

De invloed van hagelconsumptie op de gezondheid van vogels

Influence of the consumption of lead shot on the health of birds

T. SMIT, C. G. VAN LIESHOUT, G. J. DE GRAAF, H. VAN BEEK & L. G. MORAAL

Een belangrijke factor bij het ontstaan van loodvergiftiging bij vogels door de opname van valhagel is de snelheid van slijtage van hagelkorrels in de vogelmaag. Onder invloed van maagkiesel, dat werkt als een molensteen, zijn hagelkorrels in de maag aan slijtage onderhevig. Het slijpsel wordt door het maagzuur omgezet tot loodverbindingen die door de darmwand kunnen worden opgenomen.

Om meer inzicht te krijgen in het verloop van deze vorm van loodvergiftiging bij vogels zijn door het Centraal Diergeneeskundig Instituut (CDI) in de jaren 1979-83 proeven met tamme ganzen uitgevoerd en werden diverse weefselsanalyses verricht aan deze vogels en aan uit het wild afkomstige eenden en ganzen. Aan de hand van de resultaten van deze onderzoeken kan iets worden gezegd over de slijtage van valhagel in de maag en de invloed van hagelopname op de gezondheid. Ook wordt aandacht besteed aan de loodgehalten in de organen van aan loodvergiftiging gestorven ganzen.

Het metabolisme van lood in vogels

Lood behoort tot de zware metalen die irreversibele en stabiele complexen kunnen vormen met biologische macromoleculen. De afwijkingen die daardoor optreden, berusten op de vorming van loodverbindingen met fosfolipiden en eiwitten. De verstoring van de bloedproductie berust op verdringing van een functioneel metaal door lood. Lood wordt gebonden aan rode bloedlichaampjes door het bloed getransporteerd en bereikt zo in het lichaam alle organen. Het cumulatieve effect bij loodvergiftiging wordt mede veroorzaakt doordat het lood in deze transportvorm moeilijk door de nieren kan worden uitgescheiden. Het merendeel van het aanwezige lood komt uiteindelijk in het bot terecht, van waaruit het slechts langzaam wordt uitgescheiden.

Materiaal en methoden

De verrichte proeven en analyses betreffen vier onderdelen:

(A) Het verloop van loodvergiftiging onder diverse omstandigheden bij ganzen. Dit betreft vier proeven.

(1) Invloed van valhagel bij hoogwaardige voeding. Vier groepen van elk drie tamme ganzen ontvingen per vogel respectievelijk 0, 4, 8 en 12 hagelkorrels (nr 6), hetgeen overeenkomt met 0, 0.51, 1.02 en 1.52 gram lood. Het voedsel bestond uit jong gemaaid gras naar behoefte en 300 gram gemengd graan per dier per dag.

(2) Invloed van een hoge looddosering bij normale voeding. De hoeveelheid verstrekt graan werd teruggebracht tot 50 gram per dier per dag. Jong gras werd naar behoefte aangeboden. Aan acht ganzen werden per vogel 12 hagelkorrels (1.52 g lood) toegediend, terwijl vier dieren als controle fungeerden.

(3) Invloed van lood bij onvoldoende voeding. Vijftien tamme ganzen werden gehuisvest in een ren met enkele struiken en platgelopen oud gras. Als voer werd bietenblad en 30 gram gemengd graan per dier per dag verstrekt. Een groep bestaande uit vijf ganzen ontving op de eerste dag 12 hagelkorrels (1.52 g lood) per vogel. Een tweede groep van zes ganzen onderging dezelfde behandeling, maar ontving na 7, 14 en 21 dagen telkens nog eens zes korrels per vogel, maar werd verder op dezelfde wijze behandeld. Vier ganzen fungeerden als controle. Teneinde een indruk te krijgen van hun gezondheidstoestand werden de ganzen dagelijks een kwartier in ganzenpas achterna gezeten.

