

TWEE INTRARUMINALE KOPERBOLUSSEN TER PREVENTIE VAN MOLYBDENOSE DOOR OMGEVINGSCONTAMINATIE BIJ RUNDEREN

Two intraruminal copper boli in the prevention of bovine molybdenosis caused by environmental contamination

P. Deprez¹, R. De Meester², D. Schrijvers¹, M. Deurinck¹

¹ Vakgroep interne geneeskunde en klinische biologie van de grote huisdieren, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

² Sint-Annastraat 100, 9220 Hamme, België
Piet.deprez@UGent.be

SAMENVATTING

In deze studie werden een intraruminale bolus met een hoog kopergehalte en een andere met een laag kopergehalte getest op het gebied van doeltreffendheid en veiligheid bij de preventie van molybdenose bij runderen tengevolge van omgevingscontaminatie. Beide bolussen bleken in staat te zijn de serumkopergehalten binnen de referentiewaarden te houden. Dieren behandeld met de hoge dosis hadden zeer significant hogere serumgehalten dan onbehandelde dieren. In een tweede proef, waarin de lagere dosis vergeleken werd met de hogere, moest een onverwacht groot aantal dieren uit de proef genomen worden. Vermoedelijk daardoor konden geen significante verschillen aangetoond worden. Er werden geen abnormaal hoge serumkopergehalten of toxiciteitsverschijnselen waargenomen. Om overmatige koperopstapeling in de lever te voorkomen, wordt aangeraden de bolus met lage dosis te gebruiken.

ABSTRACT

In this study, the efficacy of intraruminal copper boli in the prevention of molybdenosis in cattle caused by environmental contamination was examined. The efficacy and safety of a high- and a low-dose intraruminal copper bolus were tested. Both treatments maintained copper serum levels within normal limits. The high-dose treatment caused very significant ($P < 0.001$) differences in serum copper levels compared with untreated controls. Significant differences could not be demonstrated in the second trial in which the effects of the high- and the low-dose bolus were compared, because an unexpected high number of animals had to be excluded from the trial. No abnormal high copper levels or signs of toxicity were observed. In order to prevent excessive copper accumulation in the liver, the lower dose copper bolus may be preferable.

INLEIDING

Gezien de lage toxiciteit van molybdeen (Mo) worden primaire Mo-intoxicaties uitermate zelden beschreven. Bij de mens worden hierbij jichtachtige symptomen of symptomen van pneumoconiose vermeld (Swan *et al.*, 1998; Barceloux, 1999).

Molybdenose bij runderen daarentegen komt wel frequent voor. Het is een aandoening die veroorzaakt wordt door een te hoge opname van molybdeen. De symptomen zijn echter niet het gevolg van een direct toxisch effect van molybdeen maar wel van een secundair kopertekort dat ontstaat door de vorming

van onoplosbare koperthiomolybdaat-complexen. Dit proces vindt hoofdzakelijk in de pens plaats, maar zou ook in de weefsels kunnen optreden (Eisler, 1989; Gardner *et al.*, 1996; Maas en Smith, 1996; Swan *et al.*, 1998; Barceloux, 1999). De symptomen van molybdenose zijn nagenoeg identiek aan de symptomen die gezien worden bij primaire koperinsufficiëntie: diarree, anemie, dentale en periodontale afwijkingen, skeletafwijkingen, verminderde groei en productie, verminderde vruchtbaarheid, huid- en vachtproblemen en zenuwstoornissen. In de meeste gevallen blijven de klachten echter vaag en uiten ze zich enkel on-

der de vorm van licht verminderde groei, productie of vruchtbaarheid (Eisler, 1989; Maas en Smith, 1996; Barceloux, 1999).

