



Magnesiumstatus hos mjölkkor – en fältstudie

Magnesium status in dairy cows
- a field study

av

**Elin Briland
&
Cecilia Kronqvist**

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 225

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

Uppsala 2006



Magnesiumstatus hos mjölkkor – en fältstudie

Magnesium status in dairy cows
- a field study

av

**Elin Briland
&
Cecilia Kronqvist**

Handledare: Kjell Holtenius

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 225

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

Uppsala 2006

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
ABSTRACT	4
INLEDNING	5
LITTERATURSAMMANSTÄLLNING	6
Magnesium	6
Absorption av magnesium	6
Faktorer som påverkar magnesiumabsorptionen	6
Magnesiumkällor	7
Magnesiumbehov	9
Nivåer i blod och urin	9
MATERIAL OCH METODER	10
Datainsamling	10
Bearbetning av inhämtade uppgifter	10
<i>Urinanalyser</i>	<i>10</i>
<i>Foderstater</i>	<i>11</i>
RESULTAT	12
Utsöndring och intag av magnesium	12
Beräknad absorption av magnesium	14
Andelen magnesium från olika fodermedel	15
Stärkelseintag	17
Laktationsstadium och avkastningsnivå	17
DISKUSSION	18
SLUTSATSER	22
SAMMANFATTNING	23
TACK	24
LITTERATURFÖRTECKNING	25

ABSTRACT

Magnesium is an essential mineral that is important for several physiologic and biochemical processes in the body. Deficiency of magnesium is mainly associated with grass tetany, but can also appear in cows during the indoor period. Since long it is known that potassium has a negative effect on the absorption of magnesium. Due to the fact that potassium fertilisation leads to a higher potassium content in forage, it is of interest to study interactions of potassium on the magnesium balance in dairy cows. There are few studies about magnesium feeding to dairy cows in Sweden and the purpose of this study was to investigate how much magnesium and from which feed-sources dairy cows in Sweden get their magnesium.

Data was collected from seven farms in the northern part of Uppland and from seven farms in Skaraborg in Sweden. Four of the investigated farms had an organic production system (KRAV). At the farm visits information concerning the feeding of the cows and their milk production was gathered. Furthermore urine samples were collected from 10 % of the cows at each farm. A surplus of absorbed magnesium is excreted in the urine, thus by determining the content of magnesium in urine a good indication of the magnesium status in the cows could be achieved. The content of magnesium and potassium in the diets was determined based on feed analysis data obtained from the farmers, analyses of collected feed samples and information by the feed manufacturers.

Calculated magnesium intake per cow was in average 50 g/day and varied between 30 and 70 g/day. The average urinary excretion of magnesium was 5.8 g/day and cow, varying from 2.2 to 8.2 g/day. Magnesium intake was compared with the magnesium excretion in urine and the variation between farms was explained partly by differences in magnesium intake and magnesium concentration in the diet, but also of the influence of potassium on the magnesium absorption.

The absorption, calculated as the proportion of the intake that was excreted in urine and milk, was in average 17 %, which did not differ from the literature value of 16 % for the coefficient of absorption for magnesium from natural feedstuffs. Recommended value of total diet K/Mg-ratio is 4-5 and the average in this study was 6.8. A low K/Mg-ratio in the diet gave higher urinary excretion of magnesium, which indicates a that high potassium level may negatively interact with magnesium uptake. The K/Mg-ratio in the forage for the four organic farms had strong influence of magnesium absorption, a low K/Mg-ratio gave a higher coefficient of absorption.

In average 47 % of the magnesium intake came from the concentrates, 37 % from the forage and 16 % from the mineral feed. More than 60 % of the magnesium from the concentrates came from commercial feedstuffs and in average 46 % of the magnesium in the total diet originated from commercial feedstuffs.

INLEDNING

Magnesium är ett livsnödvändigt mineral för mjölkkor och brist kan ge allvarliga följder. Magnesiumbrist associeras främst till beteskramper, som ofta inträffar när mjölkkor kommer ut och äter spätt gräs på våren, men kan även uppträda hos kor på stall, s.k. stallkramper. Kon saliverar och drabbas av kramper som kan leda till döden om inte behandling sätts in. Intresset för magnesium har ökat, dels för att det förebygger kramper men även för hur upptaget påverkas av ökat kaliuminnehåll i foderstaten. Kaliumhalten i grovfoder har ökat i takt med en ökad konstgödselanvändning, eftersom gödsling med kalium ökar tillväxten hos vallarna och därmed tillförs mer kalium (Martens & Schweigel, 2003). Mellan kalium och magnesium finns ett så kallat antagonistförhållande, vilket innebär att en hög nivå av kalium minskar upptaget av magnesium.

Magnesiumoxid är den vanligaste magnesiumkällan som används i kommersiella fodermedel. Ett problem med magnesiumoxid är att kvalitén varierar, både smältbarheten och smakligheten påverkas av hur magnesiumoxiden har framställts. En annan kommersiell magnesiumkälla är magnesiumfosfat, som har en jämnare kvalitet och högre löslighet, och därmed högre smältbarhet, i *in vitro* tester än vad magnesiumoxid har.

Det finns knappt några studier över hur mycket magnesium svenska mjölkkor får och från vilka källor. Syftet med denna studie var därför att kartlägga hur magnesiumutfodringen hos kor i bruksbesättningar ser ut, hur mycket magnesium korna får och från vilka fodermedelskällor. Av det magnesium som kon absorberar utsöndras ett eventuellt överskott uteslutande via urinen så med hjälp av urinprov från kon kan man få en uppfattning om hennes magnesiumstatus.

LITTERATURSAMMANSTÄLLNING

Magnesium

Magnesium (Mg) är ett viktigt mineral och är av stor betydelse i flera fysiologiska och biologiska processer. Magnesium behövs i många enzymatiska reaktioner och är en av de viktigaste katjonerna i kroppen. ATPaser, kinaser och fosfataser kräver magnesium för att aktiveras och de är viktiga för en effektiv kolhydrat- och fettmetabolism (Martens & Schweigel, 2000; McDonald *et al*, 2002). Vidare behövs magnesium vid syntetiseringen av RNA, DNA och proteiner (Martens & Schweigel, 2000). Kroppens totala magnesiuminnehåll för en ko på 650 kg är drygt 420g, fördelade så att ungefär 60-70 % återfinns i skelettet, 30-40 % i mjuka vävnader och mindre än 1 % återfinns i den extracellulära vätskan (Martens & Schweigel, 2000; McDonald *et al*, 2002; NRC, 2001). Magnesium som finns extracellulärt har stor betydelse för normal nerv- och muskelfunktion samt vid bildandet av benmineral (NRC, 2001). Brist på magnesium kan få stora konsekvenser eftersom det är involverat i många essentiella funktioner. Magnesiumbrist hos mjölkkor leder till minskat foderintag och orsakar störningar i våmjäsningen och mjölkproduktionen (Martens & Schweigel, 2000). Allvarlig magnesiumbrist leder till kramper som i värsta fall gör så att djuret dör (McDonald *et al*, 2002).

Absorption av magnesium

Det huvudsakliga upptaget av magnesium hos mjölkkor sker i våmmen. Till skillnad från kalcium och fosfor är magnesiumupptaget i kon inte hormonreglerat. För att magnesium ska kunna absorberas i våmmen måste det finnas i löslig form. Magnesium absorberas främst från våmmen genom antingen aktiv transport, som är kopplad till natriumupptaget, eller genom passiv transport genom våmväggen. Båda systemen kräver att magnesium finns löst i våmvätskan. Vid låg magnesiumkoncentration i våmmen krävs en aktiv transport över våmepitelet, magnesiumjoner byts mot natrium- och kaliumjoner. Den passiva transporten är beroende av att magnesiumkoncentrationen är lägre i blodet än i våmvätskan, för att magnesiumjonerna ska diffundera över. Det är viktigt att tillräckligt med magnesium absorberas i våmmen eftersom ett lågt upptag i förmagarna inte kompenseras med absorption i tarmarna, även om ett visst upptag av magnesium sker där. Skelettet kan inte fungera som magnesiumreserv, utan magnesiumbehovet måste täckas av foderstatens magnesiuminnehåll. Hos kalvar sker det huvudsakliga magnesiumupptaget från tunn- och tjocktarmen, men allt eftersom förmagarna utvecklas övergår absorptionen till dem (Martens & Schweigel, 2000).

Faktorer som påverkar magnesiumabsorptionen

Hur mycket magnesium som absorberas beror bland annat på hur stort intaget av magnesium är. Den skenbara absorptionen av magnesium ökar med ett ökat magnesiumintag (Jittakhot *et al*, 2004a). I en studie med sinkor kunde man inte se någon signifikant ökning av magnesiumabsorptionen vid intag över 84 g Mg/dag. Slutsatsen drogs att den skenbara absorptionen av magnesium var maximal vid magnesiumintag på 84 g/dag, eller högre (Jittakhot *et al*, 2004b). Vid stor magnesiuminblandning blir fodret mindre smakligt, men framför allt kan ett högt magnesiumintag leda till diarré. Ett sätt att minska höga magnesiumnivåer utan att riskera underskott är att öka tillgängligheten av magnesium i foderstaten. Stärkelse har visats ha en positiv effekt på magnesiumabsorptionen hos getter.

