

Afdeling Zware Metalen 1982-07-12
Verslag 82.59 pr.nr. 404.0520

Onderwerp: Overdrachtsonderzoek van cadmium, lood, kwik en arseen vanuit diervoerders waaraan oplosbare verbindingen, havenslib of rioolslib zijn/is toegevoegd, naar dierlijke produkten van vleesstieren (IVVO-RIKILT proefplan C/D)

Dit verslag is tevens verschenen als rapport 144 van het Instituut voor Veevoedingsonderzoek (IVVO) te Lelystad, Adres: Runderweg 2, 8219 PK Lelystad.

verzendlijst: directeur, sektorhoofd (3x), direktie VKA, afd. Normalisatie/harmonisatie (Humme), projektbeheer, afd. Zware Metalen (7x), afd. Contaminanten, afd. Additieven, afd. Diergeneesmiddelen, Leden LAC-Werkgroep Zware Metalen, Leden LAC-Stuurgroep Vee, Vlees en Eieren.

Projekt: Onderzoek naar de overdracht van zware metalen en spoorelementen van diervoeders naar dierlijke produkten.

Onderwerp: Overdrachtsonderzoek van cadmium, lood, kwik en arseen vanuit diervoeders, waaraan oplosbare verbindingen, havenslib of rioolslib zijn/is toegevoegd, naar dierlijke produkten van vleesstieren (IVVO-RIKILT proefplan (C/D))

1. Doel.

Het Ministerie van Landbouw en Visserij en met name de LAC-stuurgroep "Vee, Vlees en Eieren" alsmede de LAC-werkgroep "Zware Metalen" te informeren omtrent de mate van overdracht van cadmium, lood, kwik en arseen bij op stal gehuisveste vleesstieren vanuit het voer naar het eetbare en verkoopbare dierlijke produkt.

2. Samenvatting.

In dit verslag wordt nagegaan wat het effect bij op stal gehuisveste vleesstieren is van toediening van zware metalen via het voer op het gehalte van deze metalen in een aantal dierlijke produkten. Cadmium, lood, kwik en arseen werden in de vorm van oplosbare verbindingen of zoals ze voorkomen in haven- en rioolslib via het voeder toegediend. Het niveau van de toediening lag voor de oplosbare verbindingen van lood, kwik en arseen op de wettelijk geldende veevoedertolerantie, terwijl cadmium op het niveau van lood werd gedoseerd. Voor haven- en rioolslib liggen de gehalten in de voeders lager dan voor de oplosbare verbindingen.

Tabel 0 geeft een samenvatting van de gemiddelde gehalten van de genoemde elementen in vlees, lever en nieren, alsmede in het rantsoen. In deze tabel zijn tevens (voorlopige) toleranties T en aktiegrenzen A, opgesteld door de LAC, opgenomen. Voor cadmium in rundernier is een grenswaarde of tolerantie van 2,0 mg/kg opgenomen. Dit is een waarde die naar voren is gekomen bij een vergadering van de LAC-werkgroep "Zware Metalen" (Verslag 22e vergadering). Deze waarde lijkt reëler dan een eerder LAC-normvoorstel van 5 mg/kg.

3. Conclusies.

Cadmium, lood en kwik geven geen of nauwelijks overdracht vanuit voeders naar vlees te zien.

Voor de oplosbare verbinding arseentrioxide geldt dit wel. Soms vindt voor arseen overschrijding van de door de LAC ingestelde aktiegrens plaats. Dit geldt ook voor cadmium en lood in levers en nieren bij toediening in oplosbare vorm. Lood in nieren overschrijdt zelfs de LAC-tolerantie. Hoewel er enige overdracht van cadmium en lood vanuit haven- of rioolslib wordt gevonden leidt dit niet tot overschrijdingen van aktiegrenzen.

Opgemerkt zij dat de gehalten van cadmium en lood in voeders, waaraan haven- of rioolslib is toegevoegd, lager liggen dan de gehalten in de voeders waaraan oplosbare verbindingen zijn toegevoegd. Dit geldt ook voor kwik en arseen. Bij toediening van deze elementen in oplosbare vorm worden soms de aktiegrenzen overschreden.

Van de dierlijke produkten hersenen, zwezerik, hart en testis komt het gehalte van lood, toegediend als oplosbare verbinding, in hersenen en zwezerik soms uit boven de aktiegrens en tolerantie voor vlees. De consumptie van deze produkten is echter gering. Het hoogst gevonden gehalte was 0,36 mg/kg (lood in hersenen).

Botten geven alleen voor lood een overdracht vanuit het voeder te zien, m.n. voor wat de oplosbare verbinding betreft.

Verantwoordelijk: drs N.G. van der Veen, ir K. Vreman (IVVO)

Samenstellers: drs N.G. van der Veen, ir K. Vreman

Medewerkers: mw E.H.J. Berghmans-van Megen, mw A.M.G. van Betteray-Kortekaas, mw A.C.M. Driessen, mw A.W. Hoff, mw J.P.C. Hovens, J.C. Moraal, P. van de Spreng, J.J.M.H. Teeuwen

1. Inleiding.

Dit verslag bevat de analyseresultaten van het projekt "Overdrachts- onderzoek van cadmium, lood, kwik en arseen vanuit diervoeders waaraan oplosbare verbindingen, havenslib of rioolslib zijn/is toegevoegd, naar dierlijke produkten van vleesstieren. Reeds eerder werd een onderzoek bij vleesstieren uitgevoerd naar de overdracht van zware metalen, toegediend in oplosbare vorm (1). De resultaten worden echter in dit verslag nogmaals vermeld en vergeleken met de resultaten verkregen met haven- of rioolslib.

Rioolslib en havenslib worden gebruikt voor bemesting van grasland en kunnen aanzienlijke hoeveelheden zware metalen bevatten. Door aanhechten van dit slib aan gras worden de dieren extra belast met zware metalen met als gevolg een mogelijke accumulatie in dierlijke weefsels en organen, d.w.z. een indirecte belasting voor de mens die deze produkten consumeert.

Het projekt is, i.v.m. een streven naar een normstelling voor zware metalen in voedermiddelen en dierlijke produkten, opgezet om het Ministerie van Landbouw en Visserij en in het bijzonder de LAC-stuurgroep "Vee, Vlees en Eieren" alsmede de LAC-werkgroep "Zware Metalen" te informeren omtrent de mate van overdracht van cadmium, lood, kwik en arseen.

Van het overdrachtsonderzoek werd het dierexperimentele gedeelte, d.w.z. voeding en monsternamen uitgevoerd door het IVVO te Lelystad o.l.v. ir K. Vreman, terwijl het analytisch chemisch onderzoek door het RIKILT, o.l.v. drs N.G. van der Veen werd uitgevoerd.

2. Proefopzet.

Proef C werd uitgevoerd met 24 stieren.

De dieren werden verdeeld over 2 groepen, t.w. een controlegroep van 8 stieren (groep C1) en een proefgroep van 16 stieren (groep P).

Beide groepen werden op een rantsoen gezet dat, op basis van droge stof, voor ongeveer één derde uit krachtvoer bestond en tweederde uit snijmaïssilage.

In tabel 1 zijn een aantal relevante gegevens over de proefdieren samengevat en in tabel 2 wordt de procentuele samenstelling van het krachtvoer weergegeven.

De stieren in de proefgroep kregen een extra hoeveelheid aan te onderzoeken elementen toegediend.