De behandeling en preventie van molybdenose bestaan enerzijds uit het beperken van de molybdeenopname en anderzijds uit het verhogen van de koperaanvoer. Kopersupplementatie kan parenteraal of peroraal gebeuren. De perorale supplementatie omvat onder andere het toevoegen van koperhoudende zouten (kopersulfaat, -oxide, -chelaten, -proteïnaten of -diaminepeptiden) aan het voeder, het toedienen van koperhoudende intraruminale bolussen of het verrijken van graasgronden met koper (Gardner *et al.*, 1996). De parenterale toediening bestaat uit het intramusculair of subcutaan injecteren van koperglycinaat of koper-E.D.T.A. (Gardner *et al.*, 1996; Maas en Smith, 1996). Naargelang de lokale wetgeving varieert de beschikbaarheid van deze supplementatievormen van land tot land. Het risico op een koperintoxicatie tengevolge van supplementatie is reëel bij dieren met normale kopergehalten, supplementatie is dan ook enkel aangewezen bij dieren met een verhoogd risico op of een bewezen kopertekort.

In deze studie werd gezocht naar een methode om rundvee dat graast op weiden met verhoogde molybdeenconcentraties tengevolge van een variërende en onvoorspelbare uitval door industriële activiteiten, gedurende een volledig weideseizoen tegen molybdenose te beschermen op een praktische, goedkope, veilige en legale wijze. Hiervoor werd de proef opgesplitst in twee delen. In het eerste gedeelte van het project werd aan een groep dieren op één probleembedrijf een hooggedoseerde intraruminale koperbolus toegediend, terwijl in het tweede gedeelte bij een aantal dieren verspreid over vier bedrijven een hoge en een lage dosis koperbolus met elkaar vergeleken werden.

MATERIAAL EN METHODEN

Dieren

Voor het eerste gedeelte van de proef werden 39 zwart- en roodbonte eerste weideseizoenen dieren afkomstig van één bedrijf at random in 2 groepen verdeeld. Groep A bevatte 21 dieren die bij het uitweiden elk 2 koperbolussen (*Copinox*-bolus) toegediend kregen. Groep B fungeerde als controlegroep en bestond uit 18 dieren die geen koperbolus kregen.

Aan het tweede deel van het onderzoek namen aanvankelijk 107 eerste weideseizoenen vaarzen van vier

bedrijven deel, maar slechts 67 dieren konden de hele graasperiode door gevolgd worden. Per bedrijf werden de vaarzen at random in 2 groepen verdeeld: de ene groep kreeg bolussen met een laag kopergehalte toegediend (*All-Trace for Cattle*), de andere groep kreeg bolussen met een hoog kopergehalte (*Copinox*).

Tijdens beide proefperiodes verbleven de dieren uit de verschillende behandelingsgroepen steeds samen op dezelfde weide.

Weiden

De percelen weiland waarop de proefdieren graasden, waren alle gelegen in de nabijheid van een molybdeenverwerkend bedrijf en werden geselecteerd voor deze studie vanwege hun voorgeschiedenis van molybdeengerelateerd kopertekort.

Bolussen

Als hoge dosis koperbolus werd de *Copinox*-bolus (Bayer plc, Berkshire, UK, 27 g Cu-oxide) gebruikt. De *All-Trace for cattle*-bolus (Agrimin Ltd., North Lincolnshire, UK, 16,5 g Cu-oxide) was de lage dosis koperbolus en bevatte naast koper ook andere sporenelementen en vitaminen.

De toediening van de bolussen gebeurde bij het uitweiden aan een dosering van 1 bolus aan dieren tot 300 kg en 2 bolussen aan runderen zwaarder dan 300 kg. Alle dieren kregen 2 bolussen opgeschoten, behalve 1 dier uit groep A in de eerste proefperiode dat wegens onvoldoende bolussen slechts één *Copinox*-bolus kreeg en 5 lichtere dieren uit het vierde bedrijf in de tweede proefperiode, die elk 1 *All-Trace*-bolus kregen.

Gevolgte parameters

Algemene toestand

De algemene gezondheidstoestand werd beoordeeld aan de hand van de voedingstoestand van de dieren, de kleur en het uitzicht van de vacht en de consistentie van de mest. In de eerste proefperiode gebeurde dit 5 maal en in de tweede proefperiode 3 maal, verspreid over het weideseizoen.