Absorptionen av magnesium ökade från 21,8 till 30,9 % då stärkelse tillsattes till foderstaten istället för cellulosa (Schonewille *et al*, 1997). Alltför stärkelserik diet kan däremot leda till ett för lågt pH i våmmen, med störd fermentation som följd (McDonald *et al*, 2002).

Höga kaliumnivåer i foderstaten har en inhiberande effekt på upptaget av magnesium (Martens & Schweigel, 2000; Jittakhot *et al*, 2004c; Weiss, 2004). Man har bland annat sett att kor som betar på kaliumrika vallar löper ökad risk att drabbas av beteskramp, som följd av magnesiumbrist (McDonald *et al*, 2002). Vallfoder innehåller generellt mycket kalium och genom ökad konstgödselanvändning har kaliumnivåerna höjts, eftersom kaliumgödsling ökar vallarnas tillväxt (Martens & Schweigel, 2003). Högt vallfoderinblandning till mjölkkor ger ett större kaliumintag, vilket leder till sämre upptag av magnesium (Schonewille *et al*, 2002). Ett högt intag av kalium minskar upptaget av magnesium från förmagarna, vilket inte kan kompenseras med ökat upptag från tunn- och tjocktarm. Förklaringen tros vara att kalium påverkar transportmekanismen som i sin tur är natriumkopplad. Natriumbrist tror man också kan leda till bristande upptag av magnesium. Vid natriumbrist minskas natriuminnehållet i saliven samtidigt som kaliumkoncentrationen ökar och situationen blir densamma som vid högt kaliumintag. Samtidigt kan ett överdrivet högt natriumintag leda till ökad urinutsöndring och därigenom ökade magnesiumförluster, vilket kan störa magnesiumbalansen (Martens & Schweigel, 2000).

En studie av Schonewille *et al* (2002) visar att förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder inverkar på absorptionen av magnesium. I försöket jämfördes absorptionen av magnesium hos sinkor, mellan fyra foderstater med olika procentandel kraftfoder. Foderstaterna bestod av hö och antingen 0, 20, 40 eller 60 % kraftfoder, och magnesiuminnehållet hölls på en konstant nivå. Försöket visade en signifikant ökning av den skenbara absorptionen av magnesium vid ökad andel kraftfoder i dieten. Ökningen från 40 till 60 % kraftfoder gav inte signifikanta skillnader. När kraftfoderandelen ökade från 0 till 60 % ökade den skenbara magnesiumabsorptionen från 12,1 till 21,5 %. Ökningen förklarades av att kaliuminnehållet i foderstaterna minskade med ökad kraftfoderinblandning. Större stärkelseintag vid högre kraftfoderandel skulle kunna förklara en ökad magnesiumabsorption, men i denna studie hade stärkelse inte den effekten.

Magnesiumlösligheten i våmmen sjunker vid pH över 6,5, vilket kan vara en förklaring till att en diet innehållande mycket kraftfoder ökar magnesiumupptaget (NRC, 2001). Dalley *et al* (1997) visade i försök med får att lösligheten av magnesium i våmmen sjönk från ca 80 till 40 % när pH ökade från 5 till 6,5. Magnesiumlösligheten i blindtarmen följde liknade mönster fast vid ett något högre pH.

Magnesiumkällor

Kor måste få daglig magnesiumtillförsel via fodret eftersom de inte har någon kroppsreserv som de kan utnyttja (Martens & Schweigel, 2000). Fodermedel som innehåller mycket magnesium, upp till 5 g/kg ts, är vetekli, torkad jäst, bomullsfrökaka och linfrökaka (McDonald *et al*, 2002). I Sverige är det, bortsett från mineralfoder, främst från kraftfoderkoncentrat som dagens mjölkkor får det mesta av sitt magnesium och där kommer det framför allt från tillsatt mineralfoder. Kommersiella koncentrat innehåller mellan 4 och 5 g Mg/kg ts (Lantmännen, 2004; Svenska Foder, 2002; Johan Hansson, 2005). De vanligaste spannmålsslagen (korn, vete, havre och rågvete) har alla i genomsnitt ett magnesiuminnehåll på runt 1,3 g/kg ts (Spörndly, 2003). Vallfoder ligger något högre och baljväxter innehåller

vanligtvis mer magnesium än gräs (McDonald *et al*, 2002). Ensilage från en blandvall har en magnesiumnivå runt 2,0 g Mg/kg ts (Spörndly, 2003). Vallens magnesiumhalt varierar inte bara beroende på andelen baljväxter utan också på temperatur och gödslingsnivå. Man räknar med att den genomsnittliga absorptionskoefficienten för magnesium i vanliga fodermedel är 16 % (NRC, 2001).

Den vanligaste oorganiska magnesiumkällan som används är magnesiumoxid. Kvalitén på magnesiumoxid är skiftande och absorptionskoefficienten kan variera mellan 28 till 49 procent (NRC, 2001). Partikelstorleken på magnesiumoxiden är av stor betydelse för dess absorptionsförmåga, ju mindre partiklar desto högre absorptionskoefficient. En ökad ytarea vid mindre partikelstorlek medför att den lättare absorberas (Adam *et al*, 1996). Nackdelen med finmalen magnesiumoxid är att den dammar och blir mer osmaklig för djuren (Hemingway *et al*, 1998). En annan faktor av betydelse för tillgängligheten av magnesiumet i magnesiumoxiden är temperaturen vid produktionen av magnesiumoxid. Magnesiumoxid framställs genom upphettning av magnesiumkarbonat, där bland annat koldioxid utgör en restprodukt. Adam *et al* (1996) visade en signifikant ökning av den skenbara magnesiumtillgängligheten vid framställningstemperaturer på 800, 900 och 1100°C jämfört med temperaturer på 500 och 650°C. Magnesiumutsöndringen via urinen uppvisade signifikant ökning vid utfodring med magnesiumoxid framställt vid höga temperaturer, vilket tyder på en ökad absorption av magnesium.

Ett mått på effektiviteten vid produktionen av magnesiumoxid är "loss on ignition" (LOI), dvs. förlust vid uppvärmning. Förlustvärden mellan 10-20 g Mg/kg indikerar en effektiv framställning vid en upphettningstemperatur på 950°C. Lägre framställningstemperatur ger större förluster av magnesium vid uppvärmning (Adam *et al*, 1996).

Hemingway *et al* (1998) jämförde i ett försök med får tillgängligheten av magnesium i olika tillskott beroende på ursprungskällan. Jämförelsen gjordes mellan flera olika sorter av magnesiumoxid, med ursprung i Spanien, Kina och Grekland. Finmalen magnesiumhydroxid användes som standardkälla. Resultatet visade att magnesiumtillgängligheten skiljde sig åt mellan de olika källorna och att tillgängligheten av magnesium i magnesiumhydroxiden var signifikant högre än i magnesiumoxiden. De olika magnesiumoxiderna skiljde sig också åt vad gäller magnesiumtillgängligheten. Spansk magnesiumoxid hade högst tillgänglighet och grekisk lägst och skillnaden förklarades av att andelen små partiklar var högre i den spanska magnesiumoxiden.

En annan magnesiumkälla som används kommersiellt som magnesiumtillsats är magnesiumfosfat. Magnesiumfosfat har visats sig ha högre löslighet jämfört med magnesiumoxid och även om magnesiuminnehållet är lägre, 24 % vs. 52 %, så jämnas det ut av att magnesiumfosfat har en högre smältbarhetkoefficient, 45 % mot i medeltal 20 % för magnesiumoxid. Vid utfodring med magnesiumfosfat ses inga smaklighetsproblem, som kan uppkomma vid tillskott i form av magnesiumoxid, och produkten dammar inte (Upton, 2005 pers. med.). Hemingway (1985) visade i en studie att magnesiumfosfat hade en högre genomsnittlig tillgänglighet än magnesiumoxid och var jämnare i kvalitet, bland annat påverkades inte tillgängligheten av partikelstorlek. Den mängd fosfor som tillförs, 13 % (Upton, 2005 pers. med.) vid utfodring av magnesiumfosfat höll liknade kvalitet som fosfor från mono- och dikalciumfosfat (Hemingway, 1985). Det är dock inte alltid önskvärt med extra fosfor i foderstaten och magnesiumoxid har fördel prismässigt (Upton, 2005 pers. med.).

Magnesiumbehov

Vuxna nötkreatur utsöndrar runt 3 mg Mg/kg kroppsvikt och dag med träcken i form av endogena förluster. Vid dräktighet räknar man med att magnesiumbehovet för själva fostertillväxten ligger på runt 0,33 g/dag. Magnesiuminnehållet i råmjölk är ungefär 0,4 g/kg och vanlig mjölk innehåller 0,12-0,15 g Mg/kg (NRC, 2001). Rekommenderad nivå av magnesium per kg torrsbstans foder för en mjölkko ligger mellan 2-2,5 g, beroende på kons produktionsnivå (Spörndly, 2003). Magnesiumnivån i totalfoderstaten bör inte överstiga 5 g/kg ts (Spörndly, 2003) för att undvika störningar i form av diarré och minskat foderintag (NRC, 2001).