Arseen werd verstrekt in de vorm van trioxide, terwijl de overige elementen (cadmium, lood en kwik) als acetaat werden gegeven.

De genoemde stoffen werden in water opgelost en op briketten krachtvoer gepipetteerd.

De dagelijks toegediende hoeveelheid aan lood, kwik en arseen was dusdanig dat de gehalten aan genoemde elementen in het totale rantsoen, op basis van 88% droge stof, zo goed mogelijk overeen kwamen met de maximaal toelaatbare gehalten vermeld in de Verordening van het Produktschap voor Veevoeder, t.w. lood 10 mg, kwik 0,1 mg en arseen 2 mg per kg mengvoeder met 12% vocht.

Voor cadmium ontbreekt een voorgeschreven maximum gehalte in diervoeder. De toegediende hoeveelheid cadmium werd gesteld op 10 mg per kg van het totale voer, omgerekend op 12% vocht.

De berekening van de toe te dienen hoeveelheid van de te onderzoeken stoffen werd telkens gebaseerd op de opgenomen hoeveelheid voer (krachtvoer + snijmaïssilage) van de laatste veertien dagen. Zowel de opgenomen hoeveelheid krachtvoer als de opgenomen hoeveelheid snijmaïssilage werden omgerekend in een hoeveelheid voer met 88% droge stof, conform de Verordening van het Produktschap voor Veevoeder. De duur van de toediening had betrekking op de laatste 5 maanden van de mestperiode. De gehalten aan cadmium, lood, kwik en arseen in het voer zonder extra toediening van deze elementen en in het drinkwater zijn in tabel 3a opgenomen.

De gehalten aan deze elementen in het totale rantsoen op basis van voer met 12% vocht voor de proefgroep en de controlegroep zijn vermeld in tabel 4. De gehalten aan lood en arseen liggen vooral aan het einde van de proef duidelijk hoger dan de aanvankelijk geplande gehalten (respectievelijk 10 en 2 mg/kg). Dit wordt veroorzaakt door de bijdrage van de gehalten in het voer van de controlegroep.

Halverwege de proef werden 2 stieren uit de proefgroep en 2 stieren uit de controlegroep in de respiratiekamer gebracht om de hoeveelheden aan cadmium, lood, kwik en arseen die met de mest worden uitgescheiden te bepalen. De resultaten van deze balansproeven zijn opgenomen in tabel 5.

Proef D werd met 18 vleesstieren uitgevoerd. De dieren werden over 3 groepen verloot, t.w. een controlegroep van 6 stieren, die geen extra dosis zware metalen kregen (groep C2), een proefgroep van 6 stieren, die gevoerd werden met krachtvoer waarin havenslib was opgenomen (groep H) en een proefgroep van 6 stieren, die krachtvoer kregen waaraan rioolslib was toegevoegd (groep R).

Naast een beperkte hoeveelheid krachtvoer werd ad libitum snijmaissilage verstrekt.

De hoeveelheid opgenomen krachtvoer bedroeg op basis van droge stof ruim 40% van de totale hoeveelheid voer.

De belangrijkste gegevens over de proefdieren zijn samengevat in tabel 1. Tabel 2 geeft de procentuele samenstelling van het krachtvoer weer. In tabel 3b zijn de gehalten aan cadmium, lood, kwik en arseen in de verstrekte voeders opgenomen. Uit de gegevens van deze tabel werden, met inachtneming van de verhouding tussen de opgenomen hoeveelheden krachtvoer en ruwvoer, de gehalten aan cadmium, lood, kwik en arseen in het totale rantsoen op basis van 12% vocht berekend (tabel 4). Vergelijking van deze gehalten met die uit proef C leert dat in het bijzonder voor cadmium en arseen met behulp van slib veel lagere gehalten in het proefvoer werden verkregen.

Tijdens en direkt na het slachten werden monsters van verschillende soorten weefsels en organen genomen.

Monsters vlees werden op drie verschillende plaatsen uitgesneden, voorhand-nek of voorpoot, middenhand- middenrif en tenslotte achterhand - naast inplanting staart.

De lever en nieren werden in hun geheel voor analyse gereserveerd. Hetzelfde gold voor de hersenen, hartspier en zwezerik.

Tenslotte werd m.b.v. een lintzaag een schijfje bot (metacarpus) uit de voorpoot gezaagd.

Van de vleesstieren uit proefplan D zijn i.v.m. overdracht alle lever- en niermonsters geanalyseerd, behalve een nier van stiernr. 49. Dit monster is spoorloos. Van de overige dierlijke produkten zijn niet alle monsters onderzocht, maar een selectie hieruit, samengesteld in overleg met het IVVO. Dit houdt verband met enerzijds de verwachte geringe of niet aanwezige overdracht naar verschillende produkten en anderzijds met het consumptiepatroon.

3. Methoden van onderzoek

Pb en Cd

Vlees, lever, nier, hersenen, zwezerik, hart, testis en water:

1 g gevriesdroogd produkt werd gedurende 16 uur in een moffeloven bij een temperatuur oplopend van 50 tot 450°C geprogrammeerd verast. Het monster werd naverast met HNO_3 (1:1) en/of 1,5% $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ tot een witte as was verkregen. De witte as werd opgelost in 0,5 ml 12 N HCl, waaraan 5 ml water en 5 ml azijnzuur/natriumacetaatbuffer (pH 3,5) werd toegevoegd.

Pb en Cd werden door middel van heroplossingsvoltammetrie, van -0,850 tot -0,300 V gemeten.

De halfwaardepotentialen voor Pb en Cd bedroegen respectievelijk -0,425 en -0,625 V.

Diervoeder en mest:

5 g gevriesdroogd produkt werd gedurende 16 uur in een moffeloven bij een temperatuur van 50 tot 450°C geprogrammeerd verast. Het monster werd naverast met HNO_3 1:1 tot een witte as verkregen was.

De as werd opgelost in 15 ml 3 N HCl. Hieraan werd toegevoegd: 20 ml citraatbuffer (pH 8,5) en 10 ml verzadigde NaCl-oplossing.

Met behulp van NaOH (5N) en HCl (6N) werd de pH op $7 \pm 0,5$ gebracht. Vervolgens werd 5 ml 1% APDC-oplossing (ammoniumpyrolidindithiocarbaat) toegevoegd en na zwenken werd 10 ml MIBK (methylisobutylketon) bij de oplossing gepipetteerd.

Er werd 45 sec. geschud.

De maatkolf werd met NaCl (verz.) aangevuld, waardoor de organische laag zich in de hals van de maatkolf bevond.

Na een $\frac{1}{2}$ uur werd de absorptie m.b.v. Vlam-AAS gemeten. Het gehalte werd bepaald aan de hand van een ijklijn.

Bot:

Vorbewerking:

Het schoongemaakte bot, waaruit ook het merg verwijderd is, werd 5 à 10 min. in een droogstoof (105°C) geplaatst om te drogen. Het bot werd gewogen in een bekersglas. Onder verwarming werd het bot opgelost in geconc. HNO_3 , en overgebracht in een maatkolf van 250 ml.

