

Over het ontstaan en de preventie van hypomagnesemie bij rundvee

Origin and prevention of hypomagnesaemia in cattle

door A. KEMP¹⁾

Uit het Instituut voor Biologisch- en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen.

Inleiding.

Ruim dertig jaar geleden heeft professor S j o l l e m a (1931) er reeds op gewezen, dat de magnesium- en ook de calciumgehalten van het bloed van melkkoeien laag kunnen zijn en dat vooral het lage magnesiumgehalte samengaat met het optreden van ziekteverschijnselen, waaraan in ons land de naam kopziekte werd verbonden. Bij het ontstaan van deze stofwisselingsziekte onderscheidde professor S j o l l e m a in zijn latere publikaties twee stadia, t.w.:

- a. Een labiele toestand van het dier waarbij de serummagnesiumgehalten, welke normaal op een niveau van ongeveer 2,5 mg/100 ml worden gedacht, tot lage waarden zijn gedaald en waarbij zich (nog) geen duidelijke klinische verschijnselen voordoen (hypomagnesemie).
- b. Een manifeste toestand waarbij de ziekteverschijnselen in meer of minder hevige vorm optreden (hypomagnesemische tetanie = kopziekte).

Uit de resultaten van diverse onderzoeken is duidelijk geworden, dat het eerste stadium (hypomagnesemie) steeds aan het tweede stadium (kopziekte) vooraf gaat, doch eveneens is gebleken dat een optredende hypomagnesemie niet altijd gevolgd wordt door een kopziekte-aanval.

Aan de hand van gegevens van beweidingsproeven, K e m p (1958, 1960), welke in het raam van het „kopziekteonderzoek” werden uitgevoerd, wordt dit in tabel I geïllustreerd.

Bij enkele dieren van groep A op de kopziektegevoelige weiden dalen de serummagnesiumgehalten reeds in twee dagen naar een gevaarlijk niveau, terwijl bij twee andere deze waarden aanvankelijk nog op een normaal niveau blijven. Op 1 mei echter vertonen 4 dieren verschijnselen van kopziekte, waarvan enkele in zeer ernstige mate, terwijl de serummagnesiumgehalten van de 4 resterende dieren op 3 mei ook zeer laag zijn.

Gezien het verloop van de magnesiumgehalten op stal mag aangenomen worden, dat de opvallende daling van de serummagnesiumgehalten eerst op 23 april, na het in de weide gaan dus, een aanvang heeft genomen. Deze daling kan, zoals blijkt, zeer snel zijn en treedt niet alleen bij de 4 patiënten op, doch bij alle dieren uit deze groep. Dit in tegenstelling tot het verloop der serummagnesiumgehalten bij de, qua leeftijd en melkproductie, overeenkomstige melkkoeien in groep B.

De dalingen van de serummagnesiumgehalten in deze groep, welke tegelijkertijd weidde op „niet-kopziektegevoelige” weiden, zijn slechts gering en geen der dieren vertoonde verschijnselen van kopziekte.

¹⁾ Wetenschappelijk medewerker aan het I.B.S., Wageningen.

Tabel 1.

Verloop van de magnesiumgehalten van het bloedserum (mg/100 ml) bij 16 melkkoeien gedurende de overgang van de stal naar de weide.

Groep A						Groep B				
Koe nr.	Stal		Op 23/4 naar „kopziekte-gevoelige” weiden			Koe nr.	Stal		Op 23/4 naar niet „kopziekte-gevoelige” weiden	
	9/4	18/4	25/4	1/5	3/5		9/4	18/4	25/4	3/5
1	2,3	2,4	2,2		0,5	9	2,3	2,5	2,4	2,3
2	2,3	2,5	1,1	0,5*)		10	1,9	2,5	2,0	1,5
3	2,5	2,6	1,0		0,5	11	2,4	2,7	2,2	1,9
4	2,6	2,5	2,4		0,6	12	2,8	2,7	2,4	1,9
5	2,3	2,5	1,8		0,8	13	2,4	2,5	2,4	2,3
6	2,3	2,5	1,7	0,7*)		14			2,4	2,4
7	2,1	2,5	1,6	0,4*)		15	2,6	2,6	2,4	2,5
8	2,4	2,5	1,9	0,4*)		16	2,5	2,5	2,3	1,5
Gem.	2,35	2,50	1,70	0,50	0,60	Gem.	2,40	2,55	2,30	2,05

*) Met verschijnselen van kopziekte; na behandeling door de dierenarts hersteld.

Dat deze labiele toestand met hypomagnesemie voorkomt bij alle of nageenog alle dieren van de groep waarin één of meer gevallen van kopziekte optreden, bleek eveneens uit de magnesiumgehalten van 90 melkkoeien op 23 bedrijven. Op deze bedrijven trad kopziekte op en van enkele andere dieren uit deze koppels werden dezelfde dag of de dag er na bloedmonsters genomen, waarin de magnesiumgehalten werden bepaald (tabel 2).

Tabel 2.

Frequentieverdeling van de serummagnesiumgehalten van 90 melkkoeien zonder kopziekteverschijnselen, die weidden op percelen waarop vóór deze bemonstering bij andere dieren kopziekte werd geconstateerd.

