

Afdeling Anorganische
Contaminanten 1986-05-13
RAPPORT 86.52 Pr.nr. 404.0500
Onderwerp: Koper in levers van
Nederlandse mestkalveren.
Bijlagen: 4
Voorgaand verslag: 84.83

Verzendlijst: directeur, directie VKA, LAC-Stuurgroep Vee, Vlees en
Eieren, LAC-Werkgroep Zware Metalen, Vreman (IVVO),
sektorhoofd, afdeling ACON (4x), bibliotheek (1x),
projektleider, projektbeheer, Agralin, circulatie.

RAPPORT 86.52

Pr.nr. 404.0500

Projekt: Onderzoek naar voorkomen, gehalte en stapeling van diverse zware metalen en spoorelementen in landbouw- en visserij- produkten.

Onderwerp: Koper in levers van Nederlandse mestkalveren.

Bijlagen: 4.

Voorgaand verslag: 84.83

Doel:


Vaststellen en verklaren van de koperniveaus in de levers van Nederlandse mestkalveren.

Samenvatting en conclusies:

Naar aanleiding van een in 1983/1984 door het RIKILT uitgevoerd onderzoek werd een vervolgonderzoek uitgevoerd naar de kopergehalten in levers van mestkalveren. In verband met een mogelijke interactie werden tevens de ijzer-, zink- en mangaangehalten in kalfslevers bepaald. Daarnaast werden levers van pasgeboren kalveren en kunstmelkpoeders van 26 verschillende fabrikanten onderzocht.

- De kopergehalten in de levers van pasgeboren kalveren varieerden van 82 mg/kg tot 456 mg/kg (droge stof), waarbij het gemiddelde gehalte op 313 mg/kg lag. Deze gehalten bevestigen het feit, dat kalveren in het algemeen worden geboren met een aanzienlijke koperreserve, welke grotendeels is opgeslagen in de lever.
- De koper-, ijzer-, zink- en mangaanconcentraties in kunstmelkpoeders vertoonden een aanzienlijke spreiding. De kopergehalten varieerden van 0.3 tot 17 mg/kg. De EG-norm voor koper in kunstmelkpoeders (30 mg/kg) werd derhalve niet overschreden.
- De ijzer- en zinkgehalten welke in kalfslevers in het huidige onderzoek werden gevonden lagen op een iets hoger niveau dan de gehalten die in 1983/1984 werden aangetroffen. Voor ijzer, zink en mangaan werden mediaanwaarden gevonden van respectievelijk 60, 475 en 4.7 mg/kg droog produkt.

- Er werd een significante negatieve correlatie gevonden tussen de zink en kopergehalten in kalfslevers. Gezien het beperkte aantal monsters en het feit, dat deze relatie in het vorige onderzoek niet werd gevonden, dient hieraan vooralsnog niet te veel waarde te worden gehecht.
- Ook in het huidige onderzoek werden in een aantal monsters kalfslever zeer hoge kopergehalten (> 1000 mg/kg d.s.) aangetroffen, terwijl opnieuw de spreiding in de gehalten aanzienlijk bleek. De gevonden kopergehalten lijken gerelateerd aan de koperniveaus in kunstmelkpoeders in combinatie met de zeer efficiënte koperbenutting door het kalf. Daarnaast kan koperopname plaatsvinden via het drinkwater of via het likken aan stangen e.d. De belangrijkste bijdrage wordt echter geleverd door het kunstmelkpoeder.
- Het is onwaarschijnlijk, dat incidentele consumptie van kalfslever met een hoog Cu-gehalte problemen voor de gezondheid oplevert.
- Het is nog onduidelijk in hoeverre de hoge koperniveaus in de lever toxiciteitseffekten bij het dier kunnen induceren. Overdrachtsonderzoek zal mogelijk uitsluitel moeten geven omtrent de optimale kopervoorziening van het kalf en de niveaus waarbij kopertoxiciteitseffekten bij het dier kunnen optreden. Op basis van de resultaten van het huidige onderzoek lijken koperniveaus van circa 5 mg/kg in het voer voldoende voor een toereikende kopervoorziening van het kalf.

Verantwoordelijk : dr G. Vos 
Medewerker(s)/Samensteller(s): dr G. Vos en J.J.M.H. Teeuwen
Projectleider : dr G. Vos

Inhoud

1. Inleiding
2. Experimentele gegevens
 - 2.1 Monsterinformatie
 - 2.2 Analyse
3. Resultaten en discussie
 - 3.1 Koper, ijzer, zink en mangaan in kalfslevers
 - 3.2 Koper in levers van pasgeboren kalveren
 - 3.3 Koper, ijzer, zink en mangaan in kunstmelkpoeders
 - 3.4 Koper-absorptie door mestkalveren
 - 3.5 Invloed ijzer, zink en mangaan op de koper-absorptie
 - 3.6 Beoordeling van de kopergehalten in kalfslevers op basis van humane consumptie-criteria
 - 3.7 Beoordeling van de kopergehalten in kalfslevers en kunstmelkpoeders met het oog op de gezondheid van het dier
4. Conclusies
5. Referenties

Bijlage 1: Koper-, ijzer- en zinkgehalten in kalfslevers, bemonsterd in 1983

Bijlage 2: Koper-, ijzer-, zink- en mangaangehalten in kalfslevers, bemonsterd in 1985

