbrist minskar den glatta muskulaturens sammandragande kraft (Sjaastad *et al.* 2010b) samt hjärtats slagkraft (Sjaastad *et al.* 2010c). Dessutom slutar kontakten mellan nerver och skelettmuskler fungera då för lite kalcium finns tillgängligt, vilket gör kon förlamad (Sjaastad *et al.* 2010b). När kalciumnivåerna i plasman sjunker kommer parathormon (PTH) utsöndras från bisköldkörteln. PTH har i uppgift att öka koncentrationen av kalcium i blodet, vilket sker genom ökad mobilisering av kalcium från skelettet och ökad resorption från njurarna. Ökningen av kalcium sker även indirekt då PTH ökar utsöndringen av D-vitamin som i sin tur ökar upptag av kalcium i tarmen. Om det inte finns tillräckligt med magnesium finns det risk att PTH inte utsöndras även om nivån av kalcium i den extracellulära vätskan sjunker (Sjaastad *et al.* 2010a). Dessutom är magnesium involverat i samspelet mellan parathormon och dess receptorer på skelett och njurceller, vilket gör att även låg magnesiumhalt är kopplat till kalciumbrist (McDonald *et al.* 2011). Anledningen till att kon hamnar i en negativ kalciumbalans vid kalvning är att mycket av hennes kalcium går till råmjölken precis i början av laktationen. Råmjölk innehåller 2,2 gram kalcium vid tidpunkten för kalvning, men redan 24 timmar efter kalvning är koncentrationen 1,5 gram per liter vilket kan jämföras med koncentrationen i vanlig mjölk som är 1,2 gram kalcium per liter (Sjaastad *et al.* 2010d). Sent i dräktigheten förloras cirka tio gram kalcium per dag till fostret samt utsöndras via urin och fekalier. I samband med att råmjölken börjar produceras kan förlusterna bli så höga som 50 gram kalcium per dag, denna ökning i kalciumbehov klarar alla kor inte av att kompensera för vilket leder till kalvningsförlamning (Sjaastad *et al.* 2010a).

Risken att drabbas av kalvningsförlamning ökade för raserna SRB och SLB om korna vid tidigare laktation haft kvarbliven efterbörd (moderkaka) efter kalvning. För rasen SRB fanns ett samband att om de i tidigare laktation haft kalvningsförlamning så ökade risken för att de skulle drabbas av kalvningsförlamning igen vid senare kalvning, hos rasen SLB kunde inte samma mönster ses (Bendixen *et al.*, 1987). Om kor drabbats av kalvningsförlamning ökade detta risken att senare drabbas av ketos (Curtis *et al.*, 1985; Gröhn *et al.*, 1989), magnesiumbrist (hypomagnesemi), löpmagsförskjutning (Gröhn *et al.*, 1989) och mastit (Curtis *et al.*, 1985). Risken för veterinärassisterad kalvning, kvarbliven efterbörd (Erb *et al.*, 1985; Curtis *et al.*, 1985) och livmoderinflammation (Erb *et al.*, 1985) ökar också om kon drabbats av kalvningsförlamning. I ett annat försök visades en tendens att ökad fodergiva,

med mer än 3,1 kg torrsubstans (ts) från tre veckor innan kalvning fram till kalvning, gav en ökad risk för kalvningsförlamning (Kronqvist *et al.*, 2012).

Riskgrupper

Ras

Data från Ontario Veterinary College visade att av raserna Jersey, Guernersey, Ayshire och Holstein löpte Jersey störst risk att drabbas av kalvningsförlamning. Det totala antalet kalvningsförlamningsobservationer som använts i studien var 953 stycken (Erb and Martin, 1978).

I en svensk studie från 1987 undersöktes förekomsten av kalvningsförlamning hos raserna SRB och SLB. Som underlag användes observationer från 137 002 kalvningar från oktober 1970 till september 1974. Resultatet visade att rasen SRB löpte högre risk att drabbas av kalvningsförlamning i jämförelse med rasen SLB (Bendixen *et al.*, 1987). Enligt svensk statistik har detta ändrats fram till idag då rasen SLB löper högre risk än SRB att drabbas av kalvningsförlamning. För de fyra vanligaste raserna i Sverige var incidensen att drabbas av kalvningsförlamning 5,4 % för rasen SJB, 3,1 % för rasen SLB, 2,6 % SKB och 2,4 % för rasen SRB år 2014 (Schultzberg, 2014).

Laktation/ålder

Dichington (1974) gjorde ett försök som inkluderade 98 mjölkkor i åldrarna 2-10 år, för att se om ålder på mjölkorna var korrelerat till incidensen av kalvningsförlamning. Mjölkorna gavs en diet med stor mängd foderbetor (rika på kalium och natrium) som ansågs öka risken för kalvningsförlamning tre månader innan beräknad kalvning och fick den fram till tio dagar efter kalvning. Resultatet visade på att frekvensen av kalvningsförlamning var signifikant högre hos mjölkkor vid sin fjärde kalvning eller senare än för yngre kor och kvigor. Slutsatsen som drogs av försöket var att risken för att insjukna i kalvningsförlamning är högst för kor mellan fjärde och åttonde kalvningen, eller 5-9 års ålder. För kor som kalvade för nionde gången kunde en minskning i antalet kalvningsförlamningar ses, men antalet kor som drabbades var fortfarande många (Dichington, 1974). Även Fleisher *et al.* (2001) visade i ett försök med 1074 stycken Holsteinfriesian kor från 10 olika gårdar, att risken för kalvningsförlamning ökar med ökat laktationsnummer. Att risken för kalvningsförlamning ökar med antal laktationer och djurens ålder har många andra studier också dragit slutsatser om (Erb och Martin 1978; Curtis *et al* 1984; Erb *et al* 1985; Bendixen *et al.*, 1987; Gröhn *et al.*, 1989).