Magnesiumgehalten van het bloedserum mg/100 ml		
1,0 en lager	1,0 - 2,0	2,0 en hoger
57%	42%	1%

Niet minder dan 99% van deze melkkoeien verkeerde in een labiele toestand met serummagnesiumgehalten lager dan 2,0 mg/100 ml. Slechts 1% vertoonde een normaal magnesiumgehalte. Wanneer men in verband hiermee bedenkt, dat volgens de landbouwtelling van december 1961 (directie Akker- en Weidebouw van het Ministerie van Landbouw) in het jaar 1961 in Nederland 45325 kopziektegevallen zijn geteld, zijnde 2,7% van het totaal aantal melkkoeien, waarvan 7845 met dodelijke afloop, dan kan gesteld worden dat het percentage dieren met hypomagnesemie vooral in de kopziekteperioden aanzienlijk groter zal zijn geweest en wellicht op 30-50% geschat moet worden. Welke eventuele nadelige invloeden dit grote percentage hypomagnesemie buiten de schade ten gevolge van kopziekte zou kun-

nen hebben is niet zeker bekend, doch het moet voor mogelijk worden gehouden dat hypomagnesemie een ongunstige invloed heeft op de levensduur van het vee door het verband dat er bestaat tussen de magnesiumgehalten van het bloedserum en de hartwerking, (D e G r o o t, 1960).

Op grond van het voorgaande is het begrijpelijk, dat het bij het onderzoek naar het ontstaan van kopziekte in wezen gaat om de oorzaak van de hypomagnesemie te leren kennen, uitgaande van de stelling dat hypomagnesemische tetanie (= kopziekte) niet optreedt wanneer de serummagnesiumgehalten op een normaal niveau blijven. De preventie van kopziekte moet dan ook in feite gericht zijn op een preventie van de directe aanleiding tot het optreden van de kopziekte, n.l. de hypomagnesemie, welke in de gehele groep dieren onder die omstandigheden aanwezig is.

Over het ontstaan van hypomagnesemie.

Factoren als verweiding, tochtigheid, blaffende honden, koud en guur weer enz., welke wel genoemd worden als van invloed zijnde op het optreden van kopziekte, moeten waarschijnlijk gezien worden als de druppel die de emmer kan doen overlopen, waardoor een reeds aanwezige labiele toestand in een manifeste toestand kan overgaan. Of deze factoren wezenlijk van invloed kunnen zijn op een optredende hypomagnesemie is onbekend en moet wellicht voor weinig waarschijnlijk worden gehouden.

Geheel anders is het gesteld met de invloed van de voeding op het optreden van hypomagnesemie waarover vooral in de laatste jaren meer bekend is geworden.

Een oppervlakkige beschouwing van de mogelijke invloed van de hoeveelheid magnesium, die door het dier met het voedsel wordt opgenomen zou doen vermoeden dat een tekort aan voedermagnesium niet de oorzaak kan zijn van het optreden van hypomagnesemie. Immers, wanneer een melkkoe met een melkproduktie van 25 kg per dag en een droge-stofopname van 16 kg met het voeder 16 gram magnesium opneemt, dan is deze dagelijkse opname laag en zal in de praktijk, gezien het veronderstelde zeer lage magnesiumgehalte van het gras, weinig voorkomen. Met de melk wordt $25 \times 0.12 \text{ g Mg} = 3 \text{ gram magnesium}$ per dag afgescheiden, zodat ruim $5 \times$ zoveel met het voeder wordt opgenomen als met de melk wordt afgegeven. Onderzoekingen van de laatste jaren hebben echter aangetoond, dat deze beschouwing te optimistisch is en dat de hoeveelheid magnesium die door het dier met het voeder wordt opgenomen en benut kan worden van doorslaggevende betekenis is voor het al of niet optreden van hypomagnesemie. Vanaf 1958 werden door het Instituut voor Biologisch- en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen in Wageningen bij 84 koeien door middel van balansproeven gegevens verzameld betreffende de dagelijkse opname van magnesium en andere minerale bestanddelen met voeder en drinkwater, de uitscheiding in de faeces en in de urine en de afscheiding in de melk. De gegevens van 39 melkkoeien, waarvan er 35 werden gevoederd met vers gemaaid gras en 4 met wintervoer, werden tot nu toe wat het magnesium betreft, uitvoerig bewerkt. Deze proeven werden uitgevoerd in samenwerking met de afdeling Fysiologie der Dieren van de Landbouwhogeschool. Voor een uitvoerige beschrijving van de proeven, alsmede van de resultaten, wordt verwezen naar de betreffende publikaties, K e m p c.s. (1960, 1961). Tabel 3 geeft in gemiddelde waarden, met vermelding van de hoogste en de laagste, een overzicht van de voornaamste gegevens.

Tabel 3.

Gegevens betreffende de magnesiumopname in voeder plus drinkwater, de uitscheiding in mest, melk en urine en de balans in g/dag bij 35, met vers gras gevoederde, melkkoeien en bij 4 melkkoeien op een winterrantsoen.

	Weidegras gemiddeld	hoogste	laagste
Magnesiumopname	16.62	22.43	10.33
Uitgescheiden in faeces	13.84 (83%)	18.73	8.79
Uitgescheiden in urine	1.54	3.59	0.40
Afgescheiden in melk	1.82	2.58	0.62
Balans	— 0.57	0.97	— 1.36
Benuttingspercentage	17%	33%	7%