Bijlage 3: Kopergehalten in levers van pasgeboren kalveren

Bijlage 4: Koper-, ijzer-, zink- en mangaangehalten in kunstmelkpoeders, bemonsterd in 1984 en 1985

1. Inleiding

Als vervolg op een in 1982 verricht onderzoek (1) werd door het RIKILT in 1983/1984 een onderzoek uitgevoerd naar de cadmium-, lood-, koper-, ijzer- en zinkgehalten van monsters vlees, levers en nieren van kalveren (2). In laatstgenoemd onderzoek werden zeer hoge kopergehalten aangetroffen in kalfslevers. Tevens vertoonden de gehalten een zeer grote spreiding. In dit onderzoek werd vastgesteld, dat bij consumptie van 100 gram kalfslever de maximaal toelaatbare dagelijkse koperopname kan worden overschreden. Tevens werden gehalten aangetroffen waarbij, volgens sommige literatuurgegevens, leverbeschadigingen bij het kalf kunnen optreden.

Op basis van bovengenoemde aspecten werd nader onderzoek wenselijk geacht door de LAC werkgroep Zware Metalen en de LAC stuurgroep Vee, Vlees en Eieren. Hiertoe werden de, in 1985 in het kader van het VREK-programma ontvangen kalfslevermonsters onderzocht op hun kopergehalte. Tevens werden in deze monsters de zink-, ijzer- en mangaanconcentraties bepaald in verband met een mogelijke interactie van deze elementen met het kopermetabolisme (3). Daarnaast werden de kopergehalten bepaald in levers van tijdens of vlak na de geboorte overleden kalveren. Gezien het feit, dat mestkalveren vrijwel uitsluitend worden gevoerd met kunstmelkpoeders, werden tevens kunstmelkpoeders van 26 fabrikanten onderzocht.

2. Experimentele gegevens

2.1 Monsterinformatie

De kalfleversmonsters waren afkomstig van normale slachthuizen in de kringen 5 (NO-Gelderland), 7 (Gelderland, Achterhoek), 13 (N-Brabant Oost) en 15 (Z-Limburg).

De levers van tijdens of vlak na de geboorte overleden kalveren werden ter beschikking gesteld door het Instituut voor Veevoedingsonderzoek te Lelystad.

De kunstmelkpoeders waren afkomstig van 26 verschillende fabrikanten.

2.2 Analyse

De levermonsters werden, voorafgaand aan de analyse, gevriesdroogd en gehomogeniseerd. Zowel de lever- als de melkpoedermonsters werden gestrueerd met behulp van een geprogrammeerde droge verassingsprocedure (4). De asrest werd opgelost in 0,5 M HCl.

De Cu-, Fe-, Zn- en Mn-concentraties werden bepaald met behulp van ICP-AES, waarbij een ijklijnprocedure werd toegepast. De kopergehalten in de kunstmelkpoeders werden tevens bepaald met behulp van vlam-AAS.

3. Resultaten en discussie

3.1 Koper, ijzer, zink en mangaan in kalfslevers

In tabel 1 zijn de resultaten van het huidige onderzoek en van het in 1983/1984 uitgevoerde onderzoek (2) samengevat. Om een vergelijking met literatuurgegevens te vergemakkelijken zijn de gehalten uitgedrukt in mg/kg droge stof. Het gemiddelde droge stof gehalte van de onderzochte kalfslevers bedroeg 28.8%. De individuele analyseresultaten zijn opgenomen in de bijlagen 1 en 2.

De kopergehalten varieerden van 18 tot 1900 mg/kg. De mediaanwaarde lag op 443 mg/kg. De resultaten van het huidige onderzoek bevestigen de in 1983/1984 verkregen onderzoeksresultaten. De hoeveelheid (recente) literatuurgegevens met betrekking tot de koperniveaus in de levers van mestkalveren is beperkt. Abdelrahim (5) vond bij een onderzoek naar de effecten van Fe-toedieningen een gemiddeld Cu-gehalte van 1277 mg/kg in de levers van kalveren uit de controlegroep (n=8). Narres et al. (6) rapporteerden voor kalfslevers kopergehalten van 1042-1059 mg/kg. Op basis van deze gegevens zou gesteld kunnen worden, dat kopergehalten van > 1000 mg/kg in kalfslevers niet ongevoen zijn. Ook Suttle (7), Williams (8) en Kirchgessner en Neesse (9) verrichtten onderzoek naar de koperniveaus in mestkalveren, maar deze auteurs vermeldden geen specifieke gegevens omtrent de Cu-gehalten in levers. De koperniveaus in levers van volwassen rundvee liggen beduidend lager (10,11).

De ijzergehalten varieerden van 35 tot 138 mg/kg, met een mediaanwaarde van 60 mg/kg. In 1983/1984 werden iets lagere ijzergehalten gevonden. Abdelrahim (5) vond in de kalfslevers uit de controlegroep (n=8) een gemiddeld ijzergehalte van 83 mg/kg. Suttle (7) onderzocht het ijzergehalte in kalveren, waarbij de karkassen werden verdeeld in twee fracties. In de eerste fractie, welke voornamelijk vlees en beenderen bevatte, werd een ijzergehalte van 225 mg/kg gevonden. De tweede fractie, waarin zich o.a. de lever bevond, bevatte 115 mg Fe/kg.