Gewicht en dagelijkse gewichtsaanzet

In het eerste deel van het onderzoek werden de dieren gedurende de graasperiode 5 maal gewogen met een mobiele runderweegschaal (Maréchalle-Pesage,

Chauncy, France). Tijdens het tweede gedeelte van het onderzoek konden geen wegingen plaatsvinden wegens beperkingen opgelegd in het kader van Mond- en Klauwzeer preventie.

Kopergehalte in het serum

In het eerste deel van de studie werden gedurende het weideseizoen 5 maal serumstalen onderzocht. De dieren uit de tweede proefperiode werden bemonsterd bij het uitweiden en bij het opstallen. De serumkoperconcentraties werden fotometrisch bepaald met een specifiek koperreagens, namelijk bathocuproin sulfonaat, met een meetbereik tussen 0 en 125 $\mu\text{mol/l}$ (*Merckotest Copper*, E. Merck, Darmstadt, Duitsland). Als normaalwaarde werd 10 tot 20 $\mu\text{mol/l}$ gebruikt (Maas en Smith, 2002).

Mestonderzoek

Bij de dieren betrokken bij het eerste gedeelte van de studie werd - verspreid over het weideseizoen - coprologisch onderzoek uitgevoerd met een gemodificeerde Mc-Mastermethode.

Behandeling

Tijdens de eerste proefperiode werden vanaf de derde bloedname dieren waarbij het serumkopergehalte minder dan 8 $\mu\text{mol/L}$ (= 2 μmol onder de referentiewaarde) bedroeg, met koper gesupplementeerd door één of meerdere parenterale toedieningen van *Coprin* (Shering-Plough Animal Health, Welwyn Garden City, UK, 100 mg koper per injector van 2g onder de vorm van calcium-koper-E.D.T.A.). Deze behandeling was afgesproken met de eigenaar vooraleer de proef gestart werd om groot gewichtsverlies of sterfte zoals in de voorgaande jaren te voorkomen.

Grasanalyses

Tijdens het eerste deel van deze studie werden gedurende de periode van januari 2000 tot september 2000 op 2 verschillende plaatsen op de weide 7 maal grasmonsters genomen door het gras net boven de grond af te knippen. Tijdens het tweede gedeelte van de studie werd in november 2001 van 2 van de 4 weiden eveneens een grasstaal voor analyse genomen. In de grasstalen werden de molybdeen- en koperconcentraties, evenals het procentuele gehalte aan zwavel bepaald. De grasstalen werden gedroogd en van elk staal werden twee monsters (ongeveer 35 gram droog gewicht) geanalyseerd door middel van ICP-OES

(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy for trace element determination in food samples, accreditation method TA-006, Plansee AG, Reutte, Austria).

Molybdeenneerslag

Vanaf januari 2000 tot en met februari 2002 werd de maandelijkse molybdeenneerslag nabij de graasgronden bepaald met behulp van de standaard 200 mm diameter uitvalskruiken (NILU Particulate Fallout Collector, NILU Products AS, Norway).

Statistische analyse

De resultaten van de gewichtsevolutie en de serumkopergehalten werden via een twee factor ANOVA met herhaalde waarnemingen op één factor (ANOVA, VassarStats, Vassar College, Poughkeepsie, NY USA) geanalyseerd. De gewichten en de serumkopergehalten van de dieren aan het begin van de test werden vergeleken met een t-test voor onafhankelijke stalen (t-Test for Independent Samples, VassarStats, Vassar College, Poughkeepsie, NY USA).

RESULTATEN

Algemene toestand

Tijdens het begin van de eerste proefperiode werd bij de controledieren een achteruitgang van de algemene conditie waargenomen: dit werd vooral gekenmerkt door een doffer haarkleed en een sterke bevulling van de achterhand. Deze symptomen werden ook opgemerkt in voorgaande jaren, toen er nog niet gesupplementeerd werd. Na de behandeling van de controledieren met *Coprin* herstelden de dieren waardoor er op het einde van het weideseizoen geen klinisch merkbaar verschil meer was tussen de controledieren en de dieren behandeld met de intraruminale bolus. Tijdens de vergelijkende proef met de twee intraruminale bolussen konden er bij uitwendige inspectie geen duidelijke verschillen waargenomen worden tussen de twee groepen.