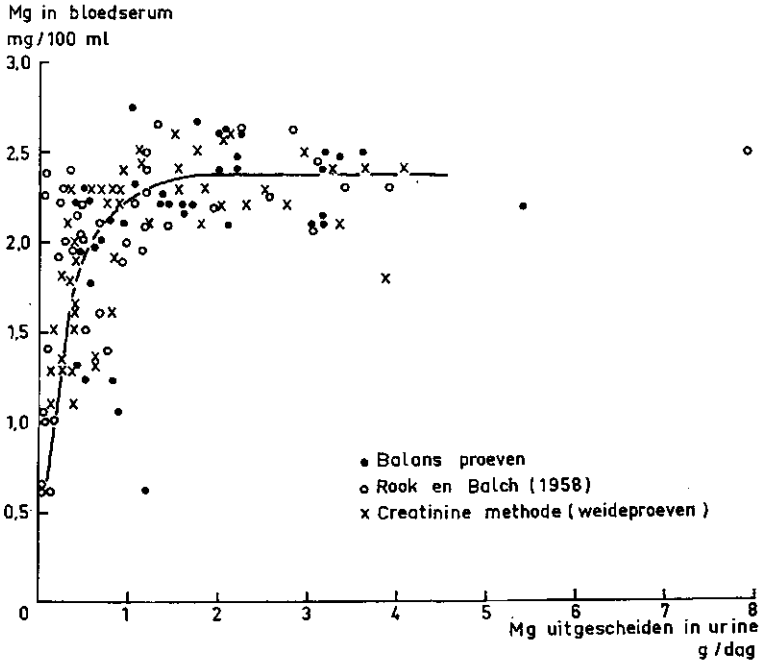
	Winterrantsoen gemiddeld	hoogste	laagste
Magnesiumopname	33.08	34.13	32.78
Uitgescheiden in faeces	26.62 (80%)	27.86	25.88
Uitgescheiden in urine	3.75	5.39	2.22
Afgescheiden in melk	2.07	2.59	1.82
Balans	0.64	1.48	— 0.94
Benuttingspercentage	20%	23%	18%

De hoeveelheid per dag opgenomen magnesium in voeder plus drinkwater variëren van 10 tot 34 gram en zijn bij de hier beschouwde winterrantsoenen duidelijk hoger dan bij de grasrantsoenen. Van deze hoeveelheid voedermagnesium wordt gemiddeld niet minder dan 83% met de faeces uitgescheiden, zodat het gemiddelde benuttingspercentage 17 bedraagt met een variatie van 7% tot 33%. Zeer opvallend is, dat deze schijnbare benutting van het voedermagnesium gemiddeld laag is en in bepaalde gevallen zeer laag kan zijn. Hierbij moet worden vermeld, dat onderzoeken van de laatste jaren, Field (1960), in de richting wijzen dat het endogeen faecaal magnesium slechts een zeer klein deel uitmaakt van de totale hoeveelheid met de faeces uitgescheiden magnesium.

Zeer grote variaties treden op in de hoeveelheden met de urine uitgescheiden magnesium, welke bij de winterrantsoenen aanzienlijk hoger zijn dan bij de weidegrasrantsoenen. Daarentegen is de variatie in afscheiding met de melk veel kleiner en, in tegenstelling tot de urine, wordt deze variatie in sterkere mate bepaald door de hoeveelheid geproduceerde melk en in mindere mate door het gehalte. De magnesiumbalansen schommelen alle tussen - 1,36 en 1,48 gram Mg per dag. Sterk van nul afwijkende waarden komen dus in dit materiaal niet voor.

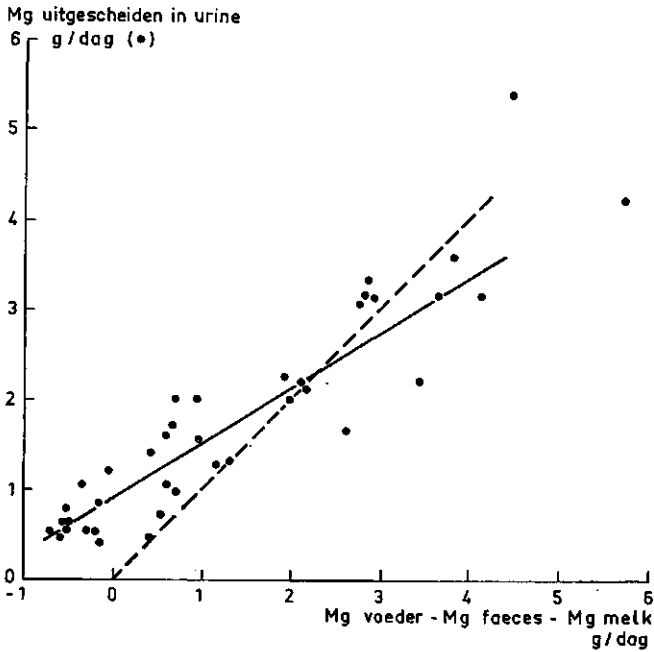
Bij de bestudering van de onderlinge samenhang tussen de verschillende gegevens laat figuur 1 zien dat er een goede correlatie is tussen de hoeveelheden met de urine uitgescheiden magnesium en de magnesiumgehalten van het bloedserum.

Indien meer dan 1 gram magnesium per dag met de urine wordt uitgescheiden, liggen alle serummagnesiumgehalten op een normaal niveau. Wordt deze hoeveelheid minder dan 1 gram, dan komen ook lagere waarden voor terwijl de laagste gehalten worden gevonden wanneer minder dan 0,5 gram Mg per dag wordt uitgescheiden.



Figuur 1.

Correlatie tussen de hoeveelheid met de urine uitgescheiden magnesium en het magnesiumgehalte van het bloedserum.



Figuur 2.

Correlatie tussen de „beschikbare” hoeveelheid voedermagnesium boven de behoefte voor de melk en de magnesiumuitscheiding in de urine.

In Engeland verzamelde gegevens, Rook en Balch (1958), laten dezelfde conclusies toe. Deze met de urine uitgescheiden hoeveelheid magnesium hangt weer nauw samen met de „beschikbare” hoeveelheid magnesium boven de behoefte voor de melk. Onder de „beschikbare” hoeveelheid magnesium wordt dat deel van het opgenomen voedermagnesium verstaan, dat niet met de faeces wordt uitgescheiden. Er is n.l. een hoge correlatie tussen Mg in voeder minus Mg in faeces („beschikbare deel”) minus Mg in melk enerzijds en de hoeveelheid magnesium die met de urine wordt uitgescheiden anderzijds (figuur 2). De correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,92 en de regressievergelijking is als volgt:

$Mg \text{ in urine} = 0,62 \times (Mg \text{ voeder} - Mg \text{ faeces} - Mg \text{ melk}) + 0,90$ (de fout van de regressiecoëfficiënt 0,62 is 0,04).