Fitzgerald et al. (2) vonden in de levers van kalveren van 30, 60 en 120 dagen ijzergehalten van respectievelijk 239, 104 en 149 mg/kg. Doyle en Spaulding (3) vermeldden voor de levers van rundvee een ijzergehalte van ca. 310 mg/kg.

Voor zink in kalfslevers werd een mediaanwaarde van 475 mg/kg gevonden, waarbij de gehalten varieerden van 92 tot 1147 mg/kg. Ook voor Zn lagen de gehalten hoger dan bij het in 1983/1984 uitgevoerde onderzoek. Fitzgerald et al. (12) vonden in kalfslevers Zn-gehalten van 91 tot 100 mg/kg. Miller et al. (14) rapporteerden voor kalfslevers een gemiddeld Zn-gehalte van 125 mg/kg. Doyle en Spaulding (13) vermeldden voor runderlevers een zinkgehalte van 190 mg/kg. In vergelijking met de literatuurgegevens zijn de in het huidige onderzoek gevonden zinkgehalten als tamelijk hoog aan te merken.

De mangaangehalten in kalfslevers zijn in het algemeen laag. De mediaanwaarde lag op 4.7 mg/kg, waarbij de gehalten varieerden van 2.1 tot 9.9 mg/kg. Literatuurgegevens omtrent de mangaangehalten in organen van kalveren zijn schaars. Williams vond in de interne organen en het bloed een mangaangehalte van 1.8 ± 0.06 mg/kg. Kirchgessner en Neesse (9) vonden in de organen een gemiddelde Mn-concentratie van 2.1-4.0 mg/kg.

3.2 Koper in levers van pasgeboren kalveren

Het gemiddelde kopergehalte in de levers van tijdens of vlak na de geboorte overleden kalveren bedroeg 313 mg/kg droge stof (mediaanwaarde: 343 mg/kg). De gehalten varieerden van 82 tot 456 mg/kg. De individuele analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3. De gevonden gehalten komen goed overeen met in de literatuur vermelde gegevens. Van der Grift (16) rapporteerde voor levers van pasgeboren kalveren een gemiddeld kopergehalte van 339 mg/kg. Fitzgerald et al. (12) vonden in de lever van een 4-5 maanden oude foetus een kopergehalte van 227 mg/kg. Het moederdier werd gevoederd met, via rioolslib, gecontamineerd voer. Weiss en Baur (1) vonden in de levers van pasgeboren kalveren 150-750 mg Cu/kg.

Hoewel grote individuele verschillen op kunnen treden is het duidelijk, dat kalveren in het algemeen geboren worden met een aanzienlijke koperreserve, welke grotendeels is opgeslagen in de lever.

Koper accumuleert in de lever van de foetus in een zeer vroeg stadium van de zwangerschap. Bij moederdieren met een kopergebrek treedt de accumulatie in de lever van de foetus op onafhankelijk van de koperstatus van het moederdier, tot de foetus 180 dagen oud is. Daarna neemt het kopergehalte in de lever van de foetus af indien het moederdier een kopergebrek heeft. Bij moederdieren met een toereikende koperstatus blijft het kopergehalte in de lever van de foetus toenemen(18). Na de geboorte zal het kopergehalte in de lever gewoonlijk geleidelijk afnemen. Fitzgerald et al. (12) vonden in de levers van kalveren van 30, 60 en 120 dagen kopergehalten van, respectievelijk, 142.0, 15.1 en 19.9 mg/kg. Kirchgessner en Neesse (9) rapporteerden voor kalveren van 58, 99 en 155 kg gehalten van respectievelijk 67.3, 19.4 en 19.5 mg/kg voor koper in organen. Met het oog op deze gegevens is het derhalve opvallend dat de in het huidige en in het in 1983/1984 uitgevoerde onderzoek gevonden kopergehalten in kalfslevers veelal aanzienlijk hoger liggen dan de koperniveaus in de levers van pasgeboren kalveren.

3.3 Koper, ijzer, zink en mangaan in kunstmelkpoeders

De resultaten van het onderzoek naar de Cu-, Fe-, Zn- en Mn-gehalten in kunstmelkpoeders zijn samengevat in Tabel 2. De individuele analyse-resultaten zijn opgenomen in bijlage 4. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat de herhaalbaarheid van de koper- en ijzeranalyses tamelijk slecht was, vooral voor monsters met hogere gehalten. Vermoedelijk werd dit veroorzaakt door een inhomogene verdeling van genoemde elementen in deze monsters. In totaal werden kunstmelkpoeders van 26 fabrikanten onderzocht.

Voor koper, ijzer, zink en mangaan werden mediaanwaarden van respectievelijk 3.6, 8.8, 72 en 21 mg/kg gevonden. Opvallend is de grote spreiding in gehalten welke werd aangetroffen. Ook tussen producten van dezelfde fabrikant kunnen aanzienlijke verschillen optreden. De EG-richtlijn (19) voor koper in melkvervangers voor kalveren (30 mg/kg) werd niet overschreden. Om voor steun in aanmerking te komen mag het kopergehalte niet hoger zijn dan 25 mg/kg. Ook deze grens werd niet overschreden.