(4) Invloed van met hagel verontreinigd voedsel op tamme ganzen. Bietenkoppen met blad werden beschoten met hagel (nr 6 met een doorsnede van 2.9 mm, 129 mg/korrel). Na deze behandeling bevatten het loof en de koppen gemiddeld 3.9 hagelkorrels (506 mg lood) per kilo materiaal. Tien ganzen die reeds waren gewend aan een rantsoen van bietenkoppen en 30 gram gemengd graan per dier per dag, werden acht dagen gevoerd met het beschoten bietenafval. De groenvoeropname varieerde van 0.56 tot 1.15 kg per gans per dag.

(B) Slijtage en verdwijnsnelheid van loodhagel uit de magen van ganzen. Hiervoor werden bovengenoemde tamme ganzen en in het veld aangetroffen zieke en dode Grauwe Ganzen *Anser anser* (Smit *et al.* 1988) gebruikt.

(C) Loodgehalte in organen van vergiftigde ganzen. Bij de genoemde tamme ganzen en de Grauwe Ganzen die dood of ziek in het veld werden aangetroffen (zie Smit *et al.* 1988) werd het loodgehalte in de organen bepaald.

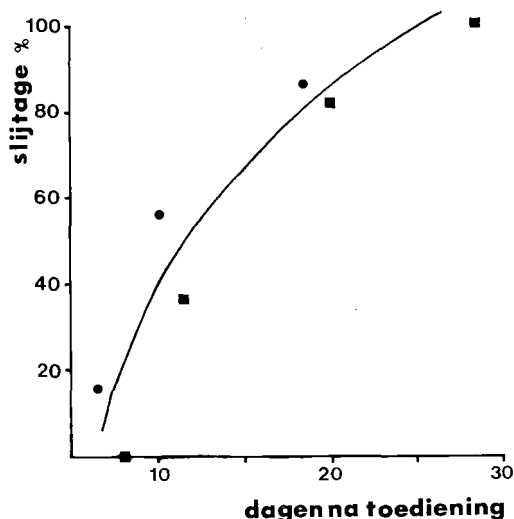
(D) Loodgehalte in de organen van voor consumptie bestemde Wilde Eenden *Anas platyrhynchos* (zie Smit *et al.* 1988).

De toegepaste analysetechniek voor lood is in bijlage I beschreven.

Verloop van loodvergiftiging bij tamme ganzen

Bij het verstrekken van voldoende jong gras en 50

gram of meer gemengd graan werden ook bij een hoge hageldosering van 12 korrels per gans (proeven A1 en A2) geen ziekteverschijnselen opgemerkt. Uit de chemische analyses van de organen kwam echter naar voren dat er wel lood werd opgeslagen (bijlage 2, 3). Reeds 24 uur na de toediening van lood waren de loodgehalten in het bloed duidelijk verhoogd. Bij de ganzen die onvoldoende voeding kregen (A3), werd bij de exercitieproef vastgesteld dat de controlegroep steeds beter getraind raakte. De met lood behandelde dieren werden vanaf de derde dag na de eerste toediening zichtbaar trager. Op de tiende dag na de loodtoediening hielden nog maar weinig dieren het rennen een kwartier lang vol. Ook de sociale rangorde binnen de groep leek te veranderen. De dominante gant (♂), welke altijd vooraan in de groep liep en de route bepaalde, verloor in de loop van de proef alle interesse in de groep en zakte geleidelijk af tot de achterhoede. Het dier bleef in goede conditie (5.4 kg), doch vertoonde wel enige tijd een duidelijk verhoogd loodgehalte in het bloed (10.3 mg/l). Een groepsgeenoot (♀) weigerde vanaf de derde dag mee te lopen en verstopte zich onder een struik. Voor ganzen is dit gedrag uitermate vreemd. Het dier werd pas op de tiende dag duidelijk zichtbaar ziek. Twee van de vijf dieren die bij een slechte voeding eenmalig lood kregen toegediend en inspanning moesten leveren (A3) stierven, terwijl bij herhaalde loodgiften vijf van de zes dieren bezweken. Vier van de tien ganzen die werden gevoerd met beschoten bietenkoppen (A4), stierven 16-26 dagen na aanvang van de proef aan de gevolgen van loodvergiftiging (bijlage 4).