Deze hoge correlatie suggereert, dat de overmaat aan magnesium welke niet nodig is voor afscheiding in de melk, voor onderhoud en voor retentie, hoofdzakelijk wordt uitgescheiden met de urine. Naarmate de hoeveelheid „beschikbaar” magnesium boven de behoefte voor de melk kleiner wordt, gaat de uitscheiding aan magnesium met de urine dalen volgens bovenvermeld verband. Ook het positief of negatief zijn van de balans houdt hiermee verband en is eveneens uit figuur 2 af te lezen, alsmede de grootte van deze waarde. De in figuur 2 getekende onderbroken lijn (de getrokken lijn is de regressielijn) maakt een hoek van 45° met de x-as en snijdt de regressielijn bij een waarde op de x-as en op de y-as van ongeveer 2,5 gram. Op dit punt is de magnesiumbalans in evenwicht en de balans dus nul. Bij alle punten links van de onderbroken lijn gelegen is de balans negatief en bij alle punten aan de rechterzijde positief. De grootte van deze positieve of negatieve waarden wordt aangegeven door de verticale afstand van een punt in de grafiek tot de onderbroken lijn.

De kans dat negatieve balansen zullen voorkomen wordt dus groter naarmate de hoeveelheid „beschikbaar” magnesium boven de behoefte voor de melk kleiner wordt. Dat de retentie nul is bij een waarde van ongeveer 2,5 gram „beschikbaar” magnesium per dag boven de behoefte voor de melk wijst er op, dat de onderhoudsbehoefte ongeveer 2,5 gram per dag zou bedragen. Daar de afscheiding aan magnesium met de melk binnen niet al te ruime grenzen schommelt en in de hier vermelde proeven gemiddeld 0,12 gram Mg per liter bedraagt, zou de magnesiumbehoefte van een melkkoe met een melkproduktie van 25 liter per dag $2,5 + 25 \times 0,12 = 5,5$ g „beschikbaar” magnesium per dag bedragen. Bij een gemiddeld benuttingspercentage van 17% (tabel 3) moet de totale opname aan voedermagnesium dan $\frac{100}{17} \times 5,5 =$ ruim 32 g per dag bedragen ten einde in de behoefte te kunnen voorzien. Het magnesiumgehalte van het gras, bij een droge-stofopname van 16 kg, moet dan dus 0,20% zijn. Naarmate de benuttingspercentages van het voedermagnesium hoger of lager zijn, kan/moet de hoeveelheid door het dier op te nemen voedermagnesium respectievelijk kleiner of groter zijn.

Een gelijktijdige beschouwing van figuur 1 en figuur 2 leert ons dat lagere serum magnesiumgehalten alleen voorkomen, indien minder dan 1 g magnesium per dag met de urine wordt uitgescheiden (figuur 1) en dat deze lage waarden kunnen worden verwacht, indien slechts 0,5 g of minder „beschikbaar” voedermagnesium boven de behoefte voor de melk wordt opgenomen (figuur 2). Hieruit volgt tegelijkertijd, dat de hoeveelheid magnesium die met de urine wordt uitgescheiden niet alleen een belangrijke maat is ter

beoordeling van de magnesiumstatus van het dier, doch eveneens globale inlichtingen kan verschaffen omtrent de hoeveelheid „beschikbaar” voeder-magnesium die dagelijks door het dier met het voeder wordt opgenomen. In figuur 1 wordt getoond, dat het mogelijk is om b.v. van weidende koeien de hoeveelheid magnesium die met de urine wordt uitgescheiden, voldoende betrouwbaar te berekenen. Hiertoe wordt in een urinemonster het gehalte aan creatinine en aan magnesium bepaald. Uit het creatininegehalte wordt, met behulp van een aangenomen hoeveelheid door het dier uitgescheiden creatinine, die volgens De Groot en Afjes (1960), per tijdseenheid constant zou zijn, de hoeveelheid geproduceerde urine berekend. Een vermenigvuldiging van deze berekende urineproductie met het magnesiumgehalte geeft volgens figuur 1 gegevens, welke goed overeenstemmen met de hoeveelheden met de urine uitgescheiden magnesium, die bij balansproeven werden bepaald door het verzamelen van de totale urineproductie. Deze methode biedt interessante mogelijkheden om meer gegevens te verzamelen omtrent de magnesiumstatus van b.v. weidende dieren. Dit is te meer van belang, daar op grond van het voorgaande de hoeveelheid met de urine uitgescheiden magnesium een betere maat ter beoordeling van de magnesiumstatus van het dier lijkt te zijn dan het magnesiumgehalte van het bloedserum.