3.4 Koper-absorptie door mestkalveren

De koperbehoefte van het kalf en de grens, waarboven toxiciteitsverschijnselen op kunnen gaan treden zijn nauw gerelateerd aan de efficiëntie van de koperbenutting door het dier. Diverse onderzoekers hebben de koperabsorptie bij kalveren bestudeerd. De resultaten van de verschillende overdrachtsonderzoeken zijn samengevat in Tabel 3. De resultaten van de diverse overdrachtsonderzoeken variëren sterk. Factoren, die hieraan mede ten grondslag kunnen liggen zijn verschillen in de duur van de proef en in de voedersamenstelling. De resultaten van de Nederlandse onderzoekingen, uitgevoerd door de CCF (21) en Abdelrahim (5), lijken redelijk met elkaar in overeenstemming. Ten aanzien van het door de CCF (21) rond 1960 uitgevoerde onderzoek dient opgemerkt te worden, dat de mondeling verstrekte informatie nogal summier was. De resultaten van het Hoornse onderzoek (34) wijken nogal af van die van bovengenoemde onderzoekingen. In dit onderzoek bleken 3 controlegroepen (geen extra Zn aan poeder toegevoegd), die elk 10 kalveren omvatten en 24 mg Cu/kg poeder extra kregen toegediend als CuO, een aanzienlijke variatie in de kopergehalten van de levers te vertonen. De gemiddelde kopergehalten van de levers variëerden van de 522-940 mg/kg. Een verdere verhoging van de kopertoevoeging tot 40 mg Cu/kg poeder bleek niet te leiden tot een significante toename van het kopergehalte in de lever.

Uit de diverse overdrachtsonderzoeken is in elk geval wel gebleken, dat de koperbenutting zeer efficiënt is. Suttle (7) schatte de koperretentie bij met kunstmelk gevoederde kalveren op 23%. Op basis van het door Abdelrahim (5) uitgevoerde onderzoek lijkt dit aan de lage kant. Abdelrahim bestudeerde de effecten van extra Fe-toevoegingen aan het voer. In de controlegroep werd 44.1% van de totaal ingenomen hoeveelheid Cu geabsorbeerd. Hiervan werd 86.0% opgeslagen in de lever. Bij extra Fe-toediening bedroeg de absorptie 53.6%, waarvan 90.6% in de lever werd teruggevonden. Ook Bremner en Dalgarno (35,36) maakten melding van een zeer hoge koperretentie (50-55%) bij met melkpoeders gevoede kalveren.

Op basis van de onderzoeksresultaten van Abdelrahim (5) werden kopergehalten in levers berekend, uitgaande van de kopergehalten, welke werden aangetroffen in kunstmelkpoeders. Hierbij werd aangenomen dat:

- a) 40% van de totale hoeveelheid toegediend koper wordt opgeslagen in de lever (5),

- b) het gewicht van de lever van het geslachte dier 1100 gram (d.s.) bedraagt (5) en
- c) door het kalf gedurende de mestperiode gemiddeld 320 kg melkpoeder wordt geconsumeerd (22).

De resultaten van deze berekening zijn in tabel 4 vergeleken met de in de levermonster uit 1983 en 1985 gevonden kopergehalten.

Bij de berekening van de kopergehalten in de levers is geen rekening gehouden met de kopervoorraad, welke aanwezig is in de levers van pasgeboren kalveren.

Bovendien zou de verdeling van de berekende gehalten vermoedelijk iets anders komen te liggen, indien het marktaandeel van de diverse melkpoederfabrikanten in de berekening zou zijn verdisconteerd. Ook de koperopname via het drinkwater is niet ingecalculleerd. Afhankelijk van de toegepaste dienst- en binnenleidingen en van de pH en de hardheid van het drinkwater, kunnen de Cu-concentraties in drinkwater variëren van 0,002-2 mg/l (23), hoewel de gedurende laatste jaren op grote schaal toegepaste deelontharding en pH-verhoging van het drinkwater inmiddels ongetwijfeld geleid hebben tot een verlaging van de Cu-concentraties in het drinkwater. Kalveren consumeren gedurende de mestperiode ca. 2300 l water, hetgeen betekent, dat de koperinneming via het drinkwater 5-5000 mg zou kunnen bedragen. Ondanks de verschillende bezwaren, die aan de gehanteerde berekeningsmethode kleven, komen de berekende kopergehalten zeer goed overeen met de in kalfslevers gevonden gehalten. Dit suggereert, dat de gevonden hoge Cu-concentraties en de zeer grote spreiding in de gehalten verklaard kunnen worden op basis van de koperniveaus in de voeders.

3.5 Invloed van ijzer, zink en mangaan op de koperabsorptie

Er zijn vele factoren, die de opname van metalen door mens, plant en dier kunnen beïnvloeden. Een zeer belangrijke factor is de beschikbaarheid voor absorptie van de in de voeding aanwezige stof. Aangenomen mag worden, dat de biologische beschikbaarheid van het in kunstmelkpoeders aanwezige koper hoog is. De mate van absorptie zou beïnvloed kunnen worden door de aanwezigheid van andere macro- of micronutriënten. Zo zouden verschillen in kopertolerantie tussen herkauwers en niet-herkauwers o.a. veroorzaakt worden door verschillen in de

hoeveelheden aan ijzer, zink, molybdeen, seleen en anorganisch zwavel in het dieet (3). Suttle en Mills (15) vonden, dat een koperintoxicatie bij varkens opgeheven kon worden door de toevoeging van 150 mg/kg zink en ijzer aan het dieet. Abdelrahim (5) voerde een voederproef uit met mestkalveren, waarbij van de 10e t/m de 16e week 7 mg Fe/kg extra aan het dieet werd toegevoegd. De extra ijzertoevoeging leidde tot een geringe toename in de koperabsorptie.