Figuur 1. Slijtage van hagelkorrels in magen van twee tamme ganzen na herhaalde toediening van 6-12 korrels (●) en 6 korrels (■). *Corrosion of lead shot in stomachs of two domestic geese after repeated dosage of lead shot.*

Slijtage van hagel in de ganzemaal

Bij metingen van na 7 en 23 dagen in de magen van proefganzen teruggevonden hagel (B) bleek weinig verschil in slijtage te bestaan tussen de verschillende korrels uit één dosering hagel. Na 7 dagen bedroeg de slijtage bij twee vogels 74%, respectievelijk 80%; na 23 dagen bij drie vogels respectievelijk 97%, 100% en 100%. In de eerste drie gevallen waren alle toegediende 12 korrels nog aanwezig. In magen van twee ganzen die een herhaalde dosis lood ontvingen (A3), waren na enkele weken verblijf in de ganzemaal de verschillende doseringen korrels nog duidelijk als zodanig herkenbaar. De mate van slijtage van loodkorrels in de maag bleek een goede graadmeter voor de verblijfsduur in de maag (figuur 1). Uit de resultaten blijkt dat de hagelkorrels na 3-4 weken waren versleten.

Het merendeel van de gevonden hagelkorrels in de magen van aan loodvergiftiging gestorven Grauwe Ganzen (zie Smit *et al.* 1988) was vrijwel opgesleten. Er werden echter ook hagelkorrels aangetroffen die minder waren aangetast.

Loodgehalte in organen

De loodgehalten in de nieren en levers van door loodvergiftiging ziek geworden of gestorven Grauwe Ganzen waren zeer hoog in vergelijking tot die van ganzen die op andere wijze waren doodgegaan (tabel 1). Bij onderzoek van adulte eenden afkomstig van poeliers uit Kampen en Zeeland werden gehalten in de tibia aangetroffen die varieerden van 1.1 tot 179 mg/kg droge stof (gemiddeld 21.3, standaarddeviatie 32.9, $n = 40$). In negen gevallen werd een verhoogd loodgehalte (> 40 mg/kg droge stof) vastgesteld. De loodgehalten in levers van eenden met valhagel in de maag varieerden van 0.5 tot 80 mg/kg droge stof ($n = 13$); bij eendemagen zonder valhagel bedroegen de gehalten 0.5-6.0 mg/kg droge stof ($n = 7$).

Discussie

De aan de proefganzen toegediende hagelkorrels bleken onderhevig aan een snelle slijtage: gemiddeld rond de 4% per dag. Dit is hoger dan de 2.5% die Kimball & Munir (1971) vaststelden met behulp van een maagsimulator (verdwijnsnelheid 40 dagen). Onze bevindingen ten aanzien van het slijtageproces komen overeen met Del Bono & Braca (1973): de erosie van de hagelkorrels verloopt recht evenredig met de tijd, verloopt per korrel synchroon en is onafhankelijk van het aantal korrels. Door deze slijtage komt lood snel na opname van de hagel in de bloedsomloop terecht.

De voeding bepaalt in belangrijke mate of vogels nadelige invloed van de loodopname ondervinden. Uit onze proeven komt naar voren dat hoeveelheid

Tabel 1. Loodgehalten (mg/kg droge stof; tussen haakjes spreiding en standaarddeviatie) in organen van drie groepen Grauwe Ganzen (dood en ziek door loodvergiftiging, dood door andere oorzaken). *Lead values (mg lead/kg dry matter; range and s.d. in parentheses) in organs of three categories of Greylag Geese (dead or ill because of lead intoxication, and other death causes, respectively).*