Gewicht en dagelijkse gewichtsaanzet

De gemiddelde gewichten en de gemiddelde dagelijkse gewichtsaanzet van de behandelde dieren en de dieren uit de controlegroep worden weergegeven in Tabel 1. Bij aanvang van de proef wogen de met Copinox behandelde dieren toch significant minder dan de dieren uit de controlegroep ($p < 0,05$), alhoewel ze bij

Tabel 1. Gemiddeld gewicht en gemiddelde dagelijkse gewichtsaanzet (met standaarddeviatie) van de met Copinox behandelde dieren en van de controlegroep in de eerste proef.

Table 1. Mean weight and mean daily weight gain (+ standarddeviation) of the Copinox group and the control group (*: statistically different at $p < 0.05$).

Datum	Gewicht (kg)		Dagelijkse gewichtsaanzet (kg)	
	Copinox (n=21)	Controle (n=18)	Copinox	Controle
21-04-00	474 +/- 64 *	517 +/- 49 *	-	-
31-05-00	505 +/- 63	537 +/- 37	0,78 +/- 0,34	0,50 +/- 0,55
12-07-00	520 +/- 63	550 +/- 38	0,35 +/- 0,20	0,30 +/- 0,26
18-08-00	539 +/- 65	563 +/- 45	0,51 +/- 0,28	0,36 +/- 0,36
22-09-00	537 +/- 65	560 +/- 38	-0,17 +/- 0,33	0 +/- 0,54

* Statistisch verschillend ($p < 0,05$)

* Statistically significant difference ($P < 0.05$)

Tabel 2. De gemiddelde serumkoperconcentraties (met standaarddeviatie) van de met Copinox behandelde dieren en de controlegroep.

Table 2. Mean serum copper levels (+ standarddeviation) of the Copinox group and the control group in the first trial.

Datum	Serumkopergehalte ($\mu\text{mol/L}$)	
	Copinox	Controle
21-04-00	11,6 +/- 2,3	10,7 +/- 3,7
31-05-00	12,9 +/- 2,2 *	8,6 +/- 3,2 *
12-07-00	12,5 +/- 1,7 *	6,7 +/- 2,2 *
18-08-00	13,3 +/- 1,8 *	8,4 +/- 2,7 *
22-09-00	12,7 +/- 1,9	12,0 +/- 2,5

* statistisch verschillend ($p < 0,001$)

* Statistically different at $p < 0.001$

het begin van de proef at random verdeeld werden. Bij alle verdere meetpunten konden geen significante verschillen meer aangetoond worden.

Kopergehalte in het serum

De resultaten bekomen tijdens het eerste gedeelte van het onderzoek worden weergegeven in Tabel 2. Bij de aanvang van de proef was er geen significant verschil in het serumkopergehalte tussen de 2 groepen. Bij de metingen op 31/05, 12/07 en 18/08 was er een zeer significant lager kopergehalte bij de contro-

legroep aanwezig ($P < 0,001$). Vanaf 12/07 kregen alle dieren uit de controlegroep, zoals bij het begin van de proef afgesproken was, één of meerdere kopersupplementaties (*Coprin* IM), telkens wanneer hun serumkopergehalte minder dan $8 \mu\text{mol/L}$ bedroeg.

Wegens de onvoorziene uitval van meerdere dieren tijdens het tweede gedeelte van de veldproef en het daaruitvolgende lage en sterk variërende aantal dieren per bedrijf, werden de resultaten van de vier bedrijven samengenomen voor de statistische analyse (Tabel 3). Bij deze analyse konden er noch bij het uitweiden,

Tabel 3. De gemiddelde serumkopergehalten (met standaarddeviatie) voor en na supplementatie met Copinox of All-Trace.