Van Leeuwen en Weide (34) vonden een afname van het kopergehalte in de lever na de toevoeging van extra zink aan het melkpoeder. Deze antagonistische werking van extra toegediend zink werd opgeheven door tegelijkertijd 15% gemodificeerde sojabloem in het melkpoedermengsel op te nemen.

In het huidige onderzoek werd een significante lineaire relatie gevonden tussen de koper- en de zinkgehalten in de levers.

Een dergelijke negatieve correlatie werd niet gevonden in het vorige onderzoek, maar stemt wel overeen met het door Van Leeuwen en Weide gevonden antagonisme:

$$\begin{array}{ll} 1985: y = 843.37 - 0.38 x & r = 0.59 \quad (x = \text{Cu}; y = \text{Zn}) \\ 1983: y = 376.45 - 0.03 x & r = 0.06 \\ 1985 + 1983: y = 658.46 - 0.27 x & r = 0.41 \end{array}$$

In het vorige onderzoek werden wel significante (positieve) correlaties gevonden tussen de zink- en de kopergehalten in de nieren en tussen zinkgehalten in de levers en de kopergehalten in de nieren. Gezien het beperkte aantal monsters dient aan genoemde relaties vooralsnog niet te veel waarde te worden gehecht.

Er werden geen relaties gevonden tussen de kopergehalten in de levers en de ijzer- en mangaangehalten, hetgeen overigens niet behoeft te betekenen, dat de koperabsorptie niet beïnvloed wordt door deze elementen.

Voor de bestudering van inter-element relaties is een onderzoek van uitsluitend levermonsters niet toereikend, maar dient een overdrachtsstudie onder goed gecontroleerde omstandigheden te worden uitgevoerd.

3.6 Beoordeling van de kopergehalten in kalfslevers op basis van humane consumptie-criteria

Voor essentiële elementen als koper dient de beoordeling van de dagelijkse opname te geschieden tegen de achtergrond van een tweetal criteria:

1) hoeveel heeft het organisme minimaal nodig om naar behoren te functioneren en

2) boven welke grens treedt schade op door een te hoge belasting.

Door een expert committee van de WHO (24) werd in 1973 gesteld, dat een voldoende voorziening met koper verzekerd is bij 80 µg/kg lichaamsgewicht bij zuigelingen, 40 µg/kg bij schoolkinderen en 30 µg/kg bij volwassenen.

In de USA is de aanbevolen dagelijkse koperopname vastgesteld op 2-3 mg voor volwassenen (25).

De bovengrens is afkomstig van de Joint expert committee on food additives van de WHO en FAO (26), die in 1982 een voorlopige maximaal aanvaardbare dagelijkse belasting van 0.5 mg/kg lichaamsgewicht vaststelde. Op deze bovengrens zit een aanzienlijke veiligheidsmarge (27).

De gemiddelde dagelijkse koperopname ligt in Nederland, evenals in andere landen, vrij laag. Op basis van de koperniveaus in voedingsmiddelen is de gemiddelde dagelijkse voorziening berekend op 1.75 mg Cu (28). Het toenmalige RIV kwam bij de analyse van 201 monsters duplicaat 24-uursvoeding zelfs niet hoger dan 1.4 mg, waarbij de waarden varieerden van 0.2-6 mg (29).

Op basis van deze gegevens kan derhalve gesteld worden, dat de koperinneming in Nederland nauwelijks voldoet aan de aanbevolen dagelijkse opname van 2-3 mg. Mede gezien in dit licht dienen de koperniveaus in kalfslevers dan ook niet als bezwaarlijk voor humane consumptie te worden beschouwd. De maximaal toegestane dagelijkse koperopname kan bij consumptie van 100 gram kalfslever weliswaar worden overschreden, maar gezien de ruime veiligheidsmarge, welke in de normstelling is ingebouwd, zal een incidentele en beperkte overschrijding van deze norm geen problemen opleveren, maar zal vermoedelijk eerder bijdragen aan een toereikende kopervoorziening van het individu.

3.7 Beoordeling van de kopergehalten in kalfslevers en kunstmelkpoeders met het oog op de gezondheid van het dier

Zowel ten aanzien van de koperbehoefte van het kalf als ten aanzien van koperniveaus in het voer, waarbij toxiciteitsverschijnselen bij het kalf op gaan treden, zijn de literatuurgegevens nogal tegenstrijdig.

Volgens Suttle (7) zou de koperbehoefte van het kalf gedekt kunnen worden met een koperniveau van 0.5 mg/kg in het voer. Volgens Toullec et al. (30) zou het voer 5-10 mg Cu/kg moeten bevatten voor een toereikende koperstatus van het dier. Matrone et al. (31) stelden, dat een opname van 6 mg Cu/dag toereikend is voor een normaal serum-kopergehalte. Volgens Vreman (37) moeten kopergehalten van ca. 20 mg/kg (d.s.) in de lever als ondergrens worden beschouwd. Uitgaande van de resultaten van Abdelrahim (5) en die van het huidige onderzoek kan worden berekend, dat Cu-gehalten van 1, 3 en 5 mg/kg in het voer zullen leiden tot Cu-niveaus van respectievelijk ca. 115, 350 en 580 mg/kg (d.s.) in de lever. Hieruit kan worden afgeleid dat in de koperbehoefte van het kalf kan worden voorzien met koperniveaus in het voer, die zeer ruim onder de door EG vastgestelde norm van 30 mg/kg liggen. Dit wordt bevestigd door het feit, dat de kopergehalten in de kunstmelkpoeders ook in de praktijk in het algemeen op een aanmerkelijk lager niveau liggen.