Avkastning

Gröhn *et al.* (1989) kunde se att risken att drabbas av kalvningsförlamning var högre ju högre mjölkavkastning kon haft i tidigare laktation. Det kunde även konstateras att kor i en högproducerande besättning löpte högre risk att drabbas av kalvningsförlamning jämfört med kor i en lågproducerande besättning (Gröhn *et al.*, 1989). Enligt svensk statistik har mjölkavkastningen för SRB och SLB ökat från 6 030 respektive 6 162 kg ECM år 1980 till 9

352 respektive 10 065 kg ECM år 2014, vilket visar på en ständigt ökande mjölkproduktion (Växa Sverige, 2015).

Inte bara mängden mjölk (kilo) utan även innehållet i mjölken påverkar risken för kalvningsförlamning. Bendixen *et al.* (1987) studie visade att ju högre mängd (fettkorrigerad) mjölk med 4 % mjölkfett korna producerat i laktationen innan kalvning desto högre risk har de att insjukna i kalvningsförlamning. Fleischer *et al.* (2001) hittade ett samband mellan avkastning under föregående laktation och kalvningsförlamning, men inga slutsatser kunde dras om att mjölkavkastning skulle påverka incidensen av kalvningsförlamning. Detta efter att resultatet korrigerats genom att lägga in vetskapen om att äldre kor i genomsnitt producerar mer mjölk än förstakalvare (Fleischer *et al.*, 2001).

Curtis *et al.* 1984 kom fram till att med ett ökat avelsvärde på kon så ökade även risken för kalvningsförlamning. Ökad risk för kalvningsförlamning med ökat avelsvärde skulle enligt Curtis *et al.* (1984) kunna stödja spekulationer om att högre produktionspotential ökar risken för kalvningsförlamning.

Utfodring under sintiden

Mineraler

Kalium

Starka katjoner är benämningen på katjoner som absorberas så gott som fullständigt av kon och kalium är en sådan (Suttle, 2010). Kalium inducerar alkalos hos en ko innan kalvning, vilket minskar möjligheten för kon att upprätthålla kalciumbalansen i kroppen. Vid försök gjort med äldre kor av rasen Jersey (≥ 4 laktationer) testades foder med olika koncentrationer av kalium (1,1 %, 2,1 % och 3,1 %). Försöksfodren gavs från 3 veckor innan förväntad kalvning och resultatet visade att risken för kalvningsförlamning ökar genom att öka koncentrationen av kalium i foderstaten innan kalvning (Goff & Horst, 1997). I en annan studie undersöktes det om foderstatens sammansättning påverkar förekomsten av kalvningsförlamning genom att skicka ut frågeformulär till lantbrukare där de fick ange vad de utfodrar med i slutet av sintiden (3 veckor innan kalvning, samt vid förväntad kalvning): mängden ts, omsättbar energi, råproteinhalten och mineralinnehållet (Ca, P, Mg och K). Resultaten av studien visade att incidensen av kalvningsförlamning delvis kan förklaras med hjälp av näringsmässiga faktorer då risken att en mjölkko drabbas av kalvningsförlamning är positivt korrelerad med ökad mängd kalium i fodret på besättningsnivå (Kronqvist *et al.*, 2012).

Kalcium och fosfor

I en studie av Goff och Horst (1997) visades att kor som fick en foderstat med hög koncentration av både kalcium och kalium löpte lägre risk att drabbas av kalvningsförlamning än kor som fick en foderstat med låg koncentration av kalcium och hög koncentration av kalium. Slutsatsen av deras studie var att koncentrationen av kalcium i fodret inte var huvudorsaken till en förhöjd risk för kalvningsförlamning (Goff & Horst, 1997). Kronqvist *et*

al. (2012) kunde inte heller hitta någon skillnad i kalciumintaget mellan besättningar som hade hög eller låg förekomst av kalvningsförlamning.

I ett försök av Wiggers *et al.* (1975) undersöktes om en diet med låg kalciumhalt kunde minska risken för kalvningsförlamning. Fodret som gavs innehöll 0,12 % kalcium och 0,55 % fosfor och testades på fyra besättningar med Jersey kor. Varje besättning delades i två grupper varav den ena fick en diet med låg kalciumhalt från 10-14 dagar före kalvning fram till kalvning och den andra var kontrollgrupp som fick besättningens ordinarie foderstat för sinkor. Ingen av de 37 korna som fick dieten med låg kalciumhalt drabbades av kalvningsförlamning medan 20 av 60 kor som fick kontrollutfodring drabbades av kalvningsförlamning (Wiggers *et al.*, 1975).

Goings *et al.* (1974) undersökte hur en låg kalcium: fosfor kvot (Ca: P) påverkade korna vid kalvning genom att utfodra med två olika dieter till 13 kor i ena gruppen och 12 kor i den andra. Två veckor före kalvning delades varje grupp och hälften av korna i varje grupp fick istället en diet med låg Ca: P. De kor som bytte till dieten med låg Ca: P två veckor innan kalvning drabbades inte av kalvningsförlamning medan 5 av 13 kor i kontrollgruppen drabbades. Curtis *et al.* (1984) kom istället fram till att hög halt av fosfor sent i sintiden ökar risken för kalvningsförlamning. Resultat från studien visar att utfodring med låg halt av fosfor samtidigt som det utfodras mycket kalcium minskar risken för kalvningsförlamning (Curtis *et al.*, 1984).