Toestand <i>Condition</i>	Lever <i>Liver</i>	Nier <i>Kidney</i>
Dood <i>Dead</i> (n = 48)	110 (2-384; 55.66)	92.0 (1-251; 59.36)
Ziek <i>Ill</i> (n = 15)	109 (29-235; 47.48)	94.8 (31-268; 58.19)
Anders <i>Other</i> (n = 28)	1.0 (0.4-1.7; 0.31)	3.1 (0.4-6.1; 1.29)

en kwaliteit van het voedsel bepalen of vogels ziek worden of doodgaan door de opname van loodkorrels. Jordan (1968) heeft vastgesteld dat na toediening van hagelkorrels en bij eenzijdige maisvoeding de sterfte bij Wilde Eenden 60% bedroeg. Een voeding bestaande uit gemengde granen en groenvoer voorkwam sterfte na toediening van dezelfde hoeveelheid lood. Chasko *et al.* (1984) constateerden dat een hoog calciumgehalte in het voer remmend werkt op de loodopname. Clemens *et al.* (1975) verstrekten aan twee gelijkwaardige groepen Wilde Eenden voer met respectievelijk 3 en 12.5% ruwvezel, waarna de dieren hagel werd toegediend. De ziekteverschijnselen waren bij voer met een hoog ruwvezel-gehalte (dus laag eiwitgehalte) meer uitgesproken dan bij een laag ruwvezelgehalte. Longcore *et al.* (1974) stelden bij proefdieren vast dat verstrekking van maagkiesel en schelpgrit de sterfte verminderde. Het bleek dat één tot twee opgenomen hagelkorrels onder ongunstige omstandigheden reeds ziekte en sterfte kunnen veroorzaken.

Ernst en snelheid van het ziekteverloop zijn ook afhankelijk van de looddosering. Bij een hoge dosering hagelkorrels (Clemens *et al.* 1975) traden bij Wilde Eenden reeds na drie dagen ziekteverschijnselen op. Bellrose (1959) verstrekke een dosis van 1-4 hagelkorrels aan geringde Wilde Eenden en controleerde het afschotpercentage aan de hand van de terugmeldingen. Bellrose vond dat de afschotkans van een eend na de vijfde dag na deze loodopname met een factor 1.5 tot 2.1 toenam.

Uit de proeven met tamme ganzen en de loodanalyses van geschoten Wilde Eenden blijkt dat naast directe sterfte ook subletale vergiftiging optreedt. De kwaliteit van de voeding bepaalt dan of het tot een manifeste vergiftiging komt of niet. Dergelijke verschijnselen zijn uitvoerig onderzocht bij Japanse Kwartels *Coturnix japonica* (Edens & Garlich 1983), tamme duiven *Columba livia domesticus* (Barthalmus *et al.* 1977) en Lachduiven *Streptopelia risoria* (Veit *et al.* 1983). De gevolgen van loodbelasting zonder direct zichtbare afwijkingen waren bij goede voeding moeilijk te taxeren. De accumulatie van lood gaat waarschijnlijk door totdat een klinisch waarneembaar niveau wordt bereikt. Metingen van hagelkorrels uit magen van Grauwe Ganzen en de bepalingen van loodgehalten in de tibia van Wilde Eenden tonen aan dat herhaalde opname van lood inderdaad voorkomt.

Ook het percentage (5) gschoten Wilde Eenden in Zeeland met hagel in de maag (Smit *et al.* 1988) wijst op geregelde opname, omdat de korrels door slijtage na enkele weken uit de maag verdwijnen.