De in figuur 2 vermelde waarden op de x-as, n.l. voeder-Mg—faeces-Mg—melk-Mg, doet de vraag rijzen welke rol de hoogte van de melkproductie speelt bij het ontstaan van hypomagnesemie. Weliswaar is de onttrekking aan magnesium groter naarmate de melkproductie hoger is, doch deze hogere productie zal in het algemeen samengaan met een toenemende voederopname en dus een grotere magnesiumopname. Eveneens zal bij een, t.o.v. de melkproductie hoge voederopname, het dier gaan groeien waarvoor eveneens magnesium nodig is. Daar echter het verband tussen melkproductie en/of groei van weidende koeien en de voederopname niet nagegaan kan worden, kan hier geen definitief antwoord op gegeven worden. De resultaten van de balansproeven laten echter zien, dat er in het verleden waarschijnlijk wat al te gemakkelijk een verband is gelegd tussen een hoge melkproductie en een grotere gevoeligheid voor kopziekte, temeer daar dit verband nooit duidelijk werd aangetoond. Zo er al een correlatie mocht zijn, al kon deze bij beweidingsproeven in Nederland, Noorwegen en Engeland niet aangetoond worden, dan is het niet onmogelijk dat dit nog een schijnrelatie is. Blaxter en McGill (1956) hebben n.l. een duidelijke samenhang vastgesteld tussen de leeftijd en de gevoeligheid voor kopziekte. In verband hiermee wijzen zij op de rol die de hoeveelheid mobiliseerbaar magnesium uit het skelet hier zou kunnen spelen. Deze hoeveelheid mobiliseerbaar magnesium neemt n.l. sterk af, naarmate het dier ouder wordt. Zo is uit het onderzoek van Cunningham (1936 a, b) gebleken, dat bij volwassen runderen die aan hypomagnesemische tetanie waren gestorven, geen lagere magnesiumgehalten van het skelet werden gevonden dan bij runderen zonder hypomagnesemie, terwijl Blaxter en Sharm (1955) en Blaxter (1955) hebben gevonden dat kalveren daarentegen, die aan hypomagnesemische tetanie worden gestorven, 60% van het normaal in het skelet aanwezige magnesium hadden verloren. Bij deze grote onttrekking bleek het magnesiumgehalte van de zachte weefsels op een normaal niveau gebleven te zijn. Field (1960) schat op grond van zijn proeven met Mg^{23} in een volwassen rund, de hoeveelheid

mobiliseerbaar magnesium op slechts 2-3 gram, dat is globaal 1% van de totale hoeveelheid in het skelet aanwezige magnesium. Deze gegevens zouden mede een verklaring kunnen geven voor het feit, dat bij melkkoeien binnen enkele dagen een scherpe daling van het serummagnesiumgehalte kan plaats vinden, terwijl dit bij jonge dieren altijd langer duurt daar hierbij eerst de veel grotere hoeveelheid mobiliseerbaar magnesium uit het skelet verbruikt wordt. Eveneens zou hiermee verklaard kunnen worden waarom jonge dieren veel minder gevoelig zijn voor hypomagnesemie dan oudere dieren.

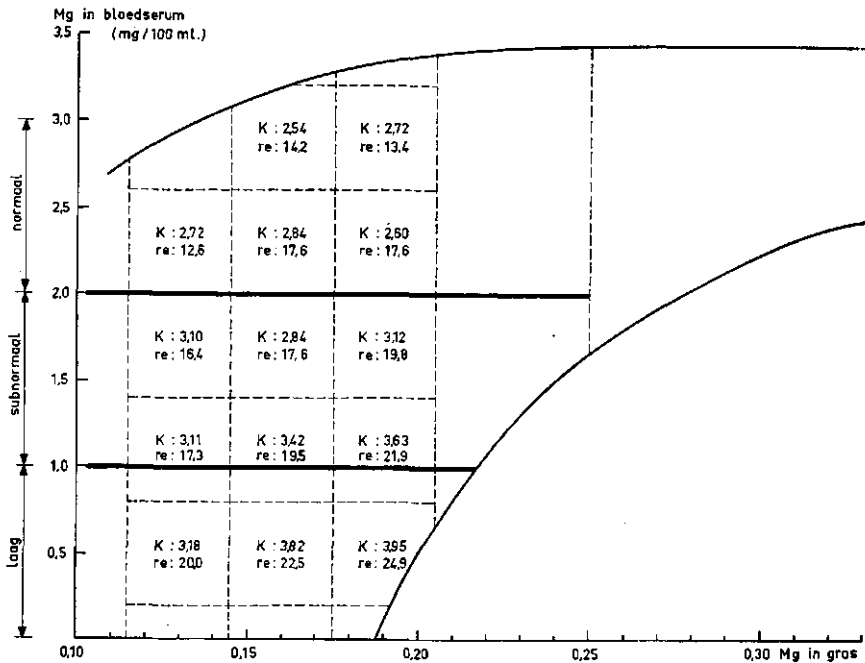
Bij het reeds bovenaangehaalde onderzoek van Blaxter en Sharma (1955), werd bewezen dat hypomagnesemische tetanie bij kalveren op een melkdiet veroorzaakt wordt door een magnesiumdeficiënte voeding en beschouwd moet worden als een „true dietary deficiency”. Uit de door ons beschreven proefnemingen met melkkoeien is gebleken, dat evenals bij kalveren een tekort aan beschikbaar voedermagnesium leidt tot een sterk verminderde uitscheiding van magnesium met de urine en tot het dalen van de serummagnesiumgehalten waarop hypomagnesemische tetanie kan optreden. De resultaten van een nagenoeg tegelijkertijd in Engeland uitgevoerd onderzoek bij melkkoeien hebben tot dezelfde conclusie geleid, Rook c.s. (1958). Al vindt er bij kalveren op een magnesiumdeficiënte voeding een gedeeltelijke uitputting van magnesium uit het geraamte plaats, en bij koeien in zeer geringe mate of niet, en al treedt hypomagnesemie bij koeien waarschijnlijk dientengevolge veelal sneller op dan bij kalveren, dit neemt niet weg, dat het ontstaan van hypomagnesemie bij melkkoeien niet van een principiële aard is dan bij kalveren, hoogstens is er een gradueel verschil. De gunstige invloed van een extra orale magnesiumtoediening op het voorkomen van hypomagnesemie en dus op het voorkomen van het optreden van kopziekte, moet dan ook gezien worden als een aanvulling op een tekort aan beschikbaar voedermagnesium. In het bijzonder met het oog op de preventie zou het wellicht aanbeveling verdienen om naast of in plaats van de weliswaar ingeburgerde, doch weinig zeggende naam kopziekte, de benaming magnesiumgebrek te gebruiken. Een tekort aan beschikbaar voedermagnesium kan ontstaan door een te geringe voederopname door het dier, door een te laag magnesiumgehalte van het voeder en door een te geringe benutting van het voedermagnesium. Omtrent de factoren die de voederopname, met name van weidend vee, beïnvloeden bestaan slechts weinig enigszins betrouwbare gegevens. Dit gebrek aan kennis wordt veroorzaakt door het niet beschikken over een betrouwbare methode ter bepaling van de voederopname bij een weidend dier. Iets anders is het gesteld met de factoren die van invloed zijn op de magnesiumgehalten van het gras, waarover meer gegevens bekend zijn. Hierop zal in het artikel van Ir. Sluijsmans in dit tijdschrift worden ingegaan.