Enligt NRC:s rekommendationer behöver en 650 kg ko som mjölkar 30 kg, 56 g Mg/dag, om man räknar med en absorptionskoefficient av magnesium på 16 %. Vid höga kaliumvärden i foderstaten bör extra magnesium tillsättas för att tillräckligt med magnesium ska tas upp. En sammanställning gjord av Weiss (2004) visar att 18 gram extra magnesium bör tillsättas för varje procentenhet som kaliumhalten överstiger 1 % i totalfoderstaten.

Nivåer i blod och urin

Blodplasmans magnesiumnivå ligger normalt mellan 0,75 och 1,0 mmol/l och varierar oftast mycket lite (NRC, 2001). Först vid allvarlig brist sjunker blodplasmans nivå och vid koncentrationer under 0,7 riskerar djuret hypomagnesemi. En bättre indikator på magnesiumbalansen hos kor är halten av magnesium i urin. Den varierar med magnesiumintaget och påverkas direkt vid brist eller överskott. En ko i magnesiumbalans utsöndrar ungefär 2,5 g Mg i urinen per dag och värden därunder indikerar på en negativ magnesiumbalans. Vid utsöndring mindre än 1g/dag är risken stor för hypomagnesemi (Martens & Schweigel, 2000). Risken för att en ko ska bli magnesiumförgiftad är inte särskilt stor eftersom nötkreatur har förmågan att utsöndra stora mängder magnesium via urinen. Negativa effekter som man har sett vid högt magnesiumintag är minskat foderintag, främst för att magnesiumtillskott inte är så smakliga, och diarré (NRC, 2001).

För att bestämma magnesiumhalten i urin kan man göra totaluppsamling av urinen, men då detta ofta är svårt kan man istället ta ut ett prov. Vid urinprov används ofta kreatinin som en markör för att beräkna kons urinutsöndring. Kreatinin produceras i muskelvävnaden från kreatininfosfat och utsöndras relativt konstant. Försök har visat att kor utsöndrar ungefär 29 mg kreatinin/kg kroppsvikt varje dygn (Valadares, 1999). Urinen analyseras med avseende på kreatinin och med hjälp av det värdet och kornas vikt kan man räkna fram den dagliga urinproduktionen. Mängden urin per dag används tillsammans med magnesiumkoncentrationen i urinen, för att beräkna den dagliga utsöndringen av magnesium via urinen. Valadares (1999) har i en studie jämfört värden på den dagliga urinmängden beroende på om den var bestämd genom kreatininanalys eller totaluppsamling. Resultatet visade liten skillnad mellan de två metoderna, så att använda kreatinin som markör vid beräkning av den dagliga urinproduktionen ger ett tillräckligt tillfredsställande resultat.

MATERIAL OCH METODER

För att kartlägga hur mycket magnesium mjölkkor i bruksbesättningar får och från vilka källor, gjordes en studie på 14 mjölkgårdar, varav sju låg i norra Uppland och sju i Skaraborg. Foderförsäljare för Lantmännen, i respektive område, hjälpte till att välja ut gårdar med olika utfodringssystem och mineralfoder. Lantbrukarna kontaktades per telefon och besöken ägde rum under perioden från mitten på oktober till början av november 2005. Nio av de fjorton besättningarna var lösdrifter och fyra av besättningarna var KRAV-anslutna, tre i Uppland och en i Skaraborg. Besättningsstorleken varierade mellan 32-85 kor, med ett medeltal på 61, samt en besättning på ca 450 mjölkkor. Totala antalet kor i de besättningarna som ingick i studien var 1242 stycken.

Datainsamling

Vid besöken inhämtades uppgifter om utfodringen och urinprov togs på tio procent av korna i varje besättning, dock max 18 stycken. Urinproven togs på ett slumpmässigt urval av de lakterande korna och 50 ml urin per ko konserverades med 15 ml 1 M saltsyra. Saltsyrans funktion var att få ner pH till under 4, det kontrollerades med lackmuspapper och vid otillräcklig sänkning tillsattes mer saltsyra. Urinproven frystes inom 5 timmar efter provtagningen. Undantag var en besättning där lantbrukaren själv tog urinproven. Dessa prover frystes efter ungefär ett par dygn. Lantbrukarna frågades om uppgifter på mjölkproduktionen för de kor som lämnat urinprov. Både laktionsnummer och avkastning varierade hos urinprovskorna och motsvarade hos de flesta ett representativt urval av korna i besättningen.

På de flesta gårdarna utfodrades korna med spannmålskross och koncentrat samt fri tillgång på grovfoder i form av ensilage. Fyra av gårdarna utfodrade även hö vid tillfället då besöket ägde rum. Lantbrukarna lämnade uppgifter om vilka fodermedel som utfodrades, hur mycket som gavs samt eventuella analyser på mineralinnehållet i fodret. Fanns mineralanalyser på fodret, antecknades magnesium- och kaliuminnehållet. I de fall där det inte fanns mineralanalyser togs foderprover för mineralanalys. Prover togs på både grovfodret och kraftfodret. Drygt hälften av gårdarna gav mineralfoder som innehöll extra hög halt magnesium, och fördelningen av dem var jämn mellan uppländska och skaraborgska besättningar.

Bearbetning av inhämtade uppgifter

Urinanalyser

Totalt togs 109 urinprov som analyserades med avseende på magnesium- och kreatinininnehåll.

Magnesiuminnehållet analyserades med ett analyskit (Stanbio Magnesium LiquiColor) som innebar att urinen späddes 5 ggr med avjoniserat vatten och därefter togs 10 µl prov ut och blandades med 1,0 ml reagens i en kuvett. Magnesium i urinen visades som en röd färgförändring av det skarpt blåfärgade reagenset. Absorbansen mättes i en spektrofotometer vid våglängd 520 nm. Med hjälp av absorbansen beräknades koncentrationen av magnesium i mEq/l och räknades sedan om till g Mg/l urin. Prov med mer än 4,3 mEq/l späddes med

ytterligare avjoniserat vatten och analyserades om, eftersom analysmetoden krävde detta för att ge tillförlitligt resultat.

Innehållet av kreatinin i urinproven analyserades och utifrån de värdena beräknades kornas dagliga urinmängd. Valadares (1999) kom i ett försök fram till att kor utsöndrar ungefär 29 mg kreatinin/kg kroppsvikt, varvid en uppskattad genomsnittlig vikt på korna, 650 kg, användes för att bestämma hur mycket magnesium som utsöndrats med urinen.

Foderstater

Foderproven analyserade på AnalyCen i Lidköping med avseende på mineralerna, Mg, K, Ca, P, Na och S samt råprotein och NDF, för kraftfoderproverna analyserades även stärkelseinnehållet. Utifrån utfodringsuppgifter från gårdarna och mineralanalyser av kross och grovfoder beräknades foderstater med avseende på magnesium- och kaliuminnehållet för urinprovskorna. De flesta lantbrukare gav fri tillgång på ensilage, så den mängd korna beräknades äta är en uppskattning byggd på den mängd ensilage lantbrukaren uppskattade att det gick åt per dag. Uppgifter om magnesiuminnehållet i tillverkade fodermedel, så som färdigfoder, koncentrat och toppfoder, inhämtades från Lantmännen. Likaså användes uppgifter om magnesiuminnehållet i mineralfodret från respektive mineralfoderföretag, i detta fall Lactamin, Kvarnbyfoder och Teknosan. Foderstatsberäkningarna visade hur stort intaget av magnesium, och kalium, var för varje urinprovsko. Magnesiumintaget via fodret jämfördes med varje kos utsöndring av magnesium i urinen. Samtliga foderstatsberäkningar och all databearbetning gjordes i Excel 5.1 (Microsoft Corporation, 2002).

RESULTAT

På gårdarna i studien gavs olika mineralfoder och rutinerna för mineralutfodringen skiljde sig åt (tabell 1). Vanligast var att mineralerna gavs dagligen tillsammans med grovfodret, antingen via fodervagnen eller för hand. I tre av besättningarna gavs mineralfodret i fri tillgång i balja. Magnesiumkällan i mineralfodren i studien utgörs till största delen av magnesiumoxid.

Tabell 1. Tabellen visar för varje gård, mineralfodersort, utfodringsrutiner för mineralfodret och genomsnittlig mängd mineral utfodrat per ko och dag.

Gård	Mineralfoder	Rutiner för mineralutfodring	g mineralfoder/dag*
1	Lantmännen, Effekt normal	Fri tillgång	150
2	Terra nova, RL 122B	I foderblandning	27
3	Lantmännen, Effekt Mg	På ensilaget	70
4	Kvarnbyfoder, Pellvimin 2.1 Extra	På ensilaget	100
5	Kvarnbyfoder, Gårdsmineral	Fri tillgång	50
6	Lantmännen, Effekt Mg, pelleterad	Med fodervagnen	150
7	Lantmännen, Effekt normal	Fri tillgång	35
8	Teknosan, Jermin normal	På ensilaget	100
9	Lantmännen, Effekt SP Normal E-6500	På ensilaget	100
10	Lantmännen, Effekt Mg	På ensilaget	60
11	Lantmännen, Effekt Mg E-6500	Med fodervagnen	65
12	Kvarnbyfoder, Pellvimin 0.8 & 2.1 extra	Med fodervagnen	100
13	Lantmännen, Effekt normal hög	På ensilaget	50
14	Lantmännen, Effekt Mixa 114	I foderblandning	53

*Givorna grundar sig på uppgifter från lantbrukaren, antingen som den giva lantbrukaren gav eller beräknat utifrån den mängd som gick åt per vecka/månad.