Magnesium

Larsen *et al.* (2001) visade på en negativ korrelation mellan koncentrationen av kalcium och magnesium i blodet ($r = -0,257$) i samband med kalvning, vilket innebär att en hög koncentration av kalcium i blodet leder till minskad koncentration av magnesium. Samspelet mellan kalcium och magnesium studerades av Kronqvist *et al.* (2011) genom att ge olika koncentrationer av kalcium men med samma mängd magnesium i foderstaten till olika grupper av SRB kor. Den högre koncentrationen av kalcium i fodret minskade absorptionen av magnesium under sintiden i jämförelse med de kor som fått lägre mängd kalcium (Kronqvist *et al.*, 2011).

Trots att djuren i en studie av Kronqvist *et al.* (2012) fått mer än rekommenderad mängd magnesium enligt NRC, Nordiska och Svenska rekommendationer i fodret innan kalvning, blev resultatet att de som fått lägre mängd magnesium (< 26 gram Mg/dag) löpte större risk att drabbas av kalvningsförlamning (Kronqvist *et al.*, 2012).

Syra-basbalans

DCAD-värden beräknas som mängden milliekvivalenter (meq) per viktenhet av (Na + K) – (Cl + S) och används för att bestämma syra-basbalansen i foderstaten (McDonald *et al.*, 2011). Anledningen till just dessa mineraler används för att bestämma DCAD-värdet är att de absorberas i större utsträckning än övriga mineraler i foderstaten (Suttle 2010). Justering av

syra-basbalansen i fodret kan användas som metod för att minska risken för kalvningsförlamning då ökad mängd av katjoner (Na och K) i förhållande till anjoner (Cl och S) minskar skelettets känslighet för PTH och därmed begränsar frisättningen av kalcium (Goff *et al.*, 2014). Det beror även på att lågt DCAD-värde, det vill säga mer anjoner än katjoner gör att kon får en kompenserad metabolisk acidosis vilket ökar kalciumabsorption från tunntarmen och mobilisering av kalcium från skelettet. Det i sin tur leder till att kon vid kalvning är förberedd för en kalciumsänkning och klarar att kompensera för de stora förlusterna av kalcium utan att drabbas av kalvningsförlamning (Sjaastad *et al.*, 2010a).

DCAD

I ett försök utfodrades mjölkkor med fyra olika foderblandningar med olika DCAD-värden från +394 till 62 meq per kg ts (Leclerc & Block, 1989). Resultat från studien visade att katjon-anjon balansen påverkade koncentrationen av kalcium i blodet och resorptionen från skelettet. Genom att mäta koncentrationen av hydroxyprolin i blodet kunde det konstateras att korna som fick dieterna med lägst DCAD-värden (62-105 meq/kg ts) mobiliserade mer kalcium från skelettet från två dagar innan kalvning till en dag efter kalvning i jämförelse med de andra två grupperna som utfodrades med foder innehållande högre DCAD-värden (121-394 meq/kg ts). Genom att sänka katjon-anjon balansen i fodret blev minskningen av kalcium i plasma innan kalvning inte lika stor. I försöket kunde det dock konstateras att ett DCAD-värde på 62 meq per kg ts fortfarande var för högt för att helt förhindra kalvningsförlamning (Leclerc & Block, 1989).

Block (1984) gjorde ett försök med 20 kor, varav tolv Holstein och åtta Ayrshire. Det gick ut på att under två år testa två olika dieter, en med extra katjoner i förhållande till anjoner (katjondieten, DCAD-värde 33,05 meq/kg ts) och den andra med extra anjoner i förhållande till katjoner (anjondieten, DCAD-värde -12,85 meq/kg ts). Förhållandet mellan kalcium och fosfor var ungefär samma i dieterna och ansågs öka risken för kalvningsförlamning. Andelen kalium var samma för båda dieterna, medan andelen natrium och svavel var olika i dieterna för att skapa antingen anjon- eller katjondiet. Varje ko fick testa varje diet men under olika år. De två dieterna gav samma resultat varje år. Det första året drabbades 5 av 10 kor av kalvningsförlamning som fick katjondieten och andra året drabbades 4 av 9 kor. Ingen av korna som fick den anjonbaserade dieten drabbades av kalvningsförlamning vilket innebär att kor som fått en hög andel kalcium i förhållande till fosfor inte drabbades av kalvningsförlamning om kornas diet innehöll mer anjoner än katjoner (Block, 1984).

I ett försök utfodrades olika grupper Holsteinkor med timotejhö som hade DCAD-värden på 41 (låg), 141 (mellan) eller 251 (hög) meq/kg ts. Korna injicerades med ett ämne som binder kalciumet i blodet (EDTA) för att studera hur väl korna återhämtade sig efter den inducerade minskningen av kalciumkoncentrationen i blodet. Resultatet av denna studie visade att kor som fick dieten med lågt DCAD-värde återhämtade sig snabbare från den inducerade låga kalciumkoncentrationen än vad kor som fick ett foder med högre DCAD-värde gjorde (Heron *et al.*, 2009).