In het voorgaande (tabel 3) wordt vermeld, dat de benuttingspercentages of de beschikbaarheid van het voedermagnesium, wat dus in wezen een schijnbare benutting of een schijnbare beschikbaarheid is, in het hier bestudeerde materiaal kunnen variëren van 7% tot 33%, met een gemiddelde waarde van 17%. Gezien de grootte van deze variatie is de invloed hiervan op de hoeveelheid voor het dier beschikbaar magnesium aanzienlijk en globaal gesproken even groot of groter dan de verschillen in de magnesium-

gehalten van het gras, die in de praktijk zoal worden aangetroffen. Dit accentueert het belang van het onderzoek naar de factoren die invloed uitoefenen op de benutting van het voedermagnesium door het dier.

Bij bestudering van het tot heden ter beschikking staande materiaal valt op, dat de individuele verschillen tussen de melkkoeien wat betreft het vermogen om het aangeboden voedermagnesium te benutten, vrij groot kunnen zijn. Het is waarschijnlijk dat deze individuele verschillen in benutting verband houden met onderlinge verschillen in gevoeligheid voor hypomagnesemie en kopzichte. Deze benutting van het voedermagnesium hangt echter ook samen met de samenstelling van het gras.

Uit beweidingsproeven is gebleken dat een zware bemesting van het grasland met kali of met stikstof of met één van beide een ongunstige invloed kan uitoefenen op de serummagnesiumgehalten. Bij de bestudering van de samenhang tussen de samenstelling van het gras en het magnesiumgehalte van het bloedserum bij 822 melkkoeien, Kemp (1960), bleek een betrouwbare correlatie te bestaan tussen het magnesiumgehalte van het gras en de serummagnesiumgehalten. Dit is, gezien de resultaten van de hiervoor vermelde balansproeven, niet verwonderlijk. In figuur 3 wordt deze relatie getoond. De in deze figuur niet aangegeven punten zijn alle gelegen tussen de twee gebogen lijnen.



Figuur 3.
Correlatie tussen de gehalten aan magnesium, kalium en ruw eiwit in het gras en de serummagnesiumgehalten bij 822 melkkoeien.

In werkelijkheid komen lage serummagnesiumgehalten in dit materiaal niet voor, indien de magnesiumgehalten van het gras hoger zijn dan 0,20% Mg in de droge stof. Er is een treffende overeenkomst tussen de op deze wijze verkregen waarde van 0,20% en het percentage 0,20, dat werd berekend in het voorgaande op grond van de resultaten van de balansproeven. Hierbij dient echter bedacht te worden, dat voor de magnesiumbehoefte nooit een grenswaarde kan worden aangegeven, noch in procenten magnesium van de droge stof, noch in grammen voedermagnesium per dag. Factoren als wisselende voederopnamen kunnen een grote rol spelen en voor wat betreft het vermelden van grenswaarden voor de magnesiumbehoefte in grammen per dag, kan er een grote verschuiving optreden door verschillen in benutting van het voedermagnesium. Figuur 3 laat verder zien, dat bij lagere magnesiumgehalten dan 0,20% de serummagnesiumgehalten zowel laag als normaal kunnen zijn. In dit gebied van de figuur treedt dus een grote spreiding op in de serummagnesiumgehalten bij een gelijk magnesiumgehalte van het gras. Deze spreiding nu hield geen verband met de melkproductie, maar was wel statistisch betrouwbaar gecorreleerd met de gehalten aan kalium en aan ruw eiwit (partiële correlaties). Deze correlaties zijn negatief. Bij een gelijk magnesiumgehalte van het gras worden de serummagnesiumgehalten dus hoger naarmate de percentages kalium en ruw eiwit lager zijn.

De verklaring van deze correlaties moet, althans gedeeltelijk, gezocht worden in verschillen in benutting van het voedermagnesium door het dier onder invloed van wisselende gehalten aan kalium en aan ruw eiwit en mogelijk andere bestanddelen van het gras.

Voor wat kalium betreft, suggereert de in figuur 3 geschetste samenhang dat hoge kaliumgehalten van het gras zouden samengaan met een slechte benutting van het voedermagnesium, wat ook uit de reeds eerder beschreven balansproeven is gebleken, Kemp (1960, 1961). Naarmate het kaliumgehalte van het gras hoger is wordt er relatief meer magnesium met de faeces uitgescheiden en is dus de benutting slechter.