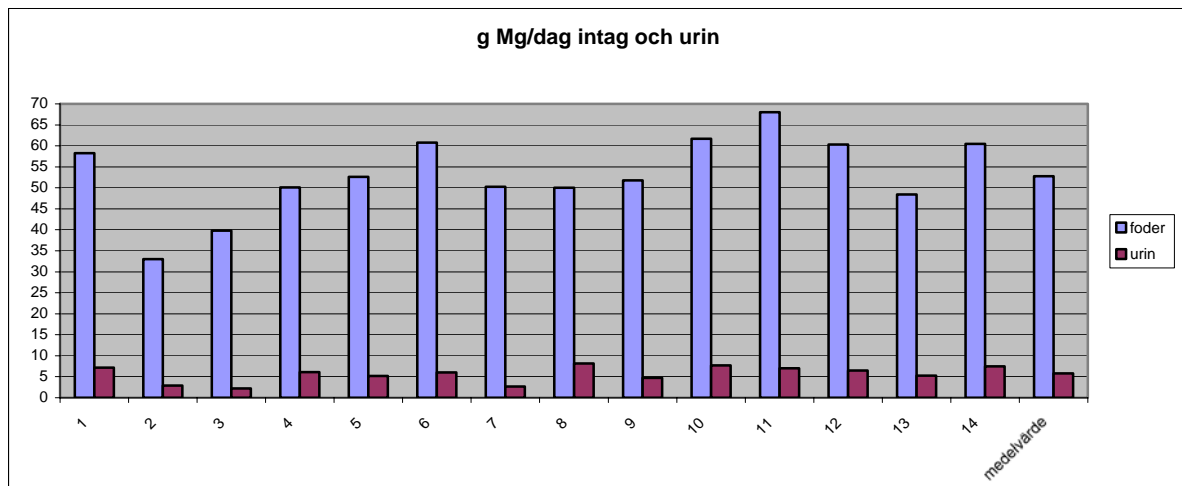
Utsöndring och intag av magnesium

Magnesiumutsöndringen via urinen varierade både mellan och inom gårdar. På vissa gårdar låg utsöndringen relativt jämt mellan de kor som ingick i undersökningen, medan det hos kor på andra gårdar varierade ganska mycket. Hos sex av besättningarna i studien var magnesiumutsöndringen mycket jämn, i några av dessa besättningar låg magnesiumnivån relativt lågt. I de andra besättningarna varierade magnesiumutsöndringen mellan korna mer, hos några avvek en av korna från övriga. Resultatdelen kommer främst koncentreras på variationen mellan besättningar.

Det totala intaget av magnesium via foderstaten varierade stort mellan besättningar. I besättningarna med lägst medelintag via foderstaten fick varje ko i sig drygt 30 g Mg/dag mot nästan 70 g Mg/dag, hos de korna i besättningen med högst medelintag. För samtliga kor i studien var medelintaget av magnesium per dag drygt 50 g. Magnesiumkoncentrationen i foderstaterna varierade mellan 1,6 och 3,3 g Mg/kg ts, med ett medelvärde på 2,5 g Mg/kg ts. I några av besättningarna motsvarades ett högt magnesiumintag av högre magnesiumutsöndring i urinen. Korna på vissa av gårdarna fick ganska jämn mängd magnesium, medan intaget per ko varierade kraftigt hos andra. Variationen mellan besättningarna i både intag och utsöndring av magnesium ses i figur 1.

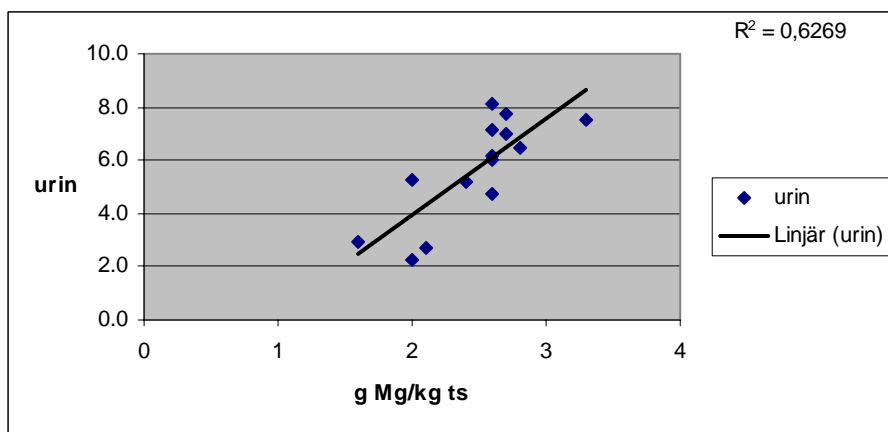
Stor variation sågs också mellan besättningarna i magnesiumutsöndring via urinen. Medelutsöndringen varierade mellan 2,2 och 8,2 g Mg/dag, med ett medelvärde för samtliga besättningar på 5,8 g/dag. Tre av besättningarna låg på medelvärden under 3 g/dag.

En viss variation sågs mellan besättningarna i Uppland och i Skaraborg, där de senare låg lite högre med 57 mot 49 g Mg/dag i medelmagnesiumintag och medelvärden på 6,9 jämfört med 4,6 g Mg/dag utsöndrat via urinen. Medelvärdet för KRAV-gårdarna (besättning 1, 2, 3 och 8 i figur 1) var 45 g Mg/dag i intag och 5,1 g Mg/dag utsöndrat i urinen, och två av de gårdarna hade både lägre intag och utsöndring av magnesium än övriga besättningar.



Figur 1. Medelintag och medelutsöndring av magnesium via urin per gård i g/dag, samt medelvärde för samtliga besättningar. Besättningarna 1-7 ligger i Uppland och besättningarna 8-14 i Skaraborg. Besättningarna 1, 2, 3 och 8 är KRAV-an slutna.

Figur 2 visar att magnesiumutsöndringen i urinen ökade vid en högre magnesiumkoncentration i foderstaten, $R^2 = 0,6269$. Magnesiumintaget i gram per dag sågs också inverka svagt positivt på magnesiumutsöndringen, $R^2 = 0,543$.

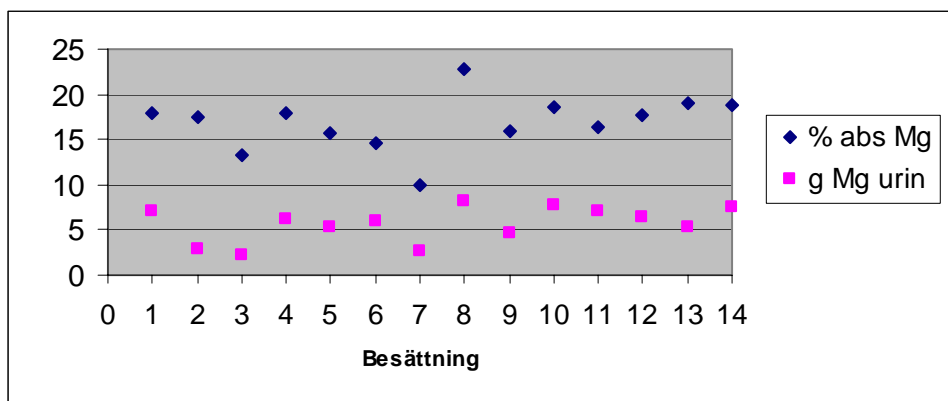


Figur 2. I figuren visas korrelationen mellan foderstatens magnesiumkoncentration (g/kg ts) och utsöndringen i urinen (g Mg/dag).