Meting:

a. Door middel van Vlam-AAS

Uit de oplossing werd 15 ml gepipetteerd in een scheidtrechter van 250 ml en verdund met 200 ml H₂O. Er werd 3 keer geextraheerd met 10 ml 1% DDDC (diethyl-ammonium-N,N diethyldithiocarbamaat) in chloroform (1 minuut uitschudden). Dit extract werd opgevangen in een scheidtrechter van 100 ml en uitgeschud met 2x10 ml 4,5 N HCl (1 minuut). De zure oplossing werd opgevangen in een maatkolf van 100 ml, waarbij 20 ml citraatbuffer en 10 ml natriumchloride-oplossing toegevoegd werd. De oplossing werd op pH=7 ± 0,5 gebracht met behulp van 5 N NaOH en 6 N HCl. Vervolgens werd 5 ml 1% APDC-oplossing (ammoniumpyrolidindithiocarbamaat) toegevoegd en na zwenken werd 10 ml MIBK (methylisobutylketon) bij de oplossing gepipetteerd.

Er werd 45 sec. geschud.

De maatkolf werd met NaCl (verz.) aangevuld, zodat de organische laag in de hals van de maatkolf zat.

Na een 1/2 uur werd de absorptie m.b.v. Vlam-AAS gemeten. Het gehalte werd bepaald aan de hand van een ijklijn.

b. Door middel van Voltammetrie:

Het Pb- en Cd-gehalte werd ook voltammetrisch bepaald. Daartoe werd 5 ml van de onder de voorbereiding voor bot verkregen oplossing tot droog ingedampt en geprogrammeerd verast bij 450°C. Het monster werd naverast met HNO₃ (1:1) en/of 1,5% Mg (NO₃)₂ tot een witte as was verkregen. De witte as werd opgelost in 0,5 ml 12 N HCl, waaraan 5 ml water en 5 ml azijnzuur/natriumacetaatbuffer (pH 3,5) werd toegevoegd.

Pb en Cd werden door middel van heroplossingsvoltammetrie, van -0,850 tot -0,300 V gemeten.

De halfwaardepotentialen voor Pb en Cd bedroegen respectievelijk -0,425 en -0,625 V.

Hg

Vlees, organen, diervoeder, mest en water:

200 mg gevriesdroogd produkt werd in een drukvat (Uniseal) met 3 ml gec. HNO₃ gedestruëerd gedurende 2 h bij 140°C. Na destructie werd met SnCl₂ gereduceerd. De ontstane kwikdamp werd door middel van atoomabsorptie (koude damp) in een 30 cm cuvet gemeten.

Bot:

2 ml van de onder de voorbereiding verkregen oplossing werd in bewerking genomen. Na toevoegen van SnCl_2 werd de ontstane kwikdamp door middel van atoomabsorptie (koude damp) in een 30 cm cuvet gemeten.

As

Vlees, organen, diervoeder, mest en water:

1 g gevriesdroogd produkt werd gemengd met 5 ml HNO_3 en 4 g $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, waarna op een verwarmingsplaat werd afgerookt. Er werd geprogrammeerd verast tot 450°C . Met atoomabsorptiespektrometrie (hydride systeem) werd arseen, na reductie tot As H_3 met natriumboorhydride, gemeten.

Bot:

5 ml van de onder de voorbereiding verkregen oplossing werd tot droog ingedampt en verder behandeld als onder vlees, organen, diervoeder, mest en water is aangegeven.

De detectielimieten voor onderstaande elementen zijn voor de dierlijke produkten vlees, lever, nier, hersenen, zwezerik, hart, testis en bot:

Cd: 0,001 mg/kg

Pb: 0,002 mg/kg

As: 0,001 mg/kg

Hg: 0,001 mg/kg.

4. Resultaten

Voor de afzonderlijke gehalten van cadmium, lood, kwik en arseen in monsters vlees en organen van stieren uit proef C wordt verwezen naar lit.ref. 1.

In de tabellen 6 t/m 12 worden de analyseresultaten gegeven voor cadmium, lood, kwik en arseen in respektievelijk vlees, lever, nier, hart, hersenen, zwezerik en testis voor vleesstieren uit proef D. Tabel 13 geeft de analyseresultaten voor de genoemde elementen in bot. Tabellen 14 t/m 17 geven de gemiddelde gehalten voor respektievelijk cadmium, lood, kwik en arseen in weefsels en organen van de vleesstieren uit de proeven C en D, alsmede de gehalten in het totale rantsoen.

Voor groep P ligt het cadmiumgehalte op het niveau van lood, t.w. 10 mg/kg. Dit leidt tot een duidelijke verhoging van het cadmiumgehalte in levers en nieren ten opzichte van groep C₂, te weten 2,6 resp. 6,9 mg/kg als gemiddeld gehalte (tabel 14). Voor lood liggen de gehalten voor groep P in levers en nieren op resp. 0,86 en 1,7 mg/kg (tabel 15). Cadmium hoopt zich dus sterker op in organen dan lood bij een gelijke dosering in het voer.

In de tabellen 14 t/m 17 zijn tevens de geldende aktiegrenzen opgenomen alsmede de voorgestelde LAC-toleranties.

Voor kwik en arseen (tabellen 16 en 17) is sprake van enige overdracht, maar de gemiddelde gehalten liggen ruimschoots onder de LAC-toleranties.

Tabellen 18 t/m 20 geven een samenvatting van de analyseresultaten voor cadmium, lood, kwik en arseen in vlees, levers en nieren van de vleesstieren van de beide proeven C en D. In deze tabellen zijn naast gemiddelde gehalten o.a. ook spreidingsbreedten opgegeven.

In tabellen 14 t/m 17 staat bij vlees voor het aantal onderzochte monsters voor groepen P en C₁ 13 resp. 6 vermeld. Deze getallen geven het aantal onderzochte dieren weer. In tabel 18 staan voor de groepen P en C₁ de getallen 39 en 18 vermeld. Dit houdt verband met het feit dat per dier zowel de voorhand als de midden- en achterhand zijn geanalyseerd. Er zijn geen verschillen tussen deze monsters gevonden (1), zodat bij proef D besloten werd alleen de middenhand te analyseren.

Wat de balansproeven met enkele vleesstieren uit proef C betreft (tabel 5), blijkt dat de extra toegediende hoeveelheid kwik via de briket veel geringer was dan de hoeveelheid die met voer en water werd opgenomen.

Dit werd veroorzaakt door het relatief hoge kwikgehalte in het drinkwater dat tijdens de balansproeven verstrekt werd, t.w. 0,25 mg per liter water. Het kwikgehalte in het krachtvoer en de maissilage bedroeg 0,01 mg per kg droge stof (tabel 3). Voor cadmium werd met het water ongeveer eenzelfde hoeveelheid opgenomen als met het voer.

De balansresultaten tonen verder dat de hoeveelheden aan elementen die met de mest worden uitgescheiden in de meeste gevallen veel lager liggen dan 90-95%.

Voor Cd, Pb en As geldt dat, na orale toediening van deze elementen in hoeveelheden als vermeld voor de stieren no. 54 en 70, ongeveer de helft tot tweederde van de opgenomen hoeveelheden in de mest terecht komt.

Voor kwik geldt dat maximaal 20% van de opgenomen hoeveelheid in de mest wordt uitgescheiden.

Tenslotte volgt uit Tabel 5 dat alleen voor arseen na extra toediening ervan via een briket duidelijk grotere hoeveelheden in de urine worden uitgescheiden. Bij bepaling van de gehalten aan genoemde elementen in de zure urine bleek echter dat deze verontreinigd was met vaste mest- en andere deeltjes (haren) waardoor sprake kan zijn van een overschatting van de uitscheiding via de urine.