Table 3. Mean serum copper levels (+ standarddeviation) before and after supplementation with Copinox or All-Trace in the second trial.

	N	Copinox		All-Trace		
		Serumkopergehalten ($\mu\text{mol/L}$)		Serumkopergehalten ($\mu\text{mol/L}$)		
		Start	Einde	Start	Einde	
Bedrijf 1	2	5,7 +/- 0,0	6,8 +/- 2,5	3	9,0 +/- 3,5	7,1 +/- 1,3
Bedrijf 2	8	10,6 +/- 0,9	8,0 +/- 3,1	7	9,9 +/- 1,5	9,4 +/- 3,2
Bedrijf 3	11	11,5 +/- 2,0	12,3 +/- 2,4	18	10,9 +/- 2,0	11,9 +/- 2,0
Bedrijf 4	11	7,8 +/- 2,7	11,8 +/- 1,9	7	7,5 +/- 2,8	7,1 +/- 3,4
Totaal	32	9,6 +/- 2,7	10,7 +/- 3,1	35	9,9 +/- 2,5	10,0 +/- 3,2

Tabel 4. Molybdeen- en kopergehalten en het percentage zwavel in grasstalen genomen op 2 bemonsteringsplaatsen tijdens de eerste proefperiode.

Table 4. Molybdenum and copper concentrations and percentage sulfur in grass samples from two sampling sites during the first trial period.

Datum	Lokatie 1			Lokatie 2		
	ppm Mo	ppm Cu	% S	ppm Mo	ppm Cu	% S
10-1-00	9	19	0,23	9	14	0,22
27-4-00	16	18	0,35	19	12	0,35
31-5-00	16	16	0,29	16	16	0,29
05-7-00	8	8	0,28	10	6	0,17
18-8-00	11	20	0,45	15	8	0,29
15-9-00	16	12	0,25	8	15	0,40
25-9-00	12	10	0,27	8	14	0,38

noch over het verloop van de proef significante verschillen in het serumkopergehalte aangetoond worden tussen de met *All-trace* en de met *Copinox* gesupplementeerde dieren.

Mestonderzoek

De mestonderzoeken waren negatief voor maagdarmnematoden.

Grasanalyses

Tijdens de eerste proefperiode werden op meerdere tijdstippen grasanalyses uitgevoerd (Tabel 4) en daarbij werd telkens een aanvaardbaar tot hoog kopergehalte aangetroffen (streefgehalte > 5 ppm). De molybdeengehalten waren hoog (streefgehalte < 3 ppm) en bij 5 bepalingen oversteeg het molybdeengehalte zelfs het kopergehalte, daar waar de verhouding

Tabel 5. Molybdeen- en kopergehalten en het percentage zwavel in grasstalen genomen op het einde van de tweede proefperiode op de weiden van bedrijf 1 en 2.

Table 5. Molybdenum and copper concentrations and percentage of sulfur in grass samples from farms 1 and 2 at the end of the second trial period.

Lokatie	ppm Mo	ppm Cu	% S
1	33	9,4	0,41
2	20	7,4	0,33

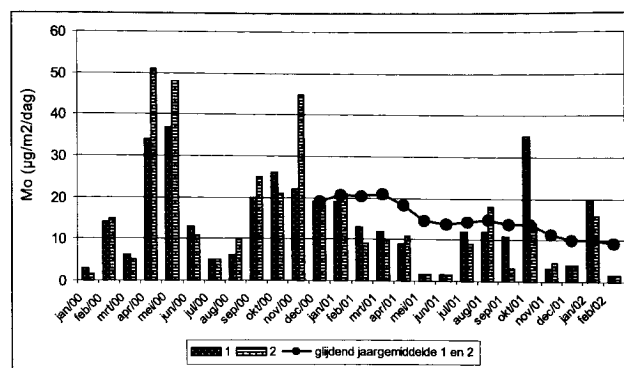
Cu/Mo minstens 2/1 moet zijn. Het percentage zwavel bleef binnen de toelaatbare concentraties (streefgehalte < 0,4%). In tabel 5 worden de molybdeen- en kopergehalten weergegeven van twee weiden aan het einde van het weideseizoen tijdens de tweede proefperiode. Hier zijn duidelijk te hoge molybdeengehalten aanwezig die twee tot drie keer hoger liggen dan de kopergehalten van het gras.