Timotejgräs gödslades med kalciumklorid (CaCl_2) så att det blev ett lägre DCAD-värde på höet och utfodrades sedan till mjölkkor av rasen Holstein. Hälften av de 41 korna i studien fick timotejhö med lågt DCAD-värde (12 meq/ kg ts) och hälften fick hö med högt DCAD-värde (216 meq/ kg ts). De kor som fick timotejhö med lågt DCAD-värde innan kalvning fick en mild men kompenserad acidosis, vilket gjorde dem mer anpassningsbara till kalciumförändringen runt kalvning i jämförelse med de kor som fick timotejhö med högt DCAD-värde. Skillnaden i DCAD mellan fodren påverkade inte intaget räknat i kg ts mellan grupperna. Deras slutsats indikerar att utfodring med timotejhö med lågt DCAD-värde kan vara en strategi för att minska förekomsten av kalvningsförlamning (Penner *et al.*, 2008). I ett annat försök undersöktes ett timotejensilage med lågt DCAD-värde (-51 meq/kg ts). Ensilaget gav de icke lakterande korna en kompenserad metabolisk acidosis, men ensilaget gav samtidigt en negativ effekt på det totala ts-intaget. Varför ensilering av foder med lågt DCAD-värde gav negativ effekt på ts-intaget är oklart och forskarna föreslår att mer forskning bör göras (Charbonneau *et al.*, 2009).

DCAD och foderproduktion

I ett odlingsförsök där olika grässorter odlats på kaliumrika jordar, kunde det konstateras att timotej var den grässort som hade lägst DCAD-värde när timotej, hundäxing, rörsvingel, ängslost och foderlost jämfördes. Detta gör att timotej är en bra grässort att utfodra kor med under sintiden (Tremblay *et al.*, 2006). I en senare studie av Tremblay *et al.* (2013) testades effekten av att gödsla olika gräs (timotej, rörsvingel, foderlost, ängslost, rörflen och ängsgröe) och baljväxter (blålusern och rödklöver) med CaCl_2 för att se hur de påverkade DCAD-värdena. Gräsen och baljväxterna reagerade olika mycket på gödningen, men DCAD-värden för alla sorter sjönk vid gödning med CaCl_2 . Timotej, rörflen och ängsgröe var de arter som efter gödning hade så låga DCAD-värden att de ansågs vara tillräckligt för att använda vid sinkoutfodring för att minska risken för kalvningsförlamning (Tremblay *et al.*, 2013).

Kalciumbalans

Ett försök med 29 kor utfört av Ender *et al.* (1971) syftade till att studera kalciumbalansen (intag - utsöndring) hos mjölkkor innan kalvning. Hälften av mjölkorna gavs en diet som ansågs öka risken för kalvningsförlamning (basgörande diet) och andra hälften en diet som ansågs minska risken för kalvningsförlamning (surgörande diet). Korna delades in i fyra grupper, där en grupp från varje diet även fick tillskott på kalciumkarbonat (CaCO_3). Alla kor fick det alkaliska fodret från tre månader innan kalvning och vid 1 månad innan kalvning tilldelades alla djur gruppsspecifika försöksfoder. Kalciumbalansen kontrollerades från tio dagar innan kalvning till tio dagar efter kalvning. Mätningar som gjordes åtta till tio dagar innan kalvning visade inga skillnader i kalciumbalansen mellan de fyra grupperna. Från dagen för kalvning och fyra dagar efteråt hade de kor som fått basgörande foder negativa kalciumbalanser, medan de som fick den surgörande foderstaten hade något negativt och resten positiva balansvärden. Resultatet av studien visar att mjölkorna som utfodrats med surgörande foder samt fått tillskott på kalcium från en månad innan kalvning fick en mindre drastisk sänkning i kalciumbalansen vid kalvning, vilket medför att risken att drabbas av

kalvningsförflamning blir minimal (Ender *et al.*, 1971).

Hur kon påverkas av olika DCAD värden

Mjölkkavkastning och foderintag

DeGroot *et al.* (2010) gjorde ett försök där de hade delat upp sinkor och kvigor i en kontrollgrupp och tre grupper som fick olika kommersiella tillsatser vars uppgift var att sänka DCAD-värdet innan kalvning. Kontrollgruppens foder hade ett DCAD-värde på 220 meq/ kg ts och de andra grupperna varierade mellan -100 till -120 meq/ kg ts. De kor som utfodrats med anjontillsats hade ökad mjölkkavkastning de första 21 dagarna efter kalvning räknat i kg/dag, medan kvigor som kalvade in inte skildes mellan försöksgrupperna (DeGroot *et al.*, 2010). I ett annat försök gjort av Tucker *et al.* (1988) där tolv lakterande kor indelade i fyra block ingick, blev resultatet motsatt jämfört med försöket av DeGroot *et al.* (2010). I försöket av Tucker *et al.* (1988) gavs mjölkorna fyra olika dieter med olika DCAD-värden (-100, 0, +100 och +200 meq ((Na+ K)-Cl)/kg ts). Resultatet visade att kor som fick dieten med DCAD-värde -100 meq/kg av ts konsumerade totalt mindre ts foder än korna som åt foder med högre DCAD-värden. Ingen signifikans mellan de tre andra dieterna kunde ses, men det fanns en tendens till ökat foderintag med ökat DCAD-värde (Tucker *et al.*, 1988). Mjölkkproduktionen var lägst hos djuren som fick foder med DCAD-värde -100 meq/ kg ts och högst för korna som fått foder med DCAD-värde på 200 meq/kg ts. Skillnaden i mjölkkproduktion troddes bero på skillnaden i foderintaget (Tucker *et al.*, 1988). Liknande resultat fast med sinkor rapporterades av Ender *et al.* (1971) då sinkorna som fick basgörande foder i det försöket mjölkade mer dagarna efter kalvning än de som fick surgörande foder, detta antogs bero på att korna inte ville äta stora mängder av det sura fodret.