5. Discussie

Vlees

Voor de elementen cadmium, lood en kwik is niet of nauwelijks sprake van overdracht vanuit de diervoeders naar vlees (tabellen 14 t/m 16 en 18). Hetzelfde geldt voor overdrachtonderzoek bij melkkoeien (2), bij jonge vleesstieren die cadmiumhoudende voederfosfaten toegediend kregen (3), bij mestlammeren (4) en varkens (5).

Bij groep P van proefplan C werd cadmium op het niveau van lood gedoseerd (tabel 4), nl. ca. 10 mg/kg in het totale rantsoen. Zelfs bij een dergelijk hoge dosering, een dosering die bij op natuurlijke wijze gecontamineerde rantsoenen in het algemeen niet bereikt zal worden, wordt de door de LAC ingestelde aktiegrens voor vlees niet overschreden (tabellen 14 en 18). Ook monitoring onderzoek over 1978 t/m 1981 leverde geen overschrijdingen van de aktiegrens voor vlees op (6).

Hoewel het gehalte in de totale rantsoenen van de controle groepen C_1 en C_2 vergelijkbaar zijn, ligt het gemiddelde gehalte voor cadmium in vlees in groep C_1 hoger dan in groep C_2 . De spreidingen in de gehalten van groepen C_1 en C_2 overlappen elkaar wel (tabel 18). Dit geldt ook voor lood en kwik (tabel 18). Het loodgehalte in vlees van groep P overschrijdt soms de aktiegrens en tolerantie (tabellen 15 en 18). Ook bij monitoring onderzoek komt dit voor (6). Een mogelijke oorzaak zou externe contaminatie kunnen zijn.

Gelet op de gemiddelde gehalten voor lood in vlees van de groepen P en C₁ in relatie tot de duidelijke verschillen van het loodgehalte in het totale rantsoen van de beide groepen (tabel 15) kan gesteld worden dat overdracht nihil is.

Voor arseen is wel sprake van overdracht vanuit het diervoeder naar vlees. Ook bij melkkoeien (2) en mestlammeren (4) werd overdracht geconstateerd. Voor groep P uit proefplan C wordt de aktiegrens overschreden (tabellen 17 en 18). Het gemiddelde arseengehalte voor groep C₂ (tabel 17) is vergelijkbaar met mediaanwaarden voor arseen, gevonden in monitoringonderzoek (6), het gemiddelde gehalte voor groep C₁ ligt hoger.

De gehalten voor cadmium en kwik in vlees bij de controlegroepen C₁ en C₂ komen overeen met gehalten gevonden in Amerikaans onderzoek, waarbij de gehalten in de rantsoenen eveneens vergelijkbaar zijn (7).

Loodgehalten liggen bij laatstgenoemd onderzoek lager.

Lever en nieren

Het gehalte aan cadmium in de rantsoenen van de proefgroepen H en R ligt ruwweg een faktor 2 hoger dan het gehalte in het rantsoen van controlegroep C₂ (tabel 14). Dit resulteert in een geringe verhoging van cadmium in levers en nieren in de groepen H en R. Het gehalte aan cadmium in het rantsoen van proefgroep P ligt ca. 50x hoger dan dat van controlegroep C₁. Het gehalte in de levers en nieren van proefgroep P ligt gemiddeld ca. 30x hoger dan het gehalte in de levers en nieren van controlegroep C₁. Cadmium in levers en nieren van groep P overschrijden de tolerantiewaarden van respectievelijk 1,0 en 2,0 mg/kg (tabellen 14, 19 en 20).

Lood in groep H en R geeft ten opzichte van groep C₂ enige overdracht vanuit het rantsoen naar levers en nieren te zien (tabel 15, 19 en 20). Dit geldt ook voor groep P ten opzichte van groep C₁. Het gehalte aan lood in lever van groep C₁ lijkt hoog ten opzichte van groep C₂, mede gezien in relatie tot monitoringonderzoek (6), waar een gehalte van 0,20 mg/kg als mediaan wordt opgegeven.

Ook het gehalte van lood in nieren van groep C₁ is wat hoog ten opzichte van monitoringonderzoek (6) waar als mediaan 0,47 mg/kg wordt opgegeven.

Lever en met name nieren geven een duidelijke verhoging van lood voor groep P te zien. In deze groep wordt soms de tolerantie voor nieren overschreden (tabellen 15, 19 en 20).

Kwik geeft een overdracht te zien vanuit het rantsoen naar de levers en vooral de nieren. Groep P geeft zelfs een overschrijding van de aktiegrens voor nieren te zien (tabellen 16, 19 en 20). Wordt groep H met groep P vergeleken, dan liggen de gehalten in de levers en nieren op eenzelfde niveau.

Arseen geeft een duidelijke overdracht vanuit het rantsoen naar levers en nieren te zien. Soms wordt voor groep P de aktiegrens overschreden (tabellen 17, 19 en 20).

Hersenen, zwezerik, hart en testis

Voor de groepen H, R en C₂ werd maar één monster van elk der bovenstaande produkten onderzocht op het voorkomen van cadmium, lood, kwik en arseen. Hiervoor zijn twee redenen aan te geven. In de eerste plaats geeft proefplan C (groepen P en C₂) informatie ten aanzien van overdracht. Van dit proefplan zijn meerdere monsters onderzocht. In de tweede plaats is de humane consumptie van bovenstaande produkten nihil. Alleen zwezerik en hersenen worden soms geconsumeerd.

Vergelijking van groep C₁ met P laat overdracht zien van cadmium vanuit het rantsoen naar hersenen, zwezerik, hart en testis. Ondanks de hoge dosering van cadmium in het rantsoen van groep P, liggen de gehalten ruwweg op het niveau van het gehalte in vlees van groep P (tabel 14). De maximaal gevonden gehalten in hersenen en zwezerik (1) liggen bij deze hoge dosering van cadmium zelfs onder de voor vlees gestelde aktiegrens van 0,05 mg/kg.

Lood geeft een geringe overdracht vanuit het rantsoen naar hersenen en zwezerik te zien bij vergelijking van groep C₁ met P. Zou voor deze produkten de aktiegrens voor vlees van 0,2 mg/kg gehanteerd worden, dan vindt een overschrijding van deze aktiegrens plaats. Het hoogst gevonden gehalte in hersenen van groep P bedroeg 0,36 mg/kg, in de controlegroep C₁ werd als hoogste waarde 0,22 mg/kg gevonden (1). In zwezerik wordt als hoogste waarde voor groep P 0,30 mg/kg gevonden. Onverklaarbaar is het niveauverschil tussen de gehalten van lood voor de groepen C₁ en C₂.

Kwik laat geen of nauwelijks overdracht zien vanuit het rantsoen naar hersenen, zwezerik, hart en testis. De gehalten liggen op het niveau van vlees (tabel 16).

Arseen geeft overdracht vanuit het rantsoen naar hersenen, zwezerik, hart en testis te zien (tabel 17). Zou voor deze produkten de aktiegrens voor vlees gehanteerd worden, dan vindt echter geen overschrijding van de aktiegrens plaats.

Botten

Het gehalte aan cadmium, kwik en arseen in bot van vleesstieren is weinig afhankelijk van het niveau van voorkomen in veevoerders. Ook de hoge dosering van cadmium in het voeder van proefgroep P van proefplan C doet het gehalte in bot niet toenemen. Ook in Amerikaans onderzoek werd geen overdracht voor cadmium en kwik vanuit het voeder naar de botten gevonden (7). Voor lood was dit wel enigszins het geval. Ten opzichte van dit Amerikaans onderzoek zijn de gehalten in de controlegroepen van de proefplannen C en D ca. 3 maal lager. Het gehalte in groep P is ca. 3 maal hoger dan in de controlegroepen (tabellen 13 en 15). Er is dus sprake van overdracht van lood.