Beräknad absorption av magnesium

Den beräknade absorptionen av magnesium beräknades efter antagandet att den totala mängd magnesium som absorberats motsvaras av sammanlagda magnesiumutsöndringen via urin och mjölk $((\text{Mg i urin} + \text{Mg i mjölk})/\text{Mg-intag})$. Magnesiumutsöndring via mjölken beräknades genom antagandet att korna utsöndrade 0,12 g Mg/kg mjölk, uppgifter om kornas mjölkproduktion erhöles av lantbrukaren. Den genomsnittliga absorptionen av magnesium för samtliga kor i studien beräknades till 17 %, med variation mellan 10 och 23 %, se figur 3. Magnesiumintaget sågs inte påverka magnesiumabsorptionen

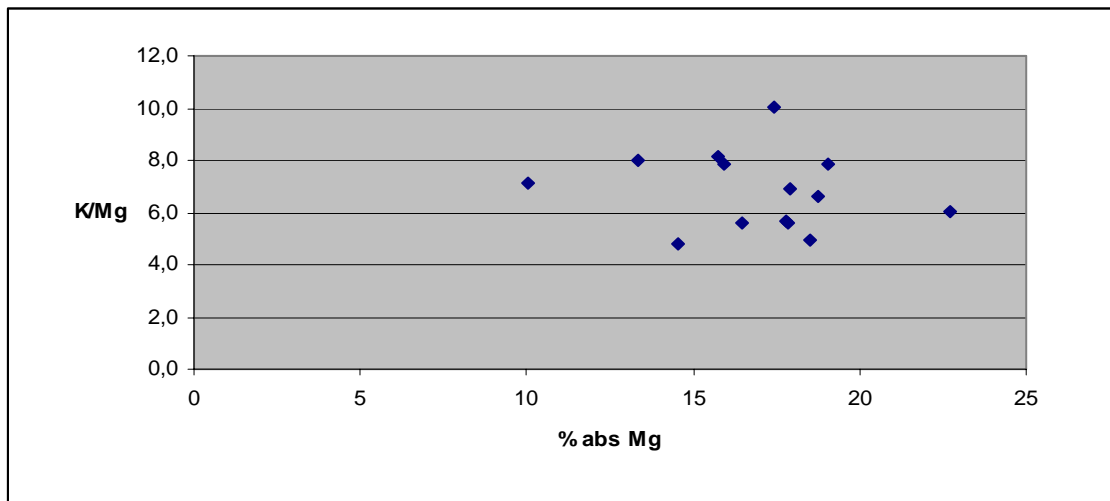
En svag effekt av den beräknade absorptionen kunde ses på utsöndringen av magnesium via urinen ($R^2 = 0,523$). I figur 3 ser man att besättning 8 uppvisar högst beräknad absorption av magnesium och har också högst medelutsöndring av magnesium via urinen. Den besättningen med lägst beräknad absorption (besättning 7) har en låg magnesiumutsöndring via urinen.



Figur 3. Figuren visar magnesium utsöndrat i urinen (g/dag) och beräknad absorption av magnesium i procent för varje besättning.

För att få en uppfattning om totalfoderstatens kaliumnivå i förhållande till magnesiuminnehållet, beräknades kvoten mellan kalium och magnesium (K/Mg). Kaliumkoncentrationen i foderstaterna var i genomsnitt 16,5 g K/kg ts. Besättningarnas medelkvoter varierade mellan 4,8 och 10,0, med ett totalt medelvärde på 6,8 och kvotmedelvärdet för varje besättning verkade inte påverka den beräknade magnesiumabsorptionen (figur 4).

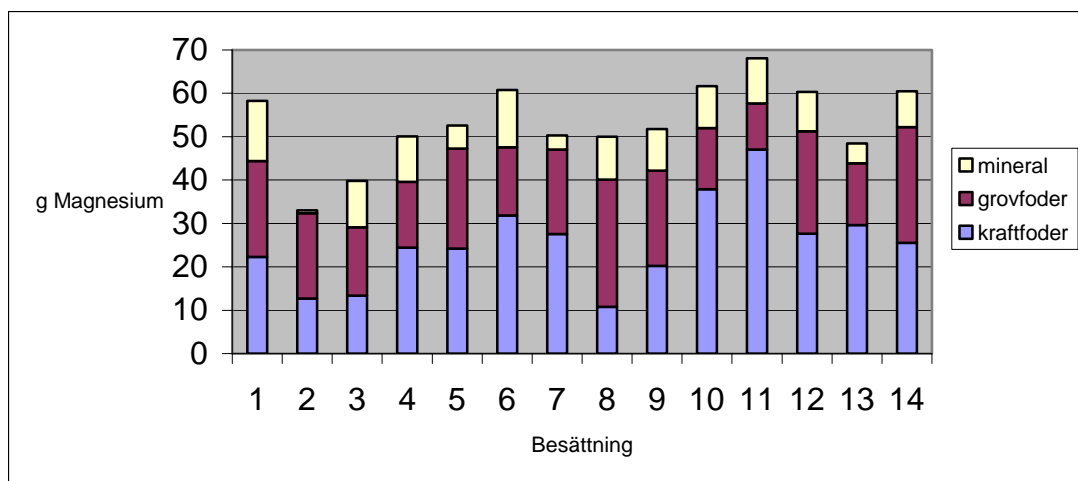
K/Mg-kvoten hade en svag inverkan på urinutsöndringen av magnesium ($R^2 = 0,536$) och man såg att besättningarna med en K/Mg-kvot under 6,8 hade högre magnesiumutsöndring i urinen, medan besättningarna med en högre K/Mg-kvot uppvisade en lägre magnesiumutsöndring. Ingen liknande effekt kunde ses på den beräknade absorptionen vid samma uppdelning av besättningarna.



Figur 4. I figuren visas korrelationen mellan K/Mg-kvoten i foderstaten och den beräknade magnesiumabsorptionen för samtliga 14 besättningar.

Andelen magnesium från olika fodermedel

Hur stor andel av det dagliga magnesiumintaget som kommer från grovfodret, kraftfodret och minneralfodret för varje gård visas i figur 5. Hos konventionella besättningar kommer i genomsnitt störst andel av det dagliga magnesiumintaget från kraftfodret. Ungefär hälften (49 %) av magnesiumet kommer från kraftfodret och drygt 33 % bidrar grovfodret med. Hos de KRAV-anslutna besättningarna i studien var det tvärtom, ca hälften av magnesiumet (52 %) kom från grovfodret och en tredjedel från kraftfodret. Kraftfoderandelens magnesium kom främst från inköpt koncentrat eller färdigfoder, i genomsnitt 60 %. Av det totala magnesiumintaget kom 30 % från köpekoncentrat, med spridning mellan 7 och 57 %, där kor i besättningar med hög kraftfoderandel i foderstaten får ungefär hälften av sitt dagliga magnesiumintag från koncentratet. De flesta koncentraterna innehåller mellan 4-5 g Mg/kg ts och magnesiuminnehållet i spannmålskross ligger runt 1,3 g/kg ts. Krossblandningarna på gårdarna utgjordes av korn, havre, rågvete och vete i olika kombinationer och andelar, där korn förekom i nästan alla blandningar. I några krossblandningar ingick även åkerböna och/eller ärter, som har ungefär samma magnesiuminnehåll som spannmål. Det förelåg inte någon större skillnad i magnesiuminnehåll för olika krossblandningar. En gård utfodrade med rapskaka, med ett magnesiuminnehåll på 4,4 g Mg/kg ts. Någon direkt koppling mellan typ av krossblandning och magnesiumintaget kunde inte ses.



Figur 5. Figuren visar hur stor andelen av det genomsnittliga dagliga magnesiumintaget som kommer från kraftfodret, grovfodret samt mineralfodret för varje besättning. Besättning 1, 2, 3 och 8 är KRAV-besättningar. I besättning 2 fick korna så lite magnesium från mineralfodret att det inte kan ses i figuren.

Magnesiumvärdet i grovfodret varierade mellan gårdarna, från 1,3 till 2,9 g Mg/kg ts. De flesta av gårdarna som hade låga magnesiumvärden i grovfodret gav mineralfoder med extra magnesium. Grovfoderanalyserna för KRAV-gårdarna speglade magnesiumutsöndring i urinen. De två gårdarna som hade hög magnesiumutsöndring hade magnesiumvärden på 2,2 och 2,4 g Mg/kg ts jämfört med 1,4 och 1,6 för de två som hade både lägre intag och utsöndring av magnesium. Medelvärdet för samtliga gårdars ensilage var 1,9 g Mg/kg ts och 1,6 g Mg/kg ts för hö (fyra av gårdarna). Magnesiumvärdet i ensilage på gårdarna var i genomsnitt 2,0 g Mg/kg ts i Skaraborg och 1,8 g Mg/kg ts för gårdar i Uppland. Motsvarande värden för kalium var 25,0 g K/kg ts respektive 26,5 g K/kg ts ensilage och för samtliga gårdar var kaliummedelvärdet 25,7 g K/kg ts i ensilage och 22,1 g K/kg ts i hö.

Kvoten mellan kalium- och magnesiuminnehållet i ensilaget var för samtliga gårdar i snitt 14,5 med variation mellan 8,5 och 20,9. Hos KRAV-besättningarna sågs ett samband mellan K/Mg-kvoten och den beräknade absorptionen av magnesium, där de besättningarna med låg kvot uppvisade en högre absorption. Samma effekt kunde inte ses för konventionella besättningar.

Andelen magnesium från mineralfodret skiljde inte märkbart mellan de konventionella besättningarna och KRAV-besättningarna. I studien fick korna i genomsnitt 16 % av sitt dagliga magnesiumintag från mineralfodret, med stor variation mellan besättningarna, från 2 till 27 %, se figur 5. Besättningen med endast 2 % av det dagliga magnesiumintaget från mineralfodret utfodrade med ett mineralfoder innehållande 2,25 % magnesium, vilket är lågt jämfört med övriga mineralfoder i studien som höll ett magnesiuminnehåll på minst 9 %.

Magnesium från kommersiella fodermedel, dvs. koncentrat, färdigfoder och mineralfoder, utgjorde i genomsnitt 46 % av det dagliga magnesiumintaget för besättningarna i studien, högre andel hos besättningar där totalfoderstaten innehöll stor andel kraftfoder. Andelen magnesium från kommersiella fodermedel hade ingen påverkan på magnesiumutsöndring i urinen.