Molybdeenneerslag

Figuur 1 geeft de gemiddelde dagelijkse molybdeenneerslag weer in de directe nabijheid van de graasgronden. Hieruit blijkt dat er een sterke fluctuatie is van maand tot maand en uit het glijdend jaargemiddelde kan opgemaakt worden dat er tijdens de gevolgde periode een dalende trend aanwezig lijkt te zijn.

DISCUSSIE

Uit de resultaten van de eerste proef kunnen we besluiten dat op het gevolgde bedrijf het optreden van molybdenose tengevolge van een variërende industriële molybdeenneerslag voorkomen kan worden door toediening van intraruminale koperhoudende bolussen. De serumkopergehalten van de behandelde dieren bleven stabiel gedurende de weideperiode en in tegenstelling tot de vorige jaren werden er geen klinische symptomen van kopertekort opgemerkt. De noodzaak van supplementatie van de controledieren tijdens de proef is daar een bijkomend bewijs van. Het ontbreken van een controlegroep in het tweede deel van de proef maakt de interpretatie van die resultaten iets moeilijker. Een voorzichtige conclusie uit die tweede proef is dan ook dat er, binnen de beperking van het kleinere aantal staalnamen, geen statistisch significant verschil kon aangetoond worden tussen de twee bolussen.



Figuur 1. Gemiddelde dagelijkse molybdeenneerslag ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{dag}$) en glijdend jaargemiddelde van twee meetpunten.

Figure 1. Mean daily molybdenum fall-out ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$) and sliding year average at two sampling sites.

Er werd gekozen voor intraruminale bolussen omwille van beschikbaarheid, veiligheid en gemak van toediening. De toediening van de bolus kan gebeuren samen met de antiparasitaire profylaxie bij het uitweiden, waardoor de manipulaties van de vaarzen tijdens het weideseizoen tot een minimum beperkt blijven. Volgens de producenten van de bolussen bedraagt de werkzame duur van de bolussen ongeveer 6 tot 8 maanden, hetgeen voldoende is om de dieren tijdens het weideseizoen te beschermen. Tijdens de winter krijgen de vaarzen meestal krachtvoer bijgevoerd, waarbij extra koper aangevoerd wordt en waardoor veelal de koperreserves van de dieren aangevuld worden. Wanneer de dieren in de winterperiode ruwvoeder bijgevoerd krijgen, dat eveneens te veel molybdeen bevat, kan de koperdepletie ook tijdens de winter doorgaan. Om koperdepletie tijdens de winterperiode tegen te gaan, zou het kopergehalte in het krachtvoer kunnen opgedreven worden door toevoeging van de goedkope koperzouten (kopersulfaat, koperoxide). De Belgische wetgeving staat voor rundveevoeders echter maar een maximaal kopergehalte van 35 ppm toe. Een tweede manier om de koperstatus van de dieren in de winter terug op peil te brengen, is het bijvoederen van ruwvoeder afkomstig van koperrijke en molybdeenarme gronden. Praktische problemen verhinderen veelal deze benadering. Voor twee van de bedrijven die gevolgd werden in deze proef, werd daarom gekozen om in de toekomst koperbolussen toe te dienen zowel bij het uitweiden als bij het opstallen.