6. Samenvatting

In een overdrachtsonderzoek met 42 op stal gehuisveste vleesstieren, werd cadmium, lood, kwik en arseen aan de dieren toegediend. Deze elementen werden òf in oplosbare vorm òf via haven- of rioolslib toegediend. De dosering van de oplosbare verbindingen lag op het niveau van de wettelijk geldende veevoedertoleranties. Cadmium werd op het niveau van lood gedoseerd in verband met het nog ontbreken van een tolerantie voor dit element. De proefperiode voor de dieren die oplosbare verbindingen kregen toegediend had betrekking op de laatste 5 maanden van de mestperiode. De toedieningsperiode voor de groep die havenslib respectievelijk rioolslib kreeg toegediend bedroeg 6 maanden.

Na afloop van het op het IVVO uitgevoerde dier-experimentele gedeelte werden de dieren geslacht. Monsters vlees, weefsels en organen werden voor onderzoek naar het RIKILT verzonden. Tabel 21 geeft een samenvatting van de gemiddelde gehalten van cadmium, lood, kwik en arseen in vlees, levers en nieren, alsmede in het totale rantsoen.

7. Conclusies

Voor de elementen cadmium, lood en kwik is geen of nauwelijks overdracht vanuit diervoeders naar vlees en vleesstieren gevonden. Voor arseen wordt wel een overdracht gevonden. De groep die arseentrioxide kreeg toegediend geeft soms een overschrijding van de door de LAC ingestelde aktiegrens.

Cadmium geeft voor levers en nieren overschrijding van de aktiegrens bij toediening in oplosbare vorm op een niveau van 10 mg/kg. Opgemerkt zij dat dit niveau in het voer erg hoog is. 2 mg/kg zou reëler geweest zijn.

Lood geeft bij toediening in oplosbare vorm overschrijding van de aktiegrens voor levers en van de tolerantie voor nieren te zien.

Ook vanuit havenslib en rioolslib wordt enige overdracht gevonden.

Kwik en arseen geven een overdracht vanuit de voeders naar levers en nieren te zien. Bij toediening van deze elementen in oplosbare vorm wordt soms de aktiegrens overschreden.

De dierlijke produkten hersenen, zwezerik, hart en testis leveren, met uitzondering van lood in hersenen en zwezerik (1), geen problemen ten aanzien van aktiegrenzen en toleranties op, als voor deze produkten aktiegrenzen en toleranties voor vlees zouden worden gehanteerd. Het hoogst gevonden gehalte aan lood in hersenen was 0,36 mg/kg.

Botten geven alleen voor lood een overdracht te zien vanuit het diervoeder, met name als het gaat om oplosbare verbinding.

8 Literatuur

1. De Ruijg, W.G. en Van der Veen, N.G.
Overdracht van Pb, Cd, As en Hg in vlees en organen van op stal gehuisveste vleesstieren bij toedienen van deze elementen in oplosbare vorm.
(IVVO-RZS "proefplan C").
Rapport 2e serie no. 181, 1979.
2. De Ruijg, W.G.
Overdracht van Pb, Cd, As en Hg in melk, vlees en organen van melkkoeien, bij toedienen van deze elementen in oplosbare vorm.
(IVVO-RZS "proefplan A").
Rapport 2e serie no. 178, 1979
3. Mw. Hoff, A.W., Van der Veen, N.G. en Vreman, K.
Overdrachtsonderzoek betreffende cadmium in voederfosfaten met jonge vleesstieren.
(Samenwerking IVVO-RIKILT-Windmill Holland B.V.)
RIKILT-Verslag 80.62, 1980.
4. Van der Veen, N.G en Vreman, K.
Overdracht van lood, cadmium, kwik en arseen van diervoeders naar dierlijke produkten van mestlammeren.
(IVVO-RIKILT "proefplan E/F").
RIKILT-Verslag 81.33, 1981.
5. Cichy, J en Van den Bosch, G.
Cadmium-voorkomen in vlees, levers en nieren van slachtvarkens in relatie met voorkomen in voer en voederfosfaten.
Cehave N.V. Veghel, Chem. Son en Encebe Boxtel Veghel, 1978.
6. Van der Veen, N.G.
Gehalten aan lood, cadmium, kwik en arseen in monsters vlees en organen van runderen, varkens, schapen en pluimvee, alsmede eieren.
RIKILT-Verslag 82.30, 1982.
7. Johnson, D.E., Kienholz, E.W., Baxter, J.C., Spangler, E. and Ward, G.M., J. Anim. Sci. 52 (1981) 108.

Tabel 0 Gemiddelde gehalten van cadmium, lood, kwik en arseen in vlees, lever en nieren van vleesstieren uit de proefgroepen (in mg/kg vers produkt) alsmede het gemiddeld gehalte in het totale rantsoen (in mg/kg op basis van 12% vocht).

Proef Groep Monster	Element	C				D						LAC	
		P		C ₁		H		R		C ₂		T	A
		gem	n	gem	n	gem	n	gem	n	gem	n		
vlees	Cd	0.016	13	0.007	6	0.002	2	0.002	2	0.003	2	0.1	0.05
lever	Cd	2.6	8	0.08	4	0.09	6	0.07	6	0.04	6	1.0	0.3
nier	Cd	6.9	8	0.24	4	0.33	6	0.26	5	0.19	6	2.0	1.0
rantsoen	Cd	10		0.20		0.39		0.33		0.19		0.5 ²⁾	
vlees	Pb	0.09	13	0.07	6	0.02	2	0.02	2	0.02	2	0.3	0.2
lever	Pb	0.86	8	0.50	4	0.47	6	0.32	6	0.12	6	2.0	1.0
nier	Pb	1.7	8	0.64	4	0.74	6	0.68	5	0.42	6	2.0	1.0
rantsoen	Pb	13		3.2		6.6		8.7		1.7		5 ¹⁾	
vlees	Hg	0.005	13	0.004	6	0.002	2	0.001	2	0.001	2	0.1	0.025
lever	Hg	0.024	8	0.008	4	0.026	6	0.008	6	0.002	6	0.2	0.05
nier	Hg	0.075	8	0.014	4	0.068	6	0.020	5	0.005	6	0.4	0.1
rantsoen	Hg	0.1		0.01		0.07		0.045		<0.01		0.1 ¹⁾	
vlees	As	0.046	13	0.011	6	0.012	2	0.006	2	0.003	2	0.1	0.03
lever	As	0.098	8	0.022	4	0.034	6	0.018	6	0.008	6	0.5	0.15
nier	As	0.17	8	0.064	4	0.097	6	0.073	5	0.043	6	0.5	0.15
rantsoen	As	2.4		0.40		1.1		0.55		0.24		2 ¹⁾	

1) Norm voor volledig diervoer (EEG, Ned)

2) Voorstel LAC-Werkgroep "Zware Metalen" LAC nr. 81.22

Tabel 1 Samenvatting van enkele proefgegevens

Proefplan groepen	C		D		
	Opl. verb. P	Controle C ₁	Havenslib H	Rioolslib R	Controle C ₂
Aantal stieren	16	8	6	6	6
Leeftijd (in mnd.)					
- begin proef	10	10	9	9	9
- einde proef	15	15	15	15	15
Lichaamsgewicht (in kg)					
- begin proef	272 + 33	284 + 35	279 + 16	283 + 19	280
- einde proef	450 + 33	463 + 31	474 + 31	478 + 33	458
gemiddelde groei/dag in grammen	1072	1078	1128	1123	1106
Hoeveelheid verstrekt totaal voer per dier per dag (in kg droge stof)					
- begin proef	4,5-6,3	4,6-6,0	5,4-6,4	5,3-6,7	5,8
- einde proef	6,6-8,6	6,9-8,9	7,0-9,0	6,9-8,6	8,0
Hoeveelheid verstrekt kracht- voer in procenten van totaal voer (op basis van droge stof)					
- begin proef	26-33	26-33	44	43	36
- einde proef	28-38	28-38	38	38	37
Droge stof gehalte (%)					
- krachtvoer		85,0-87,6	86,5+0,4	87,0+0,3	85,4+0,2
- snijmaissilage		23,3-34,2	22,8+1,0	22,8+1,0	22,8+1,0

Tabel 2. Procentuele samenstelling van het krachtvoer.