D-vitamin och Parathormon

När kalciumnivåerna i plasma sjunker utsöndras PTH från bisköldkörteln för att öka koncentrationen av kalcium. PTH ökar koncentrationen av kalcium delvis genom att öka utsöndringen av D-vitamin som i sin tur ökar upptag av kalcium i tarmen (Sjaastad *et al.* 2010a). Ett försök med kor av rasen Jersey visade att antalet D-vitaminreceptorer i grovtarmen inte skiljde sig mellan kor som fick kalvningsförflamning och kor som inte fick kalvningsförflamning. Det visade sig även att kor som fått en diet med mycket anjoner hade högre koncentration av D-vitaminreceptorer i grovtarmen jämfört med kor som fått en diet med mycket katjoner (Goff *et al.*, 1995).

Jerseykor som skulle inleda sin tredje laktation eller mer gavs 8 kg ts/dag från två veckor innan kalvning av ett foder med antingen högt (188 meq/kg av ts) eller lågt (-188 meq/kg av ts) DCAD-värde. Dessa djur injicerades med parathormon för att undersöka hur vävnadens känslighet för parathormon påverkas av olika DCAD-värden i fodret. Efter två veckor kunde det ses att pH i urin och i blod var lägre hos kor som fått dieten med lågt DCAD-värde, detta innan injektion av parathormon. Hos båda grupperna ökade koncentrationen av kalcium i blodplasma efter PTH injektion, men endast korna som fick diet med lågt DCAD-värde fick en signifikant ökning av kalciumkoncentrationen i förhållande till innan injektion. Kor som

fick dieten med lågt DCAD-värde hade även signifikant högre produktion av D-vitamin (1,25-dihydroxyvitamin D) som respons på injektionen av parathormon. Resultaten av studien indikerar att ett foder med högt DCAD-värde minskar vävnadens känslighet för parathormon, vilket kan leda till ökad risk för kalvningsförlamning (Goff *et al.*, 2014). I studien av Goings *et al.* (1974) kunde man se att koncentrationen av parathormon var högre hos kor som fick foder med låg Ca: P, vilket indikerar att kon försöker upprätthålla kalciumbalansen i kroppen genom ökad absorption från magtarmkanalen och resorption från skelettet (Goings *et al.*, 1974).

Diskussion

Under kontrollåret 2013/2014 fick 2,8 % av mjölkorna i Sverige kalvningsförlamning, vilket baserades på 286 623 stycken kor (Växa Sverige, 2015). Bland de vanligaste raserna i Sverige (SRB, SJB, SLB och SKB) drabbas främst raserna SJB och SLB av kalvningsförlamning (Schultzberg, 2014). Rasen SJB verkar vara den ras som löper högst risk att drabbas, både enligt Schultzberg (2014) och Erb och Martin (1978). För raserna SRB och SLB har incidensen av kalvningsförlamning dock ändrats sedan Bendixen *et al.* (1987) utförde sin studie där resultatet blev att SRB löpte större risk att drabbas än SLB. Hög mjölkavkastning anges vara en bidragande orsak till ökad förekomst av kalvningsförlamning (Gröhn *et al.*, 1989) vilket delvis borde kunna förklara den, på senare tid, ökade förekomsten av kalvningsförlamning hos rasen SLB jämfört med SRB.

Kor drabbas av kalvningsförlamning då de inte klarar mobilisera tillräckligt med kalcium från skelettet och tarmen i samband med kalvning (Sjaastad *et al.* 2010a). Studier av både Leclerc och Block (1989) och Ender *et al.* (1971) visade att en stabil kalciumkoncentration i blodet minskar risken för kalvningsförlamning, vilket tyder på att om det går att göra sänkningen av kalcium mindre drastisk i samband med kalvning kan det förhindras att kon drabbas av kalvningsförlamning. Resultat av en studie gjord av Heron *et al.* (2009) visade att kor som fick en diet med lågt DCAD-värde återhämtade sig snabbare från en inducerad låg kalciumkoncentration än vad kor som fick ett foder med högre DCAD-värde gjorde. Detta är troligtvis kopplat till att vävnadens känslighet för parathormon minskar och att produktionen av D-vitamin (1,25-dihydroxyvitamin D) är lägre om kon ätit ett foder med högt DCAD-värde (Goff *et al.*, 2014). Ett högt DCAD-värde leder då till att mindre kalcium kan tas upp från tarmen och således blir koncentrationen av kalcium i kon lägre och det tar längre tid att återställa balansen. En foderstat med lågt DCAD-värde är därmed ett alternativ vid utfodring av sinkor, för att göra minskningen i kalcium mindre drastisk i samband med kalvning för att på så vis minska risken för kalvningsförlamning. En foderstat med lågt DCAD-värde kan fås genom att ge någon tillsats i fodret som i försöket av DeGroot *et al.* (2010) eller genom att gödsla vallen med CaCl_2 (Tremblay *et al.*, 2013).