De preventie van kopertekort op weideniveau kan ook gebeuren door extra bemesting met koper. Dit is vooral effectief bij primair kopertekort. Bij secundair kopertekort door molybdeenovermaat is het beschermend effect duidelijk minder (D. Balloey, persoonlijke mededeling, 2001). Daarenboven is hoge koperbemesting in conflict met de huidige Vlaamse milieu-

wetgeving. Een andere aanpak op weideniveau is de remming van de opname van bodemmolybdeen door gewassen, door onder andere de bodem pH te verlagen (Thornton I., 1977, Barceloux, 1999). Dit is vooral effectief bij historische bodemvervuiling. Bij continue aanvoer van molybdeen, zoals op de gevolgd bedrijven, ligt het rendement van deze aanpak minder hoog. Een ander alternatief is de weiden niet meer gebruiken voor rundvee: monogastrische dieren, zoals paarden, zijn beduidend minder gevoelig voor molybdenose en kunnen deze weiden doorgaans probleemloos gebruiken (Mason, 1986). Ook geiten zijn, om een onbekende reden, in vergelijking met runderen en schapen vrij ongevoelig voor molybdenose (Anke *et al.*, 1985).

De meest logische preventie van molybdenose is uiteraard een reductie van de omgevingscontaminatie door het beperken van de emissies. Een zero-emissie is met de huidige technische middelen nog niet mogelijk in de molybdeenverwerkende industrie, maar zoals blijkt uit het glijdend jaargemiddelde worden de emissies progressief verminderd door verbeterde productiemethoden.

Een eerste mogelijk punt van kritiek op de proefopzet is het feit dat er bij de vergelijkende studie van de twee bolussen geen controlegroep aanwezig was. Wegens het erge kopertekort bij de controledieren tijdens het voorbije jaar was het echter niet mogelijk om de eigenaars te overtuigen om een groep dieren niet te behandelen. Wegens de jarenlange voorgeschiedenis van kopertekort op die weiden en wegens de blijvende molybdeencontaminatie van de weiden, zoals blijkt uit figuur 1, gaan we er voorzichtig van uit dat de invloed hiervan op de interpretatie van de resultaten eerder gering is. Ondertussen is op die bedrijven een bijkomend weideseizoen verlopen waarbij opnieuw preventief behandeld werd met de lage dosis koperbolus. De landbouwers waren tevreden over het klinische resultaat en een steekproef op een zestal dieren aan het einde van het weideseizoen toonde een gemiddeld kopergehalte van 11,7 $\mu\text{mol/L}$ aan.

Een tweede punt van kritiek kan de evaluatie van de koperstatus van de dieren aan de hand van de kopergehalten in het serum zijn. Lage kopergehalten in het serum zijn sterk indicatief voor kopertekort, maar normale kopergehalten sluiten geen kopertekort uit. Het kopergehalte in de lever geeft een betere indruk van de koperreserves van de dieren (Clark en Ellison, 1993; Vermunt en West, 1994; Radostits *et al.*, 2000). Bij runderen worden leverkopergehalten tussen 100 en 250 mg/kg DS als normaal beschouwd (Suttle, 1994; Radostits *et al.*, 2000). In het kader van deze

proef was het echter niet mogelijk om leverbiopten te nemen van de dieren. Om de veiligheid van kopersupplementen ten gronde te evalueren, is de bepaling van het kopergehalte in de lever daarentegen onmisbaar. Toxische hoeveelheden koper kunnen zich opstapelen in de lever terwijl het serumkopergehalte normaal blijft. Slechts wanneer de opstapelingscapaciteit van de lever overschreden wordt, komt het tot een hypercupremie.

Supplementatie met koper is bijgevolg enkel aangewezen bij dieren met een bewezen kopertekort en langdurige supplementatie zonder controle van bloed of bij voorkeur levergehalten houdt een risico op intoxicatie in. Dit geldt zeker wanneer substantiële hoeveelheden koper toegediend worden. Als eindconclusie van deze proef werd daarom geopteerd om in de toekomst te werken met de lage dosis koperbolus. Deze bolus kon tijdens de proefperiode een daling van de serumkopergehalten bij de runderen tegen gaan en gezien de lagere hoeveelheid koper in de bolus is er vrijwel geen risico op intoxicatie. Een bijkomend voordeel van deze bolus is dat hij in België verdeeld wordt voor gebruik bij runderen.