Proefgroep	C		D		
	P	C ₁	H	R	C ₂
pulp	42	42	39	39	42
sojaschroot	32	32	30	30	32
tarwegries	10	10	9	9	10
rietmelasse	10	10	9	9	10
mineralen	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
premix 2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
havenslib	-	-	7,0	-	-
rioolslib	-	-	-	7,0	-

premix rundvee 2 bevatte (in procenten):

koolzure voederkalk	4,63
fosforzure voederkalk	12,0
magnesia voederkalk	42,0
gejodeerd keukenzout	40,0
MnSO ₄	0,11
ZnSO ₄	0,75
CuSO ₄	0,12
CoSO ₄	0,015
Na seleniet	0,001
vit. A en D ₃	0,375

gehalten in premix aan:

Ca	13,5
P	2,1
Mg	5,0
vit. A	90.000 E
vit. D ₃	30.000 E

Tabel 3a. Gehalten aan Cd, Pb, Hg en As in het verstrekte voeder (krachtvoeder en snijmaissilage) en in het drinkwater (proefplan C). Gemiddelden \pm standaardafwijking van de afzonderlijke gehalten in mg per kg droge stof krachtvoeder, voor water is het gehalte opgegeven in mg/l.

	krachtvoeder n=4	snijmais n=2	water n=1
Cd	0,28 \pm 0,15	0,1 ; 0,1	0,0002
Pb	1,36 \pm 0,32	4,3 ; 5,0	0,003
Hg	<0,01 \pm 0,015	0,01; 0,01	0,0001
As	<0,05 \pm 0,2	0,4 ; 0,5	0,012

n = aantal onderzochte verzamelmonsters.

Tabel 3b. Gehalten aan Cd, Pb, Hg en As in krachtvoeder en in de snijmaissilage (Proefplan D). Gemiddelden \pm standaardafwijking van de afzonderlijke gehalten in mg per kg droge stof.

	krachtvoeder met havenslib n=3	krachtvoeder met rioolslib n=3	krachtvoeder zonder slib n=1	snijmais n=6
Cd	0,98 \pm 0,06	0,80 \pm 0,09	0,41	0,09 \pm 0,02
Pb	15,5 \pm 2,1	21,3 \pm 3,1	1,59	2,2 \pm 0,2
Hg	0,20 \pm 0,13	0,12 \pm 0,03	<0,01	<0,01
As	2,6 \pm 0,7	1,1 \pm 0,3	0,21	0,32 \pm 0,04

n = aantal onderzochte verzamelmonsters.

Tabel 4. Gehalten aan Cd, Pb, Hg en As in het totale rantsoen op basis van voer met 12% vocht (mg/kg).

Proefplan	C			D		
	P		C ₁	H	R	C ₂
	begin	einde proef				
Cd	9,0	10,5	0,20	0,39	0,33	0,19
Pb	12,0	13,5	3,2	6,6	8,7	1,7
Hg	0,1	0,1	0,01	0,07	0,045	<0,01
As	2,2	2,5	0,40	1,1	0,55	0,24

Tabel 5. Resultaten van de balansproeven. Hoeveelheden van onderzochte elementen in voer, mest en urine in mg per dag (Proefplan C)

	Groep	Cd	Pb	Hg	As
stier no. 47	C ₁				
voer + water		2,95	26,27	3,82	2,96
mest		2,26	19,16	0,10	1,33
$\frac{\text{mest}}{\text{voer + water}} \times 100$ (%)		77	73	3	45
urine		0,04	1,58	<0,1	1,09
stier no. 54	P				
voer + water		3,00	27,16	3,83	3,06
briket		100,00	100,00	1,00	20,00
mest		63,81	67,99	0,81	11,32
$\frac{\text{mest}}{\text{voer + water + briket}} \times 100$ (%)		62	53	17	49
urine	0,06	2,0	<0,1	10,0	
stier no. 78	C ₁				
voer + water		2,02	19,25	2,55	1,89
mest		0,81	17,49	0,07	1,07
$\frac{\text{mest}}{\text{voer + water}} \times 100$ (%)		40	91	3	57
urine		0,07	2,74	<0,1	0,77
stier no. 70	P				
voer + water		1,65	18,79	2,55	1,85
briket		75	75	0,75	15,0
mest		50,89	58,72	0,67	10,44
$\frac{\text{mest}}{\text{voer + water + briket}} \times 100$ (%)		66	63	20	62
urine	0,15	1,97	<0,1	4,21	

Tabel 6. Vlees (middenhand). Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
13759	63	17	controle	40,1	0,02	0,002	0,001	0,003
13758	78	9	controle	29,9	0,02	0,004	0,001	0,003
13760	41	2	havenslib	31,7	0,02	0,003	0,001	0,012
13761	57	15	havenslib	29,0	0,01	0,001	0,002	0,012
13762	45	10	rioolslib	28,3	0,01	0,002	0,001	0,007
13763	52	1	rioolslib	31,4	0,02	0,002	0,001	0,004

Tabel 7. Lever. Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
32801	4	16	controle	30,7	0,12	0,04	0,002	0,008
32802	23	6	controle	29,5	0,12	0,08	0,002	0,009
32803	34	12	controle	31,6	0,09	0,07	0,001	0,006
31233	47	8	controle	29,9	0,11	0,02	0,002	0,008
31236	63	17	controle	30,7	0,13	<0,01	0,002	0,004
31239	78	9	controle	30,9	0,15	0,01	0,002	0,010
32804	2	18	havenslib	31,4	0,59	0,16	0,035	0,041
32805	9	14	havenslib	29,6	0,31	0,14	0,023	0,032
32806	21	13	havenslib	31,5	0,33	0,09	0,039	0,041
31231	41	2	havenslib	28,8	0,66	0,06	0,023	0,026
31235	57	15	havenslib	30,1	0,48	0,06	0,016	0,036
31237	64	4	havenslib	29,9	0,43	0,02	0,020	0,030
32807	25	7	rioolslib	30,4	0,41	0,10	0,008	0,018
32808	40	11	rioolslib	32,1	0,26	0,10	0,010	0,020
32809	49	3	rioolslib	30,3	0,34	0,08	0,008	0,014
31232	45	10	rioolslib	29,2	0,25	0,04	0,006	0,021
31234	52	1	rioolslib	28,9	0,31	0,04	0,006	0,014
31238	73	5	rioolslib	29,6	0,34	0,07	0,009	0,022