Kor som utfodras med foder med lågt DCAD-värde hamnar i metabolisk acidosis vilket anges minska risken för kalvningsförlamning (Ender *et al.*, 1971; Penner *et al.*, 2008). Nackdelen med att utfodra med ett foder med lågt DCAD-värde är att foderkonsumtionen i kg ts minskar (Ender *et al.*, 1971; Tucker *et al.*, 1988; Charbonneau *et al.*, 2009), detta är inte önskvärt då det lantbrukaren livnär sig på är att ha friska kor och en minskad foderkonsumtion kan eventuellt leda till andra metaboliska sjukdomar. Dock visar forskning av Penner *et al.* (2008) att utfodring med timotejhö med lågt DCAD-värde inte påverkade intaget av kg ts. Tremblay *et al.* (2013) visade även att timotej, rörfilen och ängsgröe var arter som efter gödning med CaCl_2 hade tillräckligt låga DCAD-värden att de ansågs kunna användas vid sinkoutfodring för att minska risken för kalvningsförlamning. Mer försök på olika gräsarter för att komma fram till en specifik vallfröblandning som är anpassad till sinkoutfodring, borde vara nästa steg i utvecklingen för att underlätta för lantbrukaren. Efter att en anpassad vallfröblandning

tagits fram bör man undersöka hur effektivt gräset blir att förhindra kalvningsförlamning. Skulle blandningen inte få ett tillräckligt lågt DCAD-värde för att förhindra eller minska risken för kalvningsförlamning kan gödsling med CaCl_2 användas, dock som en andra utväg eftersom det blir ytterligare ett moment för lantbrukaren att tillämpa. Att ha ett specifikt grovfoder till endast sinkor skulle troligtvis bara vara tillämpligt på större besättningar. Detta på grund av arbetet med att bruka arealen olika, samt att korna oftast går i större grupper vilket skulle underlätta utfodring av specifika foder. Ytterligare problematik uppstår under sommarmånaderna då sinkor hålls på bete och styrning av sinkornas foderkonsumtion minskas. Studien av Charbonneau *et al.* (2009) visade att ensilage av timotej också gav djuren en kompenserad acidosis, men timotejensilage gav en minskning i ts-intag vilket gör det till ett mindre önskvärt fodermedel. Dock anser de att mer forskning behöver göras angående hur ensileringen påverkar timotej med lågt DCAD-värde (Charbonneau *et al.*, 2009). Det hade även varit av intresse att veta om det bara är timotej med lågt DCAD-värde som påverkas negativt av ensilering eller om det gäller för alla gräsarter. Det vore bra att forska vidare på ensilage då det i dagens läge är det fodermedel som används mest, är lättare att skörda än hö eftersom att det är mindre väderberoende och de flesta fodersystemen i Sverige är anpassade för ensilage. Utöver tidigare nämnda problematik med arealanvändning, djurantal och betesdrift kommer besättningsstorleken ha en ännu större vikt om ett specifikt ensilage ska utfodras till sinkor i jämförelse med hö. Detta eftersom ensilage efter att lufttät förslutning bryts, snabbt blir dåligt och bör därmed konsumeras snabbt, vilket endast blir möjligt om man har en större besättning. För att minska risken för foderspill och extra arbete med specifikt grovfoder till sinkor är troligtvis en fodertillsats med lågt DCAD-värde under sintiden, som visats av DeGroot *et al.* (2010) ett smidigare alternativ, framförallt för mindre besättningar men troligtvis även för större.

Ingen av korna i studien av Block (1984) som fick den anjonbaserade dieten drabbades av kalvningsförlamning trots att de fått en hög andel kalcium i förhållande till fosfor, som ansågs öka risken för kalvningsförlamning (Block, 1984). För stor mängd kalcium verkar inte utgöra någon förhöjd risk för att drabbas av kalvningsförlamning, men kalium däremot bör inte ges i för stora mängder vilket kan ses i studierna gjorda av Goff och Horst (1997) och Kronqvist *et al.* (2012). Detta borde betyda att Ca: P är mindre viktigt om foderstaten är baserad på lågt DCAD-värde, samt att kalcium kan ges i större mängd om DCAD-värdet är lågt. Magnesium behövs för att PTH ska utsöndras (Sjaastad *et al.* 2010a) och för interaktionen mellan parathormon och dess receptorer på skelett och njurceller (McDonald *et al.* 2011). Enligt Kronqvist *et al.* (2012) ges magnesium i för låg mängd enligt rekommendationer, vilket inte är bra med avseende på risken för kalvningsförlamning, då magnesium är kopplat till kalciummetabolismen. Samtidigt måste foderstaten anpassas så att för stor mängd kalcium inte ges i förhållande till magnesium då de är negativt korrelerade till varandra (Larsen *et al.*, 2001; Kronqvist *et al.*, 2011).

Då risken att kon ska drabbas av kalvningsförlamning delvis kan förklaras av näringsmässiga faktorer (Kronqvist *et al.*, 2012), bör gårdar som har hög incidens av kalvningsförlamning se över sina foderstater. Det kan behöva användas någon tillsats för att sänka DCAD-värdet

(DeGroot *et al.*, 2010), eller en förändring vad gäller innehållet av kalium, kalcium och magnesium och förhållandet mellan dem (Goff & Horst, 1997; Kronqvist *et al.*, 2012). Då risken för kalvningsförlamning ökar om ökningen av fodergivan är mer än 3,1 kg ts från tre veckor innan kalvning fram till kalvning (Kronqvist *et al.*, 2012), behöver även det finnas i åtanke vid utfodring av sinkor.