Proeven met koeien, welke boven het kalium in het rantsoen 200 g extra kalium in de vorm van kaliumchloride werd toegediend, bevestigden dit. Bij deze proeven trad ook een duidelijke daling op van de serummagnesiumgehalten en van de hoeveelheid magnesium, die met de urine wordt uitgescheiden. De ongunstige invloed die een zware bemesting van het grasland met kali kan uitoefenen op de magnesiumgehalten van het bloedserum moet dan ook gedeeltelijk, zo niet geheel, verklaard worden door een slechtere benutting van het voedermagnesium ten gevolge van de hogere kaliumopname en een verlaging van de dagelijks met het gras opgenomen hoeveelheid voedermagnesium door een verlaging van het magnesiumgehalte van het gras. Dat niet onder alle omstandigheden een zware kalibemesting van het grasland, evenmin als een extra kaliumtoediening, resulteert in een verlaging van het serummagnesiumgehalte, is wel verklaarbaar. Bij een hoge magnesiumopname met het voer kan door een teruggang van de benutting, b.v. als gevolg van een extra kaliumtoediening, toch nog wel voldoende beschikbaar voedermagnesium aanwezig zijn om in de behoefte te voorzien. Het experimenteel opwekken van hypomagnesemie door bemestingsmaatregelen of door het verstrekken van zouten, is dan ook alleen mogelijk wanneer de met het rantsoen, hetzij gras of wintervoer, opgenomen hoeveelheid magnesium op de grens van voldoende of

lager is. Ogenshijnlijk soms tegenstrijdige proefresultaten in de literatuur kunnen hierdoor dikwijls alle tegenstrijdigheid verliezen.

Voor wat het ruw eiwitgehalte van het gras betreft suggereert figuur 3, dat hogere gehalten aan ruw eiwit samengaan met lagere serummagnesiumgehalten. Deze correlatie werd eveneens bevestigd door de resultaten van balansproeven waaruit bleek dat, naarmate het gras jonger en dus het stikstofgehalte hoger is, de benutting van het magnesium slechter is. Bij proeven, waarbij na elkaar aan dezelfde koeien gras gevoederd werd van hetzelfde perceel met gehalten aan ruw eiwit van 25%, 18% en 14%, werden respectievelijk de volgende benuttingspercentages voor magnesium berekend t.w. 10%, 14%, 20%, K e m p (1961). De hoeveelheid „beschikbaar” magnesium boven de behoefte voor de melk neemt toe naarmate het gras ouder wordt en minder ruw eiwit bevat, evenals de hoeveelheid met de urine uitgescheiden magnesium. Uit proeven met ammoniumzouten is wel gebleken dat de hoeveelheid met het rantsoen opgenomen stikstof hierbij een rol speelt. Meer onderzoek betreffende de factoren die van invloed kunnen zijn op de benutting van het voedermagnesium zal echter nodig zijn.

SAMENVATTING.

Balansproeven werden uitgevoerd met 39 melkkoeien, waarvan 4 werden gevoederd met wintervoerantsoenen en 35 met vers gemaaid gras. De gemiddelde magnesiumopname bedroeg 33,08 gram per dag met het wintervoer, 16,62 gram met het gras (tabel 3).

Bij de proeven met weidegras werd gemiddeld 83% van het opgenomen voedermagnesium uitgescheiden met de mest, met een variatie van 67% tot 93%. Het „benuttingspercentage” van het voedermagnesium bedroeg gemiddeld 17%. De afscheiding van magnesium met de melk was gemiddeld 0,12 gram per kg melk. Met de urine werd gemiddeld 1,54 gram magnesium per dag uitgescheiden met een variatie van 0,40 gram tot 3,59 gram (tabel 3).

Er bestaat een nauwe correlatie tussen de serummagnesiumgehalten en de hoeveelheid met de urine uitgescheiden magnesium. Hypomagnesemie treedt slechts op indien minder dan 1 gram magnesium per dag met de urine wordt uitgescheiden. Deze hoeveelheid met de urine uitgescheiden magnesium staat in nauw verband met de hoeveelheid „beschikbaar” magnesium boven de behoefte voor de melk. Lage magnesiumgehalten van het bloedserum kwamen niet voor indien de hoeveelheid „beschikbaar” magnesium boven de behoefte voor de melk groter was dan 0,5 gram per dag (figuur 1 en 2).

De dagelijkse behoefte van een melkkoe aan „beschikbaar” magnesium lijkt ongeveer 2,5 gram per dag plus 0,12 gram per kg melk te zijn. De hier beschreven proefnemingen suggereren dat hypomagnesemie kan ontstaan als gevolg van een tekort aan „beschikbaar” voedermagnesium.

SUMMARY.

Magnesium metabolism trials have been carried out with milking cows on winter rations and on rations consisting of freshly cut herbage. Data of 39 cows are available in total.

The mean daily magnesium intake of the cows on herbage was 16.62 g and on an average 83% of the magnesium ingested was excreted in the faeces within a range of 67% to 93%. Consequently, the mean "availability" of herbage magnesium was 17% within a range of 7% to 33%. The excretion of magnesium in milk was 0.12 g Mg per kg of milk and the urinary excretion of magnesium fluctuated from 0.40 g Mg to 3.59 g Mg/day with a mean value of 1.77 g Mg/day (table 3).

A close correlation existed between the serum magnesium levels and the excretion

of magnesium in urine. Hypomagnesaemia occurred only when the daily urinary excretion was lower than 1 g Mg/day. The excretion of magnesium in urine was closely correlated with the amount of "available" magnesium above the magnesium secreted in milk. Hypomagnesaemia occurred only when the amount of "available" magnesium above the amount secreted in milk was lower than 0.5 g Mg/day (fig. 1 and 2).

The daily requirement of "available" magnesium of a milking cow appeared to be about 2.5 plus 0.12 g Mg for each kg of milk. The experiments reported here suggest that hypomagnesaemia in cows arises as a result of a shortage of magnesium due to the reduction in the dietary supply of "available" magnesium.

RÉSUMÉ.

Des expériences de bilan ont été faites avec 39 vaches laitières, dont 4 ont été nourries avec des rations d'hiver et 35 avec de l'herbe fraîche. Pour le fourrage d'hiver l'ingestion moyenne de magnésium se montait à 33,08 gramme par jour, à 16,62 gr. pour l'herbe fraîche.