Stärkelseintag

Medelintaget av stärkelse varierade mellan besättningar och följde till stor del kraftfoderintaget, som är den stärkelsesrika foderkomponenten i foderstaten. Stärkelseintaget varierade mellan 145 och 243 g/kg ts, med ett medelvärde på 182 g stärkelse/kg ts. Besättningen med högst stärkelseintag var en KRAV-besättning, det ekologiska koncentratet hade högre stärkelseinnehåll jämfört med motsvarande konventionellt koncentrat. Studiens resultat visade inte på att högt stärkelseintag skulle ha någon påverkan på den beräknad absorption av magnesium. Högt stärkelseintag kunde inte heller avspeglas i högre urinutsöndring av magnesium.

Laktationsstadium och avkastningsnivå

Resultaten tyder inte på att laktationsstadium inverkar på magnesiumutsöndringen i urinen. Medelavkastningen för samtliga kor i studien var 28,5 kg mjölk/dag och mjölkavkastningen sågs inte heller ha märkbar effekt på magnesiumutsöndring i urinen.

DISKUSSION

Studien visar att mjölkkor i genomsnitt får 30 % av sitt totala dagliga magnesiumintag från koncentrat eller färdigfoder, 16 % från mineralfodret, grovfodret står för 37 % och spannmålen utgör omkring 17 %. Totalt utgjorde kommersiella fodermedel (koncentrat, färdigfoder och mineralfoder) 46 % av mjölkkons dagliga magnesiumintag. Mestadels sker magnesiumtillsatsen i kommersiella fodermedel i form av magnesiumoxid, i vilken magnesium är mer lättillgängligt och dess absorptionskoefficient är betydligt högre än den för naturliga fodermedel, 30-50 % mot 16 %. En högre absorptionskoefficient leder till att kon tar upp mer magnesium eftersom större andel finns i tillgänglig form, vilket gör att mer magnesium kommer kon tillgodo om hon får det via koncentratet eller mineralfodret, jämfört med samma mängd magnesium från grovfodret. Innehållet av magnesium kan dessutom hållas på en jämnare nivå i tillverkade fodervaror jämfört med värdet i egenproducerande foder, främst grovfodret, som påverkas av markens egenskaper och gödslingsintensitet. Hos KRAV-gårdar är magnesiumvärdet i grovfodret av större betydelse, eftersom det utgör en större andel av foderstaten och således bidrar i högre grad till magnesiumbehovet. Enligt KRAVs regler ska mjölkkor ha fri tillgång på grovfoder och kraftfoderandelen får vara högst 40 % av det dagliga ts-intaget, men får höjas till 50 % under högst 3 månader i tidig laktation (KRAVs hemsida, 2006).

Då magnesium i kommersiella fodermedel anses mer lättillgängligt borde besättningar med hög andel magnesium från koncentrat och mineralfoder förväntas absorbera mer magnesium. I den här studien kunde ingen påverkan ses på vare sig magnesiumabsorptionen eller urinutsöndringen av magnesium vid hög andel magnesium från kommersiella fodermedel.

Foderstatens magnesiumkoncentration visade sig ha en inverkan på magnesiumutsöndringen, genom att mer magnesium utsöndrades i urinen vid en hög magnesiumkoncentration. Det totala magnesiumintaget hade också en inverkan på urinutsöndringen av magnesium, men den var något svagare. Koncentrationen av magnesium är ett bättre mått eftersom den tar hänsyn till ts-intaget, eftersom en högmjölkkande ko i regel får mer foder och därmed har ett högre magnesiumintag. Enligt rekommendationen (Spörndly, 2003) bör magnesiumkoncentrationen till mjölkkor ligga runt 2,5 g Mg/kg ts, vilket överensstämde med det totala medelvärdet för besättningarna. Mellan besättningarna varierade magnesiumkoncentrationen mellan 1,6 och 3,3 g/kg ts.

Den beräknade absorptionen för magnesium grundar sig på intag och utsöndring, och en svag påverkan av absorptionen på magnesiumutsöndringen i urinen kunde ses. Vid en högre absorption blir kons magnesiumöverskott större och utsöndras via urinen. I ett försök av Jittakhot *et al* (2004a) ökade kornas skenbara magnesiumabsorption vid högre intag av magnesium. Magnesiumintaget borde således förväntas påverka absorptionen, vilket inte sågs i denna studie. Troligtvis till viss del beroende på hur absorptionen har bestämts, i den här studien är den beräknad utifrån hur mycket av det intagna magnesiumet som utsöndras i urin och mjölk, medan man i Jittakhots studie har räknat med att den mängd av intaget magnesium som inte återfinns i träcken har absorberats.

Enligt Schonewille *et al* (2002) ger en kraftfoderrik diet högre skenbar absorption av magnesium och således borde man förvänta sig att en kraftfoderrik foderstat ger en hög beräknad absorption av magnesium. I den här studien sågs inte den effekten, besättningen med lägst andel kraftfoder hade högst beräknad absorption. I övrigt sågs inget direkt samband mellan den beräknade absorptionen och kvoten mellan kraft- och grovfoder. Hänsyn bör tas

till att absorptionen i studien är beräknad. Intressant är att den gård, som nämns ovan, hade lägst K/Mg-kvot i grovfodret. Kvoten var låg till följd av ett ensilage med höga magnesiumvärden kombinerat med låga kaliumnivåer. Det är möjligt att den låga K/Mg-kvoten inverkat positivt på absorptionen, eftersom nästan 60 % av kornas daliga magnesiumintag kom från ensilaget.

För de fyra KRAV-besättningarna sågs ett samband mellan grovfodrets K/Mg-kvot och magnesiumabsorptionen ($R^2 = 0,877$), en låg K/Mg-kvot gynnade troligen upptaget då det medförde högre absorptionskoefficient. En lathund för optimal grovfoderkvalitet från Greppa Näringen (Greppa Näringen, 2006) rekommenderar att K/Mg-kvoten bör ligga under 15, vilket sex av besättningarnas grovfoder gjorde. En hög K/Mg-kvot kan kompenseras med ett mineralfoder med extra magnesiumtillsats.

Enligt rekommendationer i fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003), bör K/Mg-kvoten i totalfoderstaten ligga runt 4-5. Hos besättningarna i studien låg kvoten för de flesta över rekommendationen, vilket tenderade att inverka på magnesiumutsöndringen. Besättningarna med en låg K/Mg-kvot hade högre utsöndring av magnesium i urinen. Detta troligen genom att en lägre kvot leder till att magnesiumet tas upp bättre, och att kaliumets negativa inverkan på upptaget inte blir lika stort. I en studie gjord av Danielsson (2005) på fullfodergårdar i Halland låg medelvärdet för K/Mg-kvoten på 5,1 med en spridning mellan 2,8 och 7,1. I den här studien låg medelvärdet något högre, 6,8 med variation mellan 4,8 och 10,0. Medelvärdena för Skaraborg och Uppland var 6,4 respektive 7,2. Då det endast grundar sig på sju besättningar i respektive område ska inte för stor vikt läggas vid kvotresultatet. Intressant är ändå att notera att en viss skillnad finns mellan K/Mg-kvoten i de olika studierna. Några större skillnader sågs inte i magnesiumintaget mellan studierna. Medelintaget av magnesium på Halländska gårdar var högre, 60 g Mg/dag, beräknat på en ko som äter 20 kg ts/dag (Danielsson, 2005), än medelintaget i den här studien som var 50 g Mg/dag. Skillnaden kan bero på att studien i Halland är gjord på fullfodergårdar och att foderblandningen grundar sig på en typ ko, men troligen är det av större betydelse att två av gårdarna i den här studien hade mycket lägre magnesiumintag än övriga.

Intag och utsöndring av magnesium varierade mellan besättningar, där variationen i intaget bland annat beror på olika utfodringsnivåer och intensiteter samt på att magnesiumvärdena i grovfodret skiftade. Det är dock intressant att jämföra besättningar som ligger lika i magnesiumintag men skiljer sig märkbart åt i utsöndring. Två av besättningarna låg på ett intag runt 50 g Mg/dag, men med en genomsnittlig magnesiumutsöndring i urin på 2,7 respektive 8,2 g Mg/dag. Skillnaden är lite förvånande då besättningen med den lägre utsöndringen får en högre andel magnesium från köpta fodermedel jämfört med den andra. Teoretiskt sett borde det ge ett högre magnesiumupptag, då magnesium från koncentrat och mineralfoder är lättillgängligare. En aspekt att beakta är att magnesiumkoncentrationen i foderstaten skiljer sig åt, genom att besättningen med den högre magnesiumutsöndringen i urinen hade högre magnesiumkoncentration, 2,6 mot 2,1 g Mg/kg ts.

En annan tänkbar förklaring till skillnaderna är att magnesiumvärdet i ensilaget var betydligt högre hos besättningen med högre utsöndring, 2,4 mot 1,4 g Mg/kg ts. Kaliumnivån var ungefär lika mellan de två grovfodren och det ger en nästan dubbelt så stor K/Mg-kvot hos besättningen med lägre utsöndring. Man skulle kunna tänka sig att den lägre kvoten gynnar magnesiumupptaget från ensilaget och att en större andel av magnesiumet i grovfodret tas upp. Troligen förklarar en kombination av både magnesiumkoncentrationen och K/Mg-kvoten skillnaden i magnesiumutsöndring via urinen trots lika magnesiumintag.