Tabel 8. Nier. Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
32810	4	16	controle	22,6	0,18	0,13	0,005	0,030
32811	23	6	controle	24,6	0,46	0,28	0,004	0,046
32812	34	12	controle	22,0	0,42	0,12	0,006	0,045
31242	47	8	controle	22,8	0,48	0,22	0,004	0,042
31245	63	17	controle	22,1	0,37	0,15	0,005	0,036
31248	78	9	controle	19,3	0,58	0,23	0,004	0,061
32813	2	18	havenslib	21,6	0,69	0,29	0,092	0,088
32814	9	14	havenslib	21,7	0,68	0,42	0,086	0,111
32815	21	13	havenslib	21,1	0,49	0,23	0,044	0,091
31240	41	2	havenslib	21,4	0,72	0,34	0,065	0,092
31244	57	15	havenslib	23,7	0,90	0,46	0,068	0,094
31246	64	4	havenslib	22,0	0,99	0,26	0,052	0,108
32816	25	7	rioolslib	21,9	0,71	0,35	0,020	0,053
32817	40	11	rioolslib	20,2	0,69	0,17	0,016	0,062
31241	45	10	rioolslib	21,8	0,61	0,20	0,020	0,080
31243	52	1	rioolslib	21,1	0,68	0,28	0,024	0,070
31247	73	5	rioolslib	20,2	0,72	0,28	0,019	0,101

Tabel 9. Hart. Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
13764	63	17	controle	29,7	0,01	0,001	0,001	0,005
13765	41	2	havenslib	30,9	0,01	0,003	0,001	0,006
13766	45	10	rioolslib	30,8	0,01	0,014	0,002	0,005

Tabel 10. Hersenen. Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
31260	63	17	controle	21,9	0,01	0,002	0,001	0,001
31258	41	2	havenslib	22,0	0,08	0,002	0,001	0,004
31259	45	10	rioolslib	21,9	0,04	0,002	0,001	0,002

Tabel 11. Zwezerik. Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
31263	63	17	controle	23,3	0,03	0,022	0,002	0,001
31261	41	2	havenslib	25,0	0,04	0,004	0,002	0,008
31262	45	10	rioolslib	26,1	0,03	0,003	0,002	0,004

Tabel 12. Testis. Proefplan D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefgroep	Droge stof %	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
31266	63	17	controle	17,4	0,02	0,002	0,001	0,001
31264	41	2	havenslib	18,2	0,03	0,006	0,005	0,004
31265	45	10	rioolslib	17,9	0,03	0,042	0,002	0,002

Tabel 13. Bot. Proefplan C en D. Gehalten in het verse produkt.

RIKILT nummer	Stier nummer	Slacht nummer	Proefplan	Proefgroep	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
78G1221	7	1265	C	C ₁	1,5	0,04	<0,001	0,004
1224	20	-	C	C ₁	2,3	0,06	<0,001	<0,001
1217	46	1263	C	C ₁	1,3	0,02	<0,001	0,008
1230	47	-	C	C ₁	2,0	0,05	<0,001	0,008
78G1222	37	1268	C	P	4,9	0,01	<0,001	0,010
1225	39	-	C	P	5,2	0,10	<0,001	0,008
1237	53	-	C	P	5,8	0,06	<0,001	0,008
1228	58	1272	C	P	3,6	0,02	<0,001	0,010
31251	47	8	D	C ₂	0,8	0,04	<0,001	0,005
31254	63	17	D	C ₂	1,0	0,05	<0,001	0,003
31257	78	9	D	C ₂	1,5	0,03	<0,001	0,008
31249	41	2	D	H	1,9	0,04	0,001	0,018
31253	57	15	D	H	1,9	0,03	<0,001	0,010
31255	64	4	D	H	2,0	0,02	<0,001	0,004
31250	45	10	D	R	1,9	0,03	<0,001	0,007
31252	52	1	D	R	1,9	0,07	<0,001	0,002
31256	73	5	D	R	2,4	0,05	<0,001	0,006

Tabel 14. Cadmium in vlees, weefsel en organen van vleesstieren (gemiddelde gehalte in mg/kg vers produkt).

Proefplan	C				D						LAC	
	P		C ₁		H		R		C ₂		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
vlees	0,016	13	0,007	6	0,002	2	0,002	2	0,003	2	0,1	0,05
lever	2,6	8	0,08	4	0,09	6	0,07	6	0,04	6	1,0	0,3
nier	6,9	8	0,24	4	0,33	6	0,26	5	0,19	6	2,0	1,0
hersenen	0,010	4	0,003	4	0,002	1	0,002	1	0,002	1		
zwezerik	0,026	4	0,006	4	0,004	1	0,003	1	0,022	1		
hart	0,046	2	0,012	2	0,003	1	0,014	1	0,001	1		
testis	0,045	4	0,014	4	0,006	1	0,042	1	0,002	1		
bot	0,05	4	0,04	4	0,03	3	0,05	3	0,04	3		
rantsoen *	9-10,5		0,20		0,39		0,33		0,19			

n = aantal onderzochte dieren.

* gehalte in mg/kg op basis van voer met 12% vocht.

Tabel 15. Lood in vlees, weefsel en organen van vleesstieren (gemiddelde gehalte in mg/kg vers produkt).

Proefplan	C				D						LAC	
	P		C ₁		H		R		C ₂		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
vlees	0,09	13	0,07	6	0,02	2	0,02	2	0,02	2	0,3	0,2
lever	0,86	8	0,50	4	0,47	6	0,32	6	0,12	6	2,0	1,0
nier	1,7	8	0,64	4	0,74	6	0,68	5	0,42	6	2,0	1,0
hersenen	0,22	4	0,14	4	0,08	1	0,04	1	0,01	1		
zwezerik	0,16	4	0,10	4	0,04	1	0,03	1	0,03	1		
hart	0,06	2	0,06	2	0,01	1	0,01	1	0,01	1		
testis	0,17	4	0,16	4	0,03	1	0,03	1	0,02	1		
bot	4,9	4	1,8	4	1,9	3	2,1	3	1,1	3		
rantsoen*	12-13,5		3,2		6,6		8,7		1,7			

n = aantal onderzochte dieren.

* gehalte in mg/kg op basis van voer met 12% vocht.

Tabel 16. Kwik in vlees, weefsel en organen van vleesstieren (gemiddelde gehalte in mg/kg vers produkt).

Proefplan	C				D						LAC	
	P		C ₁		H		R		C ₂		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
vlees	0,005	13	0,004	6	0,002	2	0,001	2	0,001	2	0,1	0,025
lever	0,024	8	0,008	4	0,026	6	0,008	6	0,002	6	0,2	0,05
nier	0,075	8	0,014	4	0,068	6	0,020	5	0,005	6	0,4	0,1
hersenen	0,002	4	0,002	4	0,001	1	0,001	1	0,001	1		
zwezerik	0,003	4	0,002	4	0,002	1	0,002	1	0,002	1		
hart	0,005	2	0,004	2	0,001	1	0,002	1	0,001	1		
testis	0,005	4	0,003	4	0,005	1	0,002	1	0,001	1		
bot	<0,001	4	<0,001	4	<0,001	3	<0,001	3	<0,001	3		
rantsoen*	0,1		0,01		0,07		0,045		<0,01			

n = aantal onderzochte dieren.

* gehalte in mg/kg op basis van voer met 12% vocht.

Tabel 17. Arseen in vlees, weefsel en organen van vleesstieren (gemiddelde gehalte in mg/kg vers produkt).