De normaalwaarden van lood in lever, nier en tibia van Wilde Eenden bedragen volgens Finley *et al.* (1976) respectievelijk 0.08, 0.3 en 7 mg/kg droge stof. Deze gehalten zijn beduidend lager dan wij vaststelden bij de controledieren. Het is niet duidelijk waaraan dit verschil is te wijten. De door Mudge (1983) vastgestelde loodgehalten in levers en nieren (lever: 0.4-80 mg per kg droge stof) van geschoten Wilde Eenden (met en zonder hagel in de maag) zijn vrijwel gelijk aan de door ons gevonden gehalten. De werkgroep Zware Metalen van de Landbouw Advies Commissie adviseert tolerantiewaarden in kippelevers van 4 mg lood/kg droge stof. Voor waterwild zijn geen afzonderlijke normen vastgesteld wegens de relatief geringe omvang van de consumptie. Chasko *et al.* (1984) en Longcore *et al.* (1974) stelden in levers een loodgehalte vast van 84-252 mg/kg droge stof bij aan loodvergiftiging gestorven eenden. Deze waarden komen overeen met de gehalten welke wij vaststelden in ons materiaal (tabel 1). Veelvuldige predatie op dergelijke prooien kan gevaar voor de predator opleveren (Smit *et al.* 1988).

Summary

The impact of lead shot consumption on the health of geese and the corrosion of lead shot in gizzards of domestic geese and wild Greylag Geese *Anser anser* were studied. Domesticated geese were fed lead under different feeding conditions. Lead given to well-fed geese did not show effect on the health of the geese, although some lead was accumulated (appendix 2, 3). Geese insufficiently fed, became inactive some days after they had ingested lead. Many of these geese died (appendix 4). Lead shot in stomachs showed an increasing corrosion with time (fig. 1). Lead concentrations in livers and kidneys of geese which had died from lead intoxication, were high in comparison to geese which had died from other sources (tab. 1).

Literatuur

- BARTHALMUS G. T., LEANDER J. D., McMILLAN D. E., MUSHAK P. & KRIGMAN M. R. 1977. Chronic effect of lead on schedule-controlled pigeon behaviour. *Toxicol. appl. Pharmacol.* 42: 271-284.

- BELLROSE F. C. 1959. Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. *Illinois nat. hist. surv. Bull.* 27: 235-288.
- CHASKO G. G., HOEHN T. R. & HOELL-HENNER P. 1984. Toxicity of lead shot to wild Black Ducks and Mallards fed natural foods. *Bull. envir. Contam. Toxicol.* 32: 417-428.
- CLEMENS E. T., KROOK L., ARONSON A. L. & STEVENS C. E. 1975. Pathogenesis of lead shot poisoning in the Mallard duck. *Cornell Veterinarian* 65: 248-285.
- DEL BONO G. & BRACA G. 1973. Lead poisoning in domestic and wild ducks. *Avian Pathol.* 2: 195-209.
- EDENS F. W. & GARLICH J. D. 1983. Lead-induced egg production decrease in leghorn and Japanese Quail hens. *Poultry Sci.* 62: 1757-1763.
- FINLEY M. T., DIETER M. P., LOCKE L. N. 1976. Sublethal effects of chronic lead ingestion in Mallard Ducks. *J. Toxicol. envir. Health* 1: 929-937.
- JORDAN J. S. 1968. Influence of diet in lead poisoning in waterfowl. *Trans N. Am. Wildl. Soc.* 25: 143-170.
- KIMBALL W. H. & MUNIR Z. A. 1971. The corrosion of lead shot in a simulated waterfowl gizzard. *J. Wildl. Mgmt* 35: 360-365.
- LONGCORE J. R., LOCKE L. N., BAGLEY G. E. & ANDREWS R. 1974. Significance of lead residues in Mallard tissues. (Fish and Wildlife Service Report 182) US Department of the Interior, Washington DC.
- MUDGE G. P. 1983. The incidence and significance of ingested lead pellets poisoning in British wildfowl. *Biol. Conserv.* 27: 333-372.
- SMIT T., BAKHUIZEN T. & MORAAL L. G. 1988. Metallisch lood als bron van loodvergiftiging in Nederland. *Limosa* 61: 175-178.
- VEIT H. P., KENDALL R. J. & SCAMON F. S. 1983. The effect of lead shot ingestion of adult Ringed Turtle Doves *Streptopelia risoria*. *Avian Dis.* 27: 442-453.