Studier har visat att en ökad ålder och tidigare fall av kvarbliven efterbörd eller kalvningsförlamning hos korna ökar risken för att få kalvningsförlamning vid nästa kalvning (Bendixen *et al.*, 1987). Kon löper även högre risk att drabbas av exempelvis ketos, mastit och veterinärassisterad kalvning om kon haft kalvningsförlamning (Curtis *et al.*, 1985). År 2014 slogs 1,2 % av kor i Sverige ut på grund av kalvningsförlamning vid en genomsnittlig ålder på 70,9 månader (Växa Sverige 2015) och eftersom kalvningsförlamning ökar risken för andra sjukdomar kan det vara en viktig anledning till utslagning av djur som drabbats. Eftersom den genomsnittliga utslagsåldern för alla utslagsorsaker är 60,5 månader (Växa Sverige 2015) kan det tydas som att kalvningsförlamning inte leder till tidig utslagning av djur. Frågan som istället kan ställas är hur många kor som slagits ut på grund av exempelvis mastit eller livmoderinflammation som tillkommit på grund av att kon tidigare haft kalvningsförlamning. Det vore en god sak att undersöka, eftersom det troligtvis skulle vara mer ekonomiskt att förhindra en låg kalciumbalans i början av laktationen än att behöva behandla först en kalvningsförlamning och sedan även exempelvis mastit eller livmoderinflammation, vilket sedan i värsta fall kan leda till att djuret måste slås ut trots upprepade behandlingar. Studier visar att genom rätt utfodring under sintiden kan kor som tidigare drabbats av kalvningsförlamning förhindras att drabbas igen (Ender *et al.*, 1971). Detta talar för att kor som tidigare haft kalvningsförlamning men inte drabbats av annan åkomma borde kunna behållas om utfodringen förändras under nästkommande sintid.

Slutsats

Kalvningsförlamning är en kostsam sjukdom som leder till obehag för korna och borde därför förhindras i största möjliga mån. Risken för kalvningsförlamning påverkas av flera olika faktorer. För att förhindra att kon får kalvningsförlamning borde foderstaten under sintiden ha ett lågt DCAD-värde, förutsatt att ts-intaget inte minskar då de försämrar produktionen. Förhållandet mellan mineraler bör vara anpassat för att minska risken, exempelvis genom att minska kalium eller ge mer kalcium i samband med lågt DCAD-värde. Ökad ålder och hög mjölkavkastning i föregående laktation ökar risken för kalvningsförlamning, samt att rasen Jersey löper högst risk att drabbas. Eftersom rätt utfodring kan motverka kalvningsförlamning oavsett ras och avkastning, behövs ingen stor hänsyn tas till djurmaterialet förutsatt att utfodring under sintiden anpassas.

Referenser

- Bendixen, P.H., Vilson, B., Ekesbo, I., Åstrand, D.B., 1987. Disease frequencies in dairy cows in Sweden. III. Parturient paresis. *Prev. Vet. Med.* 5, 87–97. doi:10.1016/0167-5877(87)90014-6
- Block, E., 1984. Manipulating Dietary Anions and Cations for Prepartum Dairy Cows to Reduce Incidence of Milk Fever. *J. Dairy Sci.* 67, 2939–2948. doi:10.3168/jds.S0022-0302(84)81657-4
- Charbonneau, E., Chouinard, P.Y., Tremblay, G.F., Allard, G., Pellerin, D., 2009. Timothy silage with low dietary cation-anion difference fed to nonlactating cows. *J. Dairy Sci.* 92, 2067–2077. doi:10.3168/jds.2008-1569
- Curtis, C.R., Erb, H.N., Sniffen, C.J., Smith, R.D., 1984. Epidemiology of parturient paresis: predisposing factors with emphasis on dry cow feeding and management. *J. Dairy Sci.* 67, 817–825. doi:10.3168/jds.S0022-0302(84)81372-7
- Curtis, C.R., Erb, H.N., Sniffen, C.J., Smith, R.D., Kronfeld, D.S., 1985. Path Analysis of Dry Period Nutrition, Postpartum Metabolic and Reproductive Disorders, and Mastitis in Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 68, 2347–2360. doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)81109-7
- DeGroot, M.A., Block, E., French, P.D., 2010. Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health, and milk production. *J. Dairy Sci.* 93, 5268–5279. doi:10.3168/jds.2010-3092
- Dishington, I.W., 1974. The role of age on the induction of hypocalcemic paresis puerperalis in dairy cows. *Nord. Vet. Med.* 26, 205–210.
- Ender, F., Dishington, I.W., Helgebostad, A., 1971. Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemic paresis puerperalis. *Z. Fuer Tierphysiol. Tierernaehrung Futtermittelkunde* 28, 233–256.
- Erb, H.N., Martin, S.W., 1978. Age, breed and seasonal patterns in the occurrence of ten dairy cow diseases: A case control study. *Can. J. Comp. Med.* 42, 1–9.
- Erb, H.N., Smith, R.D., Oltenacu, P.A., Guard, C.L., Hillman, R.B., Powers, P.A., Smith, M.C., White, M.E., 1985. Path Model of Reproductive Disorders and Performance, Milk Fever, Mastitis, Milk Yield, and Culling in Holstein Cows1. *J. Dairy Sci.* 68, 3337–3349. doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)81244-3
- Fleischer, P., Metzner, M., Beyerbach, M., Hoedemaker, M., Klee, W., 2001. The Relationship Between Milk Yield and the Incidence of Some Diseases in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2025–2035. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74646-2
- 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 Cows1. *J. Dairy Sci.* 80, 176–186. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)75925-3
- Goff, J.P., Liesegang, A., Horst, R.L., 2014. Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor. *J. Dairy Sci.* 97, 1520–1528. doi:10.3168/jds.2013-7467
- Goff, J.P., Reinhardt, T.A., Horst, R.L., 1995. Milk Fever and Dietary Cation-Anion Balance Effects on Concentration of Vitamin D Receptor in Tissue of Periparturient Dairy Cows1. *J. Dairy Sci.* 78, 2388–2394. doi:10.3168/jds.S0022-0302(95)76867-9
- Goings, R.L., Jacobson, N.L., Beitz, D.C., Littledike, E.T., Wiggers, K.D., 1974. Prevention of Parturient Paresis by a Prepartum, Calcium-Deficient Diet1,2. *J. Dairy Sci.* 57, 1184–1188. doi:10.3168/jds.S0022-0302(74)85034-4