Proefplan	C				D						LAC	
	P		C ₁		H		R		C ₂		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
vlees	0,046	13	0,011	6	0,012	2	0,006	2	0,003	2	0,1	0,03
lever	0,098	8	0,022	4	0,034	6	0,018	6	0,008	6	0,5	0,15
nier	0,17	8	0,064	4	0,097	6	0,073	5	0,043	6	0,5	0,15
hersenen	0,008	4	0,003	4	0,004	1	0,002	1	0,001	1		
zwezerik	0,020	4	0,011	4	0,008	1	0,004	1	0,001	1		
hart	0,028	2	0,029	2	0,006	1	0,005	1	0,005	1		
testis	0,008	4	0,002	4	0,004	1	0,002	1	0,001	1		
bot	0,009	4	0,005	4	0,011	3	0,005	3	0,005	3		
rantsoen*	2,2-2,5		0,40		1,1		0,55		0,24			

n = aantal onderzochte dieren.

* gehalte in mg/kg op basis van voer met 12% vocht.

Tabel 18. Samenvatting van de analyseresultaten voor cadmium, lood, kwik en arseen in vlees van de proefplannen C en D.

Proefplan		C		D		
Groepen		P	C ₁	H	R	C ₂
Element	Kengrootheid					
Cd	gemiddelde	0,016	0,007	0,002	0,002	0,003
	spreiding	0,004-0,042	0,001-0,020	0,001-0,003	--	0,002-0,004
	st.dev.gem. n	0,001 39	0,0013 18	0,001 2	-- 2	0,001 2
Pb	gemiddelde	0,09	0,07	0,02	0,02	0,02
	spreiding	0,02-0,34	0,02-0,14	0,01-0,02	0,01-0,02	--
	st.dev.gem. n	0,01 39	0,007 18	0,005 2	0,005 2	-- 2
Hg	gemiddelde	0,005	0,004	0,002	0,001	0,001
	spreiding	0,001-0,022	0,001-0,009	0,001-0,002	--	--
	st.dev.gem. n	0,0006 39	0,0005 18	0,005 2	-- 2	-- 2
As	gemiddelde	0,046	0,011	0,012	0,006	0,003
	spreiding	0,018-0,097	0,005-0,023	--	0,004-0,007	--
	st.dev.gem. n	0,003 39	0,001 18	-- 2	0,0015 2	-- 2

Tabel 19. Samenvatting van de analyseresultaten voor cadmium, lood, kwik en arseen in levers van de proefplannen C en D.

Proefplan		C		D		
Groepen		P	C ₁	H	R	C ₂
Element	Kengrootheid					
Cd	gemiddelde	2,6	0,08	0,09	0,07	0,04
	spreiding	1,2-3,5	0,06-0,09	0,02-0,16	0,04-0,10	<0,01-0,08
	st.dev.gem.	0,26	0,006	0,022	0,011	0,012
	n	8	4	6	6	6
Pb	gemiddelde	0,86	0,50	0,47	0,32	0,12
	spreiding	0,62-1,4	0,33-0,66	0,31-0,66	0,25-0,41	0,09-0,15
	st.dev.gem.	0,09	0,07	0,06	0,024	0,008
	n	8	4	6	6	6
Hg	gemiddelde	0,024	0,008	0,026	0,008	0,002
	spreiding	0,011-0,034	0,004-0,015	0,016-0,039	0,006-0,010	0,001-0,002
	st.dev.gem.	0,003	0,0025	0,004	0,0007	0,0002
	n	8	4	6	6	6
As	gemiddelde	0,98	0,022	0,034	0,018	0,008
	spreiding	0,039-0,15	0,014-0,031	0,026-0,041	0,014-0,022	0,004-0,010
	st.dev.gem.	0,013	0,004	0,0025	0,0014	0,0009
	n	8	4	6	6	6

Tabel 20. Samenvatting van de analyseresultaten voor cadmium, lood, kwik en arseen in nieren van de proefplannen C en D.

Proefplan		C		D		
Groepen		P	C ₁	H	R	C ₂
Element	Kengrootheid					
Cd	gemiddelde	6,9	0,24	0,33	0,26	0,19
	spreiding	4,4-12,2	0,14-0,38	0,23-0,46	0,17-0,35	0,12-0,28
	st.dev.gem. n	0,93 8	0,05 4	0,04 6	0,03 5	0,03 6
Pb	gemiddelde	1,7	0,64	0,74	0,68	0,42
	spreiding	1,1-2,2	0,52-0,72	0,49-0,99	0,61-0,72	0,18-0,58
	st.dev.gem. n	0,12 8	0,05 4	0,07 6	0,02 5	0,06 6
Hg	gemiddelde	0,075	0,014	0,068	0,020	0,005
	spreiding	0,036-0,14	0,007-0,031	0,044-0,092	0,016-0,024	0,004-0,006
	st.dev.gem. n	0,012 8	0,006 4	0,008 6	0,001 5	0,0003 6
As	gemiddelde	0,17	0,064	0,097	0,073	0,043
	spreiding	0,065-0,29	0,031-0,102	0,008-0,111	0,053-0,101	0,030-0,061
	st.dev.gem. n	0,028 8	0,015 4	0,004 6	0,008 5	0,004 6

Tabel 21 Gemiddelde gehalten van cadmium, lood, kwik en arseen in vlees, lever en nieren van vleesstieren uit de proefgroepen (in mg/kg vers produkt) alsmede het gemiddeld gehalte in het totale rantsoen (in mg/kg op basis van 12% vocht).

Proef		C				D				LAC			
Groep		P		C ₁		H		R		C ₂		T	A
Monster	Element	gem	n	gem	n	gem	n	gem	n	gem	n		
vlees	Cd	0.016	13	0.007	6	0.002	2	0.002	2	0.003	2	0.1	0.05
lever	Cd	2.6	8	0.08	4	0.09	6	0.07	6	0.04	6	1.0	0.3
nier	Cd	6.9	8	0.24	4	0.33	6	0.26	5	0.19	6	2.0	1.0
rantsoen	Cd	10		0.20		0.39		0.33		0.19		0.5 ²⁾	
vlees	Pb	0.09	13	0.07	6	0.02	2	0.02	2	0.02	2	0.3	0.2
lever	Pb	0.86	8	0.50	4	0.47	6	0.32	6	0.12	6	2.0	1.0
nier	Pb	1.7	8	0.64	4	0.74	6	0.68	5	0.42	6	2.0	1.0
rantsoen	Pb	13		3.2		6.6		8.7		1.7		5 ¹⁾	
vlees	Hg	0.005	13	0.004	6	0.002	2	0.001	2	0.001	2	0.1	0.025
lever	Hg	0.024	8	0.008	4	0.026	6	0.008	6	0.002	6	0.2	0.05
nier	Hg	0.075	8	0.014	4	0.068	6	0.020	5	0.005	6	0.4	0.1
rantsoen	Hg	0.1		0.01		0.07		0.045		<0.01		0.1 ¹⁾	
vlees	As	0.046	13	0.011	6	0.012	2	0.006	2	0.003	2	0.1	0.03
lever	As	0.098	8	0.022	4	0.034	6	0.018	6	0.008	6	0.5	0.15
nier	As	0.17	8	0.064	4	0.097	6	0.073	5	0.043	6	0.5	0.15
rantsoen	As	2.4		0.40		1.1		0.55		0.24		2 ¹⁾	

1) Norm voor volledig diervoer (EEG, Ned)

2) Voorstel LAC-Werkgroep "Zware Metalen" LAC nr. 81.22