T. Smit, Centraal Diergeneeskundig Instituut,
Postbus 65, 8200 AB Lelystad

Aanvaard voor opname 16 september 1988

Bijlagen

Bijlage 1. Methode loodanalyse. De materiaalmonsters werden als volgt geanalyseerd. De tibia's werden na koken ontdaan van vlees en vet. Tibia en weefselmateriaal werd gedurende een nacht bij 100 °C gedroogd en daarna vermalen tot een homogeen poeder. Afgewogen monsters werden met minerale zuren afgebroken en met ammonia op een pH van 3 gebracht. Na toevoeging van ammoniumcitraat werd lood gecomplexed met ammoniumpyrrolidine-di-ethyl-dithiocarbamaat (APDC). Na extractie in methyl-isobutylketon werd het metaalcomplex geanalyseerd met behulp van een atomaire absorptie-spectrofotometer middels de zogenaamde grafiet-ventechneik (golflengte 283.3 nm).

Het loodgehalte in het bloed van vogels werd als volgt bepaald. Het met heparine onstolbaar gemaakte bloed werd gecomplexed met natrium-diethyl-dithiocarbamaat.

Bijlage 3. Loodgehalten (mg/l; tussen haakjes spreiding en standaarddeviatie) in het bloed van tamme ganzen na toediening van hagel op dag 1 (experiment A3). *Lead values (mg/l; range and s.d. in parentheses) in the blood of domestic geese after intake of lead shot on day 1.*

Dag Day	Proefdieren (n = 8) Experimental animals	Controles (n = 4) References
2	3.1 (1.8-5.2; 1.04)	0.4 (0.1-0.9; 0.31)
3	4.2 (2.6-7.3; 1.45)	0.4 (0.1-0.9; 0.32)
4	5.1 (3.5-7.7; 1.29)	0.4 (0.1-0.9; 0.31)
11	5.7 (4.2-8.9; 1.43)	0.3 (0.1-0.5; 0.15)
18	2.9 (1.7-5.7; 1.22)	0.3 (0.1-0.4; 0.11)
26	1.7 (0.8-4.0; 0.97)	0.3 (0.2-0.4; 0.08)

Bijlage 2. Gemiddelde loodgehalten (mg/kg droge stof; tussen haakjes spreiding en standaarddeviatie) in organen van tamme ganzen 38 dagen na de toediening van hagel (experiment A1). *Mean lead values (mg/kg dry matter; range and s.d. in parentheses) in the organs of domestic geese 38 days after intake of lead shot.*

Orgaan Organ	Proefdieren (n = 9) Experimental geese	Controles (n = 3) References
Lever Liver	7.2 (3.3-19; 4.83)	1.7 (1.2-2.4; 0.49)
Nier Kidney	36.5 (19.5-187; 53.69)	4.7 (3.7-5.9; 0.89)
Tibia	84.8 (43-126; 29.56)	27.6 (17-32; 7.07)

Het complexerings-reagens bestond uit een waterige 5% Triton-X100 oplossing, waarin natrium-diethyl-dithiocarbamaat werd opgelost. Het metaalcomplex werd geëxtraheerd in methylisobutylketon. De kwantitatieve analyse werd uitgevoerd met een atomaire absorptie-spectrofotometer (golflengte 283.3 nm).

Bijlage 4. Loodgehalten (mg/kg droge stof; tussen haakjes spreiding en standaarddeviatie) in de organen van tamme ganzen na voeding van hagel-bevattend bietenloof (n = 10). *Mean lead values (mg/kg dry matter; range and s.d. in parentheses) in the organs of domestic geese after feeding loafs of beets containing lead shot (n = 10): lever liver 85.7 (10-260; 82.94); nier kidney 236.2 (34-663; 199.16); tibia 204.2 (104-391; 80.62).*