Pendant les expériences à l'herbe fraîche une moyenne de 83% du magnésium ingéré fut éliminée dans les excréments, avec une fluctuation de 67% à 93%. Le „pourcentage utile" du magnésium ingéré se montait en moyenne à 17%. La sécrétion du magnésium dans le lait était en moyenne 0,12 grammes par kilogramme de lait. L'excrétion dans l'urine se montait en moyenne à 1,54 grammes de magnésium par jour avec une fluctuation de 0,40 à 3,95 gr. (Voir table 3).

Il existe une corrélation étroite entre les teneurs en magnésium sérique et la quantité de magnésium éliminée dans l'urine. Il n'est question d'hypomagnésémie que si moins d'un (1) gramme de magnésium par jour est éliminé dans l'urine. Cette quantité de magnésium éliminée dans l'urine est en rapport étroit avec la quantité de magnésium „disponible" au-dessus du besoin pour le lait.

Des teneurs basses en magnésium du sérum sanguin ne se présentaient pas si la quantité de magnésium „disponible" au-dessus du besoin pour le lait était plus grande que 0,5 gr. par jour. (Voir fig. 1 et 2).

Le besoin quotidien de magnésium „disponible" d'une vache laitière paraît être environ 2,5 gr. par jour et en outre 0,12 gr. par kg de lait. Les expériences décrites ici suggèrent que l'hypomagnésémie peut être causée par une carence de magnésium „disponible" dans le fourrage.

ZUSAMMENFASSUNG.

Es wurden Bilanzversuche durchgeführt mit 39 Milchkühen, von denen 4 mit Winterfütterationen und 35 mit frisch gemähtem Gras gefüttert wurden. Die durchschnittliche Magnesiumaufnahme betrug 33,08 Gramm täglich mit dem Winterfutter und 16,62 Gramm mit dem Gras (Tabelle 3).

Bei den Versuchen mit Weidegras wurden durchschnittlich 83% des aufgenommenen Futtermagnesiums mit dem Kot ausgeschieden (Streuung 67 bis 93%). Die „Verfügbarkeit" des Futtermagnesiums betrug demnach durchschnittlich 17%. Die Abgabe des Magnesiums in der Milch war im Durchschnitt 0,12 Gramm je kg Milch. Mit dem Harn wurden durchschnittlich 1,54 Gramm Magnesium täglich ausgeschieden; die Streuung war 0,40 bis 3,59 Gramm (Tabelle 3).

Es besteht eine enge Korrelation zwischen dem Serummagnesiumgehalt und der mit dem Harn ausgeschiedenen Magnesiummenge. Hypomagnesämie tritt nur auf, wenn weniger als ein Gramm Magnesium täglich mit dem Harn ausgeschieden wird. Diese im Harn ausgeschiedene Magnesiummenge steht in engem Zusammenhang mit der über den Bedarf für die Milch hinaus „verfügbaren" Magnesiummenge. Hypomagnesämie kam nicht vor, wenn die Menge „verfügbares" Magnesium über den Bedarf für die Milch hinaus grösser war als 0,5 Gramm täglich (Fig. 1 und 2).

Der tägliche Bedarf einer Milchkuh an verfügbarem Magnesium beträgt anscheinend etwa 2,5 Gramm täglich nebst 0,12 Gramm je kg Milch. Die hier beschriebenen Versuche lassen vermuten, dass Mangel an „verfügbarem" Futtermagnesium zu Hypomagnesämie führen kann.

LITERATUUR

- Blaxter, K. L.: B.V.A. publ., nr. 24, (1955).
- Blaxter, K. L. and McGill, R. F.: Magnesium metabolism in cattle. *Vet. Rev. and Ann.*, 2, *pat 1*, 35, (1956).
- Blaxter, K. L. and Sharmar, G. A. M.: Hypomagnesaemic tetany in beef cattle. *Vet. Rec.*, 67, 108, (1955).
- Cunningham, I. J.: *N.Z. J. Sci. Tech.*, 18, (1936 a.b.).
- Field, A. C.: Proc. B.V.A., London, (1960).
- Groot, Th. de: The influence of the magnesium content of the blood serum on the electrocardiogram in milk cows. *Brit. vet. J.*, 116, 225, (1960).
- Groot, Th. de and Aafjes, J. H.: On the constancy of creatinine excretion in the urine of the dairy cow. *Brit. vet. J.*, 116, 409, (1960).
- Kemp, A.: The influence of fertiliser treatment of grassland on the incidence of hypomagnesaemia and hypomagnesaemic tetany in milking cows. *Neth. J. agric. Sc.*, 6, 281, (1958).
- Kemp, A.: Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serummagnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. *Neth. J. agric. Sc.*, 8, 281, (1961).
- Kemp, A., Deijis, W. B., Hemkes, O. J. and Es, A. J. H. van: Intake and utilization from herbage by lactating cows. *Proc. Brit. Vet. Ass., London*, (1960).
- Kemp, A., Deijis, W. B., Hemkes, O. J. and Es, A. J. H. van: Hypomagnesaemia in milking cows: Intake and utilization of magnesium from herbage by lactating cows. *Neth. J. agric. Sc.*, 9, 134, (1961).
- Landbouwtelling Directie Akker- en Weidebouw, Min. v. Landbouw, dec. (1961).
- Rook, J. A. F. and Balch, C. C.: Magnesium metabolism in the dairy cow II. *J. agric. Sc.*, 51, 189, (1958).
- Rook, J. A. F., Balch, C. C. and Line, C.: Magnesium metabolism in dairy cow, I. *J. agric. Sc.*, 51, nr. 2, (1958).
- Sjollema, B.: *Landb. Tijdschr.*, 43, 67, 139, 593, 793, (1931).