Supplementatie met koper was nodig bij de runderen in deze proef wegens de duidelijke symptomen van kopertekort in de vorige jaren. Volgens een beperkt onderzoek in 1999 en 2000 op een aantal bedrijven verspreid over België komt ook primair kopertekort meer voor dan verwacht (Löwik, 2001). De gemiddelde serumkopergehalten op die bedrijven zijn minder laag dan bij de bedrijven gevolgd in deze proef en de symptomen beperken zich meestal tot een vaag beeld van minder goede algemene conditie van de dieren, eventueel samengaand met huidafwijkingen. Een evaluatie van de koperstatus van runderbedrijven gevolgd door eventuele supplementatie en/of aangepaste bemesting lijkt volgens deze resultaten een bijkomend aandachtspunt te zijn voor de bedrijfsbegeleiding in de toekomst.

DANKBETUIGING

De firma's Bayer Benelux en COMED België worden bedankt voor het ter beschikking stellen van de bolussen. Het Laboratorium voor Parasitologie van de Faculteit Diergeneeskunde wordt bedankt voor het uitvoeren van de coprologische onderzoeken. De enthousiaste hulp van dierenartsen Tom Laevens en Maarten Löwik bij de proef wordt eveneens sterk geapprecieerd.

LITERATUUR

- Anke M., Groppe B., Grun M. (1985). Essentiality, toxicity, requirement and supply of molybdenum in humans and animals. In: Mills C.F., Bremner I. and Chesters J.K. (editors). *Trace elements in man and animals*, vol 5, Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 154-157.
- Barceloux D.G. (1999). Molybdenum. *Clinical Toxicology* 37, 231-237.
- Clark R.G., Ellison R.S. (1993). Mineral testing - The approach depends on what you want to find out. *New Zealand Veterinary Journal* 41, 98-100.
- Eisler R. (1989). Molybdenum hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. *U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report* 85, 1.19, 1-61.
- Gardner W.C., Popp J.D., Quinton D.A., Mir Z., Mir P.S., Buckley W.T. (1996). Animal response to grazing on reclaimed mine tailings. *Proceedings of the Twentieth Annual British Columbia Mine Reclamation Symposium*, 23-31.
- Löwik M. (2001). Kopertekort bij Runderen. *Scriptie voorgedragen tot het behalen van het diploma van dierenarts*. Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent
- Maas J., Smith B.P. (2002). Copper deficiency in ruminants. In: Smith B.P. (editor). *Large Animal Internal Medicine: diseases of horses, cattle, sheep and goats*, third edition, Mosby, St. Louis, p. 783-786.
- Mason J. (1986). Thiomolybdates: Mediators of molybdenum toxicity and enzyme inhibitors. *Toxicology* 42, 99-109.
- Radostits O.M., Blood D.C., Gay C.C., Hinchcliff K.W. (2000). Diseases Caused by Nutritional Deficiencies: Copper Deficiency. In: Radostits O.M., Blood D.C., Gay C.C., Hinchcliff K.W. (editors). *Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses*, 9th edition, W.B. Saunders Company Ltd., London, p. 1487-1502.
- Suttle N.F. (1994). Meeting the copper requirements of ruminants. In: Garnsworthy P.C., Cole D.J.A. (editors). *Recent Advances in Animal Nutrition*, Nottingham Univ. Press, p. 173-187.
- Swann D.A., Creeper J.H., White C.L., Ridings M., Smith G.M., Costa N.D. (1998). Molybdenum poisoning in feedlot cattle. *Australian Veterinary Journal* 76, 345-349.
- Thornton I. (1977). Biogeochemical studies on molybdenum in the United Kingdom. In: Chappell W.R. and Petersen K. K. (editors). *Molybdenum in the environment*, Marcel Dekker Inc., New York, p. 341-369.
- Vermunt J.J., West D.M. (1994). Predicting copper status in beef-cattle using serum copper concentrations. *New Zealand Veterinary Journal* 42, 194-196.