Zoals eerder gesteld zijn ook de literatuurgegevens ten aanzien van de diertoxiciteit weinig éénsluidend. Toullec et al. (30) meenden, dat een kopergehalte van 10 mg/kg in het voer niet overschreden moet worden.

In een recente publicatie in het Tijdschrift voor Diergeneeskunde (32) wordt de grens, waarboven intoxicaties op kunnen treden gesteld op 115 mg Cu/kg voer. Deze grenswaarde is vermoedelijk afgeleid van de resultaten van een door Shand en Lewis (20) uitgevoerd onderzoek, waarin kalveren werden gevoederd met een melkvervanger, die respectievelijk 72 en 115 mg Cu/kg bevatte. Echter, hoewel de dieren ogenschijnlijk gezond bleven, werden na het slachten bij de dieren uit beide groepen leverbeschadigingen geconstateerd. Ook op basis van de resultaten van andere onderzoeken lijkt een grenswaarde van 115 mg Cu/kg melkpoeder aan de hoge kant.

Weiss en Baur (17) koppelden de toxiciteitscriteria aan de koperniveaus in de lever. Deze auteurs stelden, dat het kritische kopergehalte in de lever op ca. 1000 mg/kg (d.s) ligt. Boven dit niveau zouden leverafwijkingen optreden. Shand en Lewis (20) vonden in een praktijksituatie een kopergehalte van 1300 mg/kg in levers van kalveren met een chronische kopervergiftiging. Door de Veterinaire Faculteit van de Rijksuniversiteit Utrecht werden tot nu toe overigens geen leverafwijkingen bij Nederlandse mestkalveren geconstateerd (33).

In de in 1983 en 1985 bemonsterde kalfslevers werd in 30% van de onderzochte monsters de grens van 1000 mg/kg overschreden. Op basis van de in 3.4 gegeven benadering kan berekend worden, dat een kopergehalte van 1000 mg/kg in de lever bereikt zou kunnen worden bij een koper-niveau van ca. 8.6 mg/kg in het voer.

4. Conclusies

De resultaten van het in dit rapport beschreven onderzoek zijn, voor wat betreft de koperniveaus in kalfslevers, in overeenstemming met die van het in 1983/1984 uitgevoerde onderzoek. De koperniveaus in kalfslevers variëren sterk, waarbij zeer hoge gehalten (> 1000 mg/kg) kunnen voorkomen.

De in kalfslevers aangetroffen kopergehalten lijken in belangrijke mate bepaald te worden door de koperniveaus in de kunstmelkpoeders. Hoewel de door de FAO/WHO geformuleerde maximaal aanvaardbare dagelijkse koperopname kan worden overschreden bij consumptie van 100 gram kalfslever, lijken de huidige koperniveaus in kalfslevers geen problemen op te leveren ten aanzien van humane consumptie.

Voor wat betreft de toxiciteit van koper voor het dier en de koperbehoefte van het kalf zijn de literatuurgegevens nogal tegenstrijdig. De in de literatuur genoemde grenswaarde van 1000 mg/kg (d.s.) in de lever werd in ca. 30% van de monsters overschreden. Ook ten aanzien van de koperbehoefte van het kalf zijn de literatuurgegevens weinig eensluidend. Op basis van de in dit rapport vermelde gegevens lijkt een niveau van circa 5 mg Cu/kg voer voldoende voor een toereikende kopervoorziening van het kalf.

Overdrachtsonderzoek, waarbij aandacht besteed wordt aan de koperbehoefte van het kalf en aan het optreden van leverafwijkingen ten gevolge van een te hoge koperbelasting, zal mogelijk uitsluitend moeten geven omtrent de wenselijk geachte koperniveaus in kunstmelkpoeders voor kalveren.

Dankwoord

Opsteller dezes is ir K. Vreman (IVVO) erkentelijk voor zijn constructieve bijdrage aan de totstandkoming van dit rapport.

5. Referenties

1. N.G. van der Veen et al.
RIKILT-rapport 83.26 (1983)
2. G. Vos en H.J. Keukens
RIKILT-rapport 84.83 (1984)
3. Mineral tolerance of domestic animals
National Academy of Sciences, Washington D.C. (1980)
4. RIKILT-analysevoorschrift nr. A 339
5. A.I. Abdelrahim, The role of iron supply in the fattening
of veal calves, Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht (1983)
6. H-D. Narres, P. Valenta en H.W. Nürnberg, Fres. Z. Anal.
Chem. 317, 484 (1984)
7. N.F. Suttle, Br. J. Nutr. 42, 89 (1985)
8. A.P. Williams, J. Agric. Sci. Camb. 90, 617 (1978)
9. M. Kirchgessner en K.R. Neesse, Z. Lebensm. Unters.-Forsch.
6, 1 (1976)
10. J. Hartmans, De Buffer 31(2), 54 (1985)
11. W.T. Binnerts, De Buffer 31(2), 59 (1985)
12. P.R. Fitzgerald, J. Peterson en C. Lue-Hing, Am. J. Vet. Res.
46, 165 (1985)
13. J.J. Doyle en J.E. Spaulding, J. Anim. Sci. 47, 398 (1978)
14. W.J. Miller, D.M. Blackman, R.P. Gentry en F.M. Pate, J. Nutr.
100, 893 (1970)
15. N.F. Suttle en C.F. Mills, Br. J. Nutr. 20, 135 (1966)
16. J. v.d. Grift, Staatsdrukkerij 's Gravenhage (1955)
17. E. Weiss en P. Baur, Zentralbl. Veterin. Med. 15, 156 (1968)
18. M.E. Smart en D.A. Christensen, Can. J. Comp. Med. 622 (1985)
19. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen Nr. L 350/17 (1983)
20. A. Shand en G. Lewis, Vet. Rec. 69, 618 (1957)
21. C. Glas, CCF, persoonlijke mededeling
22. Denkavit, persoonlijke mededeling
23. B.J.A. Haring, Lead in drinking water, Proefschrift Universiteit
van Amsterdam (1984)