Tre av besättningarna i studien hade en magnesiumutsöndring under 3 g/dag i urinen. Litteraturen visar på att kor i magnesiumbalans utsöndrar kring 2,5 g Mg/dag (Martens & Schweigel, 2000), vilket skulle betyda att dessa kor ligger i balans. Men sett på individnivå var det flera av urinprovskorna som utsöndrade mindre än 2,5 g Mg och dessa kor kan således ligga i riskzonen för magnesiumbrist. Ingen av lantbrukarna nämnde något om att de skulle ha haft problem med kramper vid tiden kring besöket. På två av gårdarna hade korna ett lågt magnesiumintag, 33 respektive 40 g/dag, beroende på låg andel kraftfoder (KRAV-anslutna) och att grovfodret hade låga magnesiumvärden. Den ena gården gav små mängder av ett mineralfoder med låg magnesiumhalt (2,25 %) och den andra gav ett som var magnesiumberikat. Rutinerna för mineralutfodringen var skiftande för besättningen med det magnesiumberikade mineralfodret. Antagligen får inte korna den mängd magnesium från mineralfodret som vi har räknat med vilket skulle vara en förklaring till den låga magnesiumutsöndringen. Hos den andra besättningen får korna endast 2 % av det dagliga intaget av magnesium från mineralfodret och korna måste därför få det mesta av sitt magnesium från kraft- och grovfoder. Den tredje besättningen med en genomsnittlig utsöndring under 3 g Mg/dag, gav fri tillgång på mineralfoder vilket skulle kunna vara en förklaring. Alla kor kanske inte äter så mycket mineralfoder som man räknar med. Men även om man räknar bort den mängd magnesium som korna i denna besättning får från mineralfodret så sker ingen märkbar minskning av magnesiumintaget, det minskar från 50 till 47 g Mg/dag. Grovfodrets låga magnesiuminnehåll borde här ha mindre betydelse eftersom kraftfodret bidrar med mest magnesium. Förklaringen till den låga utsöndringen kan ligga i att samtliga urinprovskor på gården hade en låg mjölkavkastning och därmed kanske inte har den konsumtionsförmågan av grovfoder, som vi har räknat med. Det skulle ge ett lägre magnesiumintag och förklara varför utsöndringen är låg. Foderstatens magnesiumkoncentration i dessa besättningar låg under eller lågt enligt rekommendationen (1,6; 2,0 och 2,1 g Mg/kg ts), vilket också kan ha bidragit till den låga magnesiumutsöndringen i urinen.

Magnesiumintaget för korna i studien baserar sig på utfodringsuppgifter från lantbrukaren. Följer man vad lantbrukaren räknar med att djuren äter, ska vissa kor konsumera stora mängder foder, upp till 28 kg ts/dag. Många av korna klarar troligen inte det, utan har en lägre foderkonsumtion och därmed blir deras magnesiumintag lägre. Detta kan möjligen medföra att magnesiumintaget för några av besättningarna i själva verket är något lägre än vad vi har räknat med. På vissa gårdar uppstod kraftig skumbildning då urinen blandades med saltsyra, vilket kan ha påverkat koncentrationen av magnesium i provet och därmed resultatet av urinalysen.

I den här studien kunde man inte se att den beräknade absorptionen av magnesium påverkades av stärkelseintaget. Den studien som visade på en positiv stärkelseeffekt var gjort på getter och därigenom kanske inte samma effekt gäller för mjölkkor.

Det genomsnittliga magnesiumintaget och således magnesiumutsöndringen, var lite högre för besättningarna i Skaraborg än för de i Uppland. Skillnaden är troligtvis helt slumpmässig, men kan till viss del bero på att det var fler uppbundna besättningar i Skaraborg och färre KRAV-anslutna. Man kan anta att tilldelningen av mineralfoder är mer individuell till uppbundna kor än kor i lösdrift. I uppbundet system tilldelas varje ko en bestämd giva i det foder hon har framför sig, medan mineraltilldelningen i lösdriftssystem är gruppbaserad. Av studiens fem uppbundna besättningar låg fyra i Skaraborg. Tre av besättningarna i studien hade fri tillgång på mineraler och alla tre låg Uppland, två av dessa besättningar hade en låg magnesiumutsöndring i urinen. Dessutom innehöll grovfodret en högre magnesiumhalt i

Skaraborg jämfört med Uppland, denna skillnad tros dock inte ha någon större betydelse för intaget och utsöndringen av magnesium eftersom den var marginell. Nämnas bör också att flera gårdar i Skaraborg gav mineralfoder med extra magnesium just för att de hade haft problem med magnesiumbrist. En annan intressant iakttagelse är att fler besättningar i Skaraborg än i Uppland hade mineralanalyser på sitt grovfoder, vilket troligen har lett till att mineralfodret anpassats efter grovfodrets innehåll av bland annat magnesium.

Bland de besättningarna med högt genomsnittligt magnesiumintag var tre av fem uppbundna system. Totalt hade de fem uppbundna besättningarna något högre intag och utsöndring av magnesium jämfört med lösdriftsbesättningarna. Skillnaden förklaras främst av att medelavkastningen för de uppbundna korna var lite högre, vilket medför större foderintag och därmed högre magnesiumintag, än att korna stod uppbundna.

Kor i tidig laktation hade i denna studie inte märkbart högre magnesiumutsöndring. Slutsatsen grundar sig på uppgifter om antal dagar i laktation från 40 av urinprovskorna, ur fem av besättningarna, för ett tillförlitligare resultat borde fler kor ha ingått. Sett till samtliga urinprovskor i studien hade mjölkavkastningen inte någon större påverkan på magnesiumutsöndringen i urinen. Däremot kunde man se att besättningar med låg genomsnittlig urinutsöndring av magnesium hade lägre medelavkastning, vilket troligtvis beror på att kor med lägre produktion får mindre kraftfoder och därmed lägre magnesiumintag.

En intressant tanke är att se hur mycket magnesium korna får i sig per dag exklusive mineralfodret. I vissa besättningar, främst där man utfodrar höga kraftfodergivor, är inte extra magnesium från mineralfoder nödvändigt. Schonewille *et al* (2002) påstod genom ett räkneexempel att mjölkkor på kraftfoderrik diet inte måste ha extra magnesium tillsatt till fodret. Rekommendationen är dock att se till att magnesiumbehovet täcks ordentligt, då det är bättre att ligga i överkant än att riskera de negativa följderna av otillräckligt magnesiumintag.

Den här studien koncentrerades främst på variationen mellan besättningar, eftersom kor inom besättning utfodras med samma fodermedel medan man mellan besättningar kan jämföra om variationen beror på att fodermedlen skiljer sig åt. I studien ingick 14 mjölkbesättningar och resultaten grundar sig på uppgifter från dem, därför ska denna studie mer ge en uppfattning om hur magnesiumutfodringen ser ut än ses som något allmängiltigt.

Främsta magnesiumkällan i mineralfodren i studien är magnesiumoxid, någon sort innehöll även magnesiumfosfat. Det vore önskvärt att kunna jämföra mineralfoder innehållande enbart magnesiumoxid med mineralfoder som även använder magnesiumfosfat som magnesiumkälla, med tanke på magnesiumfosfatets jämnare kvalitet och högre löslighet. Materialet i den här studien var dock för litet för att en sådan jämförelse skulle kunna göras.

SLUTSATSER

Utifrån studiens 14 mjölkbesättningar drogs följande slutsatser:

- De allra flesta mjölkbesättningar utsöndrade en sådan mängd magnesium att risk för brist nästan helt kan uteslutas.
- Magnesiumutsöndringen i urinen varierade både mellan och inom besättning.
- Besättningar med en lägre K/Mg-kvot i totalfoderstaten hade något högre urinutsöndring av magnesium.
- Medelintaget av magnesium varierade mellan 30-70 g/ko och dag.
- Nästan hälften av mjölkbesättningarnas magnesiumintag utgjordes av magnesium från kommersiella fodermedel.
- Relativt lite magnesium kom från mineralfodret, i genomsnitt 16 % av det totala magnesiumintaget.

SAMMANFATTNING

Magnesium är ett livsnödvändigt mineral och är viktig för flera fysiologiska och biologiska processer. Magnesiumbrist associeras främst med beteskramp, men kan även drabba kor på stall. Det är sedan länge känt att kalium har en negativ inverkan på magnesiumupptaget och eftersom att kaliumgödslingen av vallfoder ökat är det intressant att se hur det påverkar kornas magnesiumförsörjning. Då det finns få studier om hur magnesiumutfodringen ser ut i svenska mjölkobesättningar var målsättningen med denna studie att kartlägga hur mycket och från vilka fodermedelskällor som dagens mjölkkor får sitt magnesium.

Materialet som legat till grund för studiens resultat inhämtades på 14 mjölkogårdar, varav sju låg i norra Uppland och sju i Skaraborg. Fyra av de 14 besättningarna var anslutna till KRAV. Vid gårdsbesöken samlades uppgifter om kornas utfodring och mjölkproduktion in. Urinprov togs från ca 10 % av korna i besättningen. Ett överskott av absorberat magnesium utsöndras nästan uteslutande i urinen varvid urinprov analyserade på magnesiuminnehåll därför ger en bra indikation på korns magnesiumstatus. Utifrån utfodringsuppgifterna från lantbrukarna beräknades, för urinprovskorna, foderstater med avseende på magnesium- och kaliuminnehåll.