- Gröhn, Y.T., Erb, H.N., McCulloch, C.E., Saloniemi, H.S., 1989. Epidemiology of Metabolic Disorders in Dairy Cattle: Association Among Host Characteristics, Disease, and Production. *J. Dairy Sci.* 72, 1876–1885. doi:10.3168/jds.S0022-0302(89)79306-1
- Heron, V.S., Tremblay, G.F., Oba, M., 2009. Timothy hays differing in dietary cation-anion difference affect the capability of dairy cows to maintain their calcium homeostasis. *J. Dairy Sci.* 92, 238–246. doi:10.3168/jds.2008-1357
- Kronqvist, C., Emanuelson, U., Spörndly, R., Holtenius, K., 2011. Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 1365–1373. doi:10.3168/jds.2009-3025
- Kronqvist, C., Emanuelson, 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. *Anim. Int. J. Anim. Biosci.* 6, 1316–1321. doi:10.1017/S175173111200033X
- Larsen, T., Møller, G., Bellio, R., 2001. Evaluation of Clinical and Clinical Chemical Parameters in Periparturient Cows. *J. Dairy Sci.* 84, 1749–1758. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74610-3
- Leclerc, H., Block, E., 1989. Effects of reducing dietary cation-anion balance for prepartum dairy cows with specific reference to hypocalcemic parturient paresis. *Can. J. Anim. Sci.* 69, 411–423.
- Mc Donald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C.A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. (2011). Minerals. Mc Donald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C.A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. *Animal nutrition*. 7 uppl. Gosport: Ashford Colour Press Ltd. ss.103-137.
- Oskarsson, M. (2010). Kostnader för hälsostörningar hos mjölkkor, Beräkningsunderlag till hälsopaket mjölk djurhälsokostnader. Stockholm: Svensk Mjölk. Tillgänglig: <http://www.vxa.se/Global/Dokument/EPI-tr%C3%A4det/Aktuellt%20och%20Opinion/Seminarier%20och%20konferenser/DU%202010/Ber%C3%A4kningar%20i%20H%C3%A4lsopaket%20Mj%C3%B6lk%20Djurh%C3%A4lsokostnader%20-%20kompendium%20-%20Markus%20Oskarsson.pdf> [2015-04-19]
- Penner, G.B., Tremblay, G.F., Dow, T., Oba, M., 2008. Timothy Hay with a Low Dietary Cation-Anion Difference Improves Calcium Homeostasis in Periparturient Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 91, 1959–1968. doi:10.3168/jds.2007-0882
- Schultzberg, A. (2014). Redogörelse för husdjursorganisationens djurhälsovård 2013/2014. Uppsala: Växa Sverige. Tillgänglig: http://www.vxa.se/Global/Bildbank/Redog%C3%B6relse%20f%C3%B6r%20husdjursorganisationens%20djurh%C3%A4lsov%C3%A5rd%202013_14.pdf [2015-04-19]
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010a). Bone tissue and mineral metabolism. Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. *Physiology of domestic animals*. 2. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press. ss.259-278
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010b). Muscles. Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. *Physiology of domestic animals*. 2. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press. ss.279-308
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010c). The cardiovascular system. Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. *Physiology of domestic animals*. 2. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press. ss.355-424
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010d). Lactation. Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. *Physiology of domestic animals*. 2. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press. ss.735-760

- Suttle, N. F. 2010. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4. Uppl. UK: CAB International.
Tillgänglig: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Minerals_in_Animal_Nutrition.pdf [2015-05-31]
- Tremblay, G.F., Bélanger, G., Pelletier, S., Lajeunesse, J., Pageau, D., 2013. Dietary Cation–Anion Difference of Forage Species after Chloride Fertilization. *Agron. J.* 105, 455.
doi:10.2134/agronj2012.0355
- Tremblay, G.F., Brassard, H., Bélanger, G., Seguin, P., Drapeau, R., Brégar, A., Michaud, R., Allard, G., 2006. Dietary Cation Anion Difference of Five Cool-Season Grasses. *Agron. J.* 98, 339.
doi:10.2134/agronj2005.0161
- Tucker, W.B., Harrison, G.A., Hemken, R.W., 1988. Influence of Dietary Cation-Anion Balance on Milk, Blood, Urine, and Rumen Fluid in Lactating Dairy Cattle1. *J. Dairy Sci.* 71, 346–354.
doi:10.3168/jds.S0022-0302(88)79563-6
- Växa Sverige (2015). *Husdjursstatistiken 2015*. Uppsala: Växa Sverige. Tillgänglig:
http://www.vxa.se/Documents/Husdjursstatistik2015_ver2015-02-11.pdf [2015-04-19]
- Wiggers, K.D., Nelson, D.K., Jacobson, N.L., 1975. Prevention of Parturient Paresis by a Low-Calcium Diet Prepartum: a Field Study1,2. *J. Dairy Sci.* 58, 430–431. doi:10.3168/jds.S0022-0302(75)84584-X

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

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. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*