24. WHO Expert Committee, WHO Techn. Report. Ser. no. 532 (1973)
25. Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances, Ninth Edition, National Academy of Sciences, Washington D.C. (1980)
26. Twenty-sixth report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives, WHO Techn. Report Ser. no. 683; WHO Food Add. Ser. no. 17 (1982)
27. T. Staarink, Hoofd Inspectie Levensmiddelen, persoonlijke mededeling
28. T. Staarink, Koper in het voedingsmiddelenpakket, notitie HIL (1986)
29. T. Staarink en P. Hakkenbrak, Het Contaminantenboekje, 3e druk, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage (1984)
30. R. Toullec, M. Theriez en P. Thivend, World Animal Rev. 33, 22 (1980)
31. G. Matrone, C. Conley, G. Wise en R. Waugh, J. of Dairy Sci. 40, 1437 (1957)
32. Anon., Tijdschrift voor Diergeneeskunde 110, 405 (1985)
33. A.J.H. Schotman, Mededeling LAC werkgroep Zware Metalen dd. 05-03-1986
34. J.M. van Leeuwen en H.J. Weide, Landbouwkundig Tijdschrift 81, 22 (1969)
35. I. Bremner en A.C. Dalgarno, Br. J. Nutr. 29, 229 (1973)
36. I. Bremner en A.C. Dalgarno, Br. J. Nutr. 30, 61 (1973)
37. K. Vreman, schriftelijke mededeling dd. 1986-07-17

Tabel 1. Cu-, Fe-, Zn- en Mn-gehalten (in mg/kg droog produkt) van kalfslevers, bemonsterd in 1983 en in 1985.

	Cu		Fe		Zn		Mn
	1983	1985	1983	1985	1983	1985	1985
Aantal monsters	20	20	20	20	20	20	20
Laagste gehalte	20	18	37	35	115	92	2.1
Hoogste gehalte	1332	1900	70	138	839	1147	9.9
Mediaan	628	443	45	60	259	475	4.7
Gemiddelde	704	667	46	67	352	593	5.4
90%-waarde	1266	1275	52	91	646	1096	8.5

Tabel 2. Koper, ijzer, zink en mangaan in kunstmelkpoeders van 26 verschillende fabrikanten. De gehalten zijn uitgedrukt in mg/kg product.

Kengroottheid	Cu	Fe	Zn	Mn
N totaal	50	50	50	50
N < 1	9	0	0	6
N ≥ 1 - < 5	20	6	0	2
N ≥ 5 - < 10	13	23	0	5
N ≥ 10 - < 20	8	3	0	10
N ≥ 20 - < 50	0	9	10	26
N ≥ 50 - < 100	0	9	30	0
N ≥ 100	0	0	10	1
Range	0.3-17	2.3-92	29-139	0.3-120
Mediaan	4.0	8.8	72	21
Gemiddelde	5.2	24	74	20
90%-waarde	11	68	108	30

Tabel 3. Overdracht van koper vanuit kunstmelkvoeders naar de lever van het kalf.

Cu-voer (mg/kg)	Aantal dieren	Duur proef (dagen)	Cu-lever (mg/kg d.s)	Referentie
50	1	116	898	17
100	1	75 1)	2091	17
200	1	35 1)	1551	17
200	1	18 1)	1683	17
300	1	16 1)	1539	17
controle 2)	3	91	184 ± 181	20
72	2	91	2300 ± 700	20
115	2	91	2850 ± 750	20
15	ca.50	?	1700(1400-2300)	21
3	?	?	230(140-311)	21
12	8	154	1277 ± 64	5
12 3)	8	154	1242 ± 158	5
24 4)	30	88-97	522 - 940	34
40 4)	10	102	666	34
15	5	28	452	35
0,8	15	77	25,3	35
0,5	12	98	54,4 - 68,5	36
5,5	12	98	556 - 586	36

- 1) dier overleden
- 2) koeienmelk
- 3) extra Fe aan voer toegevoegd
- 4) toegevoegd Cu (als CuO)

Tabel 4. Kopergehalten in kalfslevers, gevonden in 1983 en 1985 en berekend op basis van kopergehalten in kunstmelkpoeders.