Beräknat magnesiumintag jämfördes med respektive kors magnesiumutsöndring i urinen. Medelintaget av magnesium var 50 g/dag, med variation mellan 30 och 70 g/dag och medelutsöndringen av magnesium i urinen uppgick till 5,8 g/dag, med spridning från 2,2 till 8,2 g/dag. Variationen mellan besättningar förklarades bland annat av skillnader i magnesiumintag och magnesiumkoncentrationen i foderstaten, vidare inverkade även kaliumnivån på magnesiumabsorptionen.

Den beräknade medelabsorptionen av magnesium, beräknad efter antagandet att allt absorberat magnesium utsöndras i mjölk och urin, var 17 %, vilket inte skiljer sig från litteraturen där man räknar med en absorptionskoefficient på 16 % för en blandfoderstat. Totalfoderstatens K/Mg-kvot bör enligt rekommendationen ligga mellan 4-5, här låg den genomsnittliga kvoten på 6,8. En låg K/Mg-kvot gav en högre magnesiumutsöndring. För de fyra KRAV-besättningarna såg man ett starkt samband mellan grovfodrets K/Mg-kvot och magnesiumabsorptionen, en låg K/Mg-kvot gav högre absorptionskoefficient. Resultatet tyder på att mycket kalium i förhållande till magnesium påverkar magnesiumupptaget negativt.

I genomsnitt fick korna ungefär 47 % av sitt dagliga magnesiumintag från kraftfodret, 37 % från grovfodret och 16 % från mineralfodret. Av kraftfoderdelen kom mer än 60 % av magnesiumet från koncentratet och totalt kom i genomsnitt 46 % av det dagliga magnesiumintaget från kommersiella fodermedel (koncentrat/färdigfoder + mineralfoder).

TACK

Vi vill passa på att tacka alla personer som på ett eller annat sätt bidragit till detta examensarbete. Stort tack till Lantmännen och Kemira GrowHow för ekonomiskt stöd till att genomföra arbetet. Vi vill också tacka alla lantbrukare som ställt upp och bidragit med information så att denna studie blev möjlig! Till sist men inte minst vill vi även tacka vår handledare Kjell Holtenius för all hjälp!

LITTERATURFÖRTECKNING

Adam, C.L., Hemingway, R.G. & Ritchie, N.S. 1996. Influence of manufacturing conditions on the bioavailability of magnesium in calcined magnesites measured in vivo and in vitro. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 127:377-385.

Dalley, D.E., Isherwood, P., Sykes, A.R., & Robson, A.B. 1997. Effect of in vitro manipulation of pH on magnesium solubility in ruminal and caecal digesta in sheep. *Journal of Agricultural Science* 129:107-111.

Danielsson, H. 2005. Mineralämnen i fullfoder – en studie på 20 mjölkko­gårdar i Halland. Examensarbete 209. Inst. för Husdjurens utfodring och vård. SLU. Uppsala.

Greppa näringen,
http://www.greppa.nu/download/18.6835fbfae7db96f77fff538/C3.Lathund_15A. 2006-03-09.

Hemingway, R.G. 1985. The evaluation of magnesium phosphates and oxides as supplement for ruminants. *Boliden Kemi Conference on Magnesium for Ruminants* November 12-14 1985. Helsingborg: Boliden Kemi 6:1-6:11

Hemingway, R.G., Parker, E.R., Parkins, J.J., Fishwick, G. & Ritchie, N.S. 1998. Bioavailability assessments of granular calcined magnesites derived from magnesite rocks and of magnesium hydroxide powder in sheep. *Journal of Agricultural Science* 131:229-235.

Jittakhot, S., Schonwille, J.T., Wouterse, H., Focker, E.J., Yuangklang, C., Beynen, A.C. 2004a. Effect of high magnesium intake on apparent magnesium absorption in lactating cows. *Animal Feed Science and Technology* 113:53-60.

Jittakhot, S., Schonwille, J.T., Wouterse, H., Uijtewaal, A.W.J., Yuangklang, C., Beynen, A.C. 2004b. Increasing magnesium intakes in relation to magnesium absorption in dry cows. *Journal of Dairy Research* 71:297-303.

Jittakhot, S., Schonwille, J.T., Wouterse, H., Yuangklang, C., Beynen, A.C. 2004c. Apparent magnesium absorption in dry cows fed at 3 levels of potassium and 2 levels of magnesium intake. *Journal of Dairy Science* 87:379-385.

Johan Hansson, 2005. Produktblad. AB Johan Hansson, Uppsala.

KRAVs hemsida, www.krav.se. KRAV ek för., KRAVs regler 5.3.10 och 5.3.11. 2006-04-06

Kvarnbyfoder, 2005. Produktblad Pellvimin 0,8 och Pellvimin 2,1 Extra. AB Kvarnbyfoder, Staffanstorp.

Lactamin, 2005. Produktblad Effekt. Svenska Lantmännen ek. för., Lidköping.

Lantmännen, 2004. Produktblad Unik 32, 52 och Suverän. Svenska Lantmännen ek. för., Lidköping.

- Martens, H. & Schweigel, M. 2000. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias, implications for clinical management. *Veterinary clinics of North America: food animal practice* 16:2.
- Martens, H. & Schweigel, M. 2003. Influence of potassium on Mg- and Ca-metabolism in cows: effects and side effects of scientific research. *Schweiz Arch Tierheilkd.* Dec 145(12): 577-583.
- McDonald P., Edwards R.A., Greengage J.F.D. & Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*. Sixth edition. Prentice Hall. United Kingdom.
- Microsoft Excel 5.1. Microsoft Corporation. 2002. USA
- National Research Council (NRC), 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, Seventh Revised Edition. National Academic Press, Washington D.C.
- Schonewille, J.T., Wouterse, H. & Beynen, A.C. 2002. The effect of iso-energetic replacement of artificially dried grass by pelleted concentrate on apparent magnesium absorption in dry cows. *Livestock Production Science* 76:59-69.
- Schonewille, J.T., Ram, L., van't Klooster, A.T., Wouterse, H. & Beynen, A.C. 1997. Native corn starch versus either cellulose or Glucose in the diet and the effects on apparent magnesium absorption in goats. *Journal of Dairy Science* 80:1738-1743.
- Spörndly, R. 2003. *Fodermedelstabeller för idisslare*. SLU, institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 257. Uppsala.
- Stanbio Magnesium LiquiColor procedure no. 0130. Stanbio Laboratory, LP. 1261 North Main Street. Boerne, Texas.
- Svenska Foder, 2002. *Produktblad*. Svenska Foder AB, Lidköping.
- Teknosan, 2005. *Produktblad Jermin normal*. Spannex AB, Vänersborg.
- Upton, E. 2005. *Personligt meddelande*. Kemira GrowHow AB, Helsingborg.
- Valadares, R.F.D., Broderick, G.A., Valadares Filho, S.C. & Clayton, M.K. 1999. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science* 82:2686-2696.
- Weiss, W.P. 2004. Macromineral digestion by lactating dairy cows: factors affecting digestibility of magnesium. *Journal of Dairy Science* 87:2167-2171.

Nr	Titel och författare	År
214	Avvänjningsrutiner för kalvar som får stora mjölkgivor Weaning routines for calves fed high levels of milk Sara Furestig	2005
215	Whole crop barley and wheat harvested at three stages of maturity at two sites as baled and chopped silage Influence on crop yield, chemical composition, fermentation pattern and losses with and without use of different silage additives in bales and silos Sayed Shetia	2005
216	Sensorisk stimulering under pågående mjölkning Påverkan på mjölkproduktion, mjölksammansättning, frisättning av oxytocin och kortisol samt kornas beteende Sensory stimulation during milking Effects on milk production, milk composition, oxytocin, cortisol and behaviour in dairy cows Dorotea Pedersen	2005
217	Ensiling experiment in bagged silage with 3 silage additives Ensileringsförsök i slang med 3 olika ensileringsmedel Cecilia Lundmark	2005
218	Erfarenheter av utfodring med färsk vetedrank till grisar Practical experiences of using wet-wheat distillers grains in diet for pigs Anna Ericsson	2005
219	Inhysning av struts Ostrich housing Ida Bergdahl	2005
220	A study of Village Milking Centre in China Maja-Lena Främling	2005
221	Ekologiskt uppfödda kycklingar – en jämförelse mellan två olika foder Organic rearing of broilers – a comparison between two feeds Åsa Lagerstedt	2006
222	Påverkas hästars intresse för människan av sociala och skötsel-mässiga aktiviteter? Does social activity and management routines affect the horses interest for humans? Lotta Sundqvist	2006
223	Fodersammansättningens betydelse för tillväxt hos häst Effects of diet composition on growth in foals Petra Forsmark	2006
224	Variation i växande halvblodshingstars viktökning och närings-utnyttjande Rose-Mari Åkerström	2006

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) samt större enskilda arbeten (10-20 poäng) 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.

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