	Cu (mg/kg d.s.)		
	1983	1985	Berekend
Aantal monsters	20	20	50
Laagste gehalte	20	18	35
Hoogste gehalte	1332	1900	1980
Mediaan	628	443	460
Gemiddelde	704	667	600
90%-waarde	1266	1275	1281

Koper-, ijzer- en zinkgehalten in kalfslevers, bemonsterd in 1983
(gehalten in mg/kg droog produkt).

RIKILT nummer	d.s. %	Cu	Fe	Zn
35216	27.96	458	46	826
35219	28.23	574	47	193
35222	28.60	455	43	490
35225	27.39	43	37	143
35228	29.61	723	44	209
35232	28.56	588	44	466
35235	28.18	159	51	341
35238	28.43	1266	70	401
35241	28.54	557	54	115
35244	28.49	1190	40	227
35354	29.40	1194	37	156
35357	28.85	503	40	423
35360	27.56	552	48	646
35363	27.91	1297	48	168
35366	29.61	892	46	285
35491	27.57	722	44	178
35494	28.36	878	46	233
35497	30.25	1332	41	516
35889	29.01	20	52	190
35892	29.78	668	42	839

Koper-, ijzer-, zink- en mangaangehalten in kalfslevers, bemonsterd in 1985 (gehalten in mg/kg droog produkt).

RIKILT nummer	d.s. %	Cu	Fe	Zn	Mn
15462	28.17	75	51	1147	3.2
17200	29.61	1098	47	409	4.7
17463	29.48	1900	56	404	6.1
17509	29.56	213	138	832	4.7
17511	26.18	202	91	1096	3.1
17513	30.24	294	49	1121	4.6
17629	28.22	957	47	188	5.7
19628	29.33	375	51	948	9.9
20706	27.46	1275	66	280	5.8
20745	28.63	1238	48	279	6.3
20954	28.37	511	81	536	7.8
21017	29.20	1233	35	545	3.4
23584	27.07	318	68	473	8.5
23660	29.87	1105	48	268	5.0
23734	25.25	733	79	404	4.4
24275	28.63	80	64	475	2.1
26819	32.89	79	49	1079	2.4
26941	30.04	180	73	1049	4.7
26949	27.97	1452	81	240	6.1
27035	29.41	18	116	92	8.8

Kopergehalten in levers van pasgeboren kalveren.

RIKILT-nummer	d.s. (%)	Cu (mg/kg d.s.)
5/4/1990	23.55	369
5/4/1991	22.45	427
5/4/1992	23.03	456
5/4/1993	21.97	192
5/4/1994	20.86	324
5/4/1995	24.56	298
5/4/ 779	25.40	381
5/4/ 780	22.23	327
5/4/ 781 A	20.66	405
5/4/ 781 B	24.46	188
5/4/ 782	26.10	265
5/4/ 783	22.38	82
5/4/ 784	23.73	358

Koper-, ijzer- en zinkgehalten in kunstmelkpoeders, bemonsterd in 1984 en 1985 (gehalten in mg/kg produkt).

Bedrijfs- code	RIKILT nummer	Jaar	Cu	Fe	Zn	Mn
1	26332	1984	11	8.4	48	15
1	10539	1985	9.8	92	51	13
2	27347	1984	0.3	5.2	29	0.5
2	12004	1985	0.3	5.2	31	3.2
3	10777	1985	0.5	8.4	35	0.7
3	30443	1984	0.4	9.6	33	0.7
4	10909	1985	0.7	5.6	80	22
4	13146	1985	0.8	5.2	84	23
5	10963	1985	1.3	7.4	81	22
5	12002	1985	3.1	16	86	22
6	10086	1985	3.4	2.3	76	21
6	11586	1985	1.6	39	66	12
7	10536	1985	17	44	101	26
7	29190	1984	7.5	34	86	22
8	12737	1985	1.4	37	44	20
8	11016	1985	5.2	76	61	28
9	29550	1984	0.3	2.6	40	0.3
10	10835	1985	9.2	5.4	91	21
10	13144	1985	8.7	41	87	26
11	11282	1985	4.3	81	38	10
12	10830	1985	3.4	6.2	112	27
12	13019	1985	6.7	5.8	97	11
13	10542	1985	3.6	8.3	54	30
13	12538	1985	1.4	5.0	50	26
14	10050	1985	3.5	5.8	73	0.5
14	12804	1985	9.9	92	67	26
15	10593	1985	6.3	26	104	32
15	13022	1985	6.6	8.8	108	24
16	10171	1985	15	54	86	6.4
16	13149	1985	3.0	38	98	6.0
17	11176	1985	12	27	108	36
17	13024	1985	4.6	42	64	21
18	10297	1985	11	11	94	30
18	12006	1985	14	54	109	41
19	10324	1985	4.9	5.3	44	8.8
19	11893	1985	5.8	8.4	62	13
20	11413	1985	4.5	6.6	80	120
20	10242	1985	3.2	50	67	24
21	10168	1985	5.9	6.6	57	22
21	13026	1985	5.8	4.5	55	15
22	10962	1985	6.5	11	70	19
22	12734	1985	3.5	9.1	70	17
23	11277	1985	0.4	8.8	139	3.3
23	12370	1985	0.3	5.4	91	0.6
24	10089	1985	1.1	9.3	68	30
24	11818	1985	11	68	68	29
25	10048	1985	11	77	46	6.3
25	12367	1985	3.1	3.8	111	5.5
26	11588	1985	1.7	3.8	108	20
26	29553	1984	1.3	4.7	112	17

