

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 96

Literatuurstudie naar wormen bij legpluimvee

Februari 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de productschappen voor pluimvee en eieren

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

Of four most important types of worms in laying hens in The Netherlands information is collected regarding harmful effects, methods of monitoring, diagnostics, the natural resistance of poultry against worms, methods of control and preventive measures

Keywords

Poultry, *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Capillaria* spp., *Raillietina* spp., management

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

Berry Reuvekamp
Monique Mul
Thea Fiks-Van Niekerk

Titel: Literatuurstudie naar wormen bij legpluimvee
Rapport 96

Samenvatting

Van de vier meest voorkomende wormensoorten van legpluimvee in Nederland is de verzamelde informatie beschreven over schade, effecten, monitoring, diagnose, natuurlijke afweer, preventie en beheersmaatregelen.

Trefwoorden:

Pluimvee, *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Capillaria* spp., *Raillietina* spp., management



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Rapport 96

Literatuurstudie naar wormen bij legpluimvee

Literature study on worms in laying hens

Berry Reuvekamp

Monique Mul

Thea Fiks-Van Niekerk

Februari 2008

Samenvatting

In de Nederlandse legpluimveehouderij zijn de grote spoelworm (*Ascaridia galli*), de kleine spoelworm (*Heterakis gallinarum*), de haarworm (*Capillaria* spp.) en de lintworm (*Raillietina* spp.) het meest prevalent. De grote en kleine spoelworm en de haarworm behoren tot de rondwormen. De levenscyclus van rondwormen kan met en zonder tussengastheer verlopen. In het maagdarmstelsel bevindt zich de seksueel volwassen parasiet. De nog niet besmettelijke wormeieren verlaten de gastheer, hier dus de kip, met de feces. In de buitenwereld en bij goede omstandigheden (temperatuur en luchtvochtigheid) ontwikkelt zich binnen het ei een infectieuze larve. Kippen nemen infectieuze wormeieren op. In de darm komen de larven eruit en ontwikkelen zich tot volwassen wormen. De lintwormen behoren tot de platwormen. Platwormen bestaan uit een kop, hals en leden (proglottiden, ook wel segmenten genoemd). Ieder segment bevat mannelijke en vrouwelijke geslachtsorganen. Vanuit de hals worden steeds segmenten gevormd die zich uiteindelijk ontwikkelen tot volwassen eieren bevattende leden. De segmenten laten los en komen met de feces naar buiten. Het is ook mogelijk dat de segmenten al voor ze het lichaam met de feces verlaten, zijn opengebarsten, zodat de feces dan zeer veel eieren kan bevatten. Lintwormen hebben vrijwel altijd een tussengastheer, meestal een arthropode. Een tussengastheer raakt geïnfecteerd door het opeten van eieren. Uit het ei komt een larve (oncosphaere) die zich in de tussengastheer ontwikkelt tot een volgend larvaal stadium (cysticercoid). De tussengastheer wordt opgenomen door de eindgastheer (de kip). In de darm komt de cysticercoid vrij en hecht zich aan de mucosa van de dunne darm. Daar ontwikkelt het zich tot volwassen lintworm. De ontwikkeling van de wormeieren tot infectieuze eieren wordt met name beïnvloed door temperatuur, vochtigheid en beschikbaarheid van zuurstof. In het algemeen kunnen wormeieren, onder gunstige omstandigheden en afhankelijk van de soort, maanden en soms jaren besmettelijk blijven. Sinds 1950 lijkt er een toename van *Ascaridia* en *Heterakis* en een afname van *Capillaria*. Vanuit de praktijk komen geluiden dat het aantal *Raillietina*-besmettingen toeneemt.

Worminfecties kunnen onder andere leiden tot gewichtsverlies, afname van de eierenproductie, diarree en ontstekingen van het maagdarmstelsel. De effecten van een wormbesmetting zijn echter niet eenduidig. Door een wormbesmetting lijken de dieren over het algemeen minder actief.

Wormbesmettingen kunnen leiden tot grotere negatieve gevolgen voor andere infecties, mogelijk door de onderdrukking van de natuurlijke weerstand van het dier.

De natuurlijke weerstand van de kip tegen wormen wordt mede bepaald door ras, leeftijd, infectiedosis en/of voeding. Er zijn tegenstrijdige berichten over het uitdrijven van wormen bij een herinfectie door de verworven immuniteit. Een optimale weerstand van de kip en/of een optimale darmflora lijkt bij een wormbesmetting te leiden tot minder ernstige klinische gevolgen.

Anthelmintica zijn middelen tegen wormen. In Nederland is alleen flubendazol toegelaten bij pluimvee. Resistentie van wormen tegen dit middel komt nog niet voor bij pluimvee.

Alternatieven voor anthelmintica zijn nog niet toepasbaar in de praktijk. Veelal is uitgebreid onderzoek nodig naar de effectiviteit van de alternatieven. Mogelijke alternatieven voor anthelmintica zijn kruiden, schimmels, vaccinatie met bestraalde wormeieren, doden van eieren met UV-licht en managementmaatregelen.

Preventieve maatregelen voor het beperken (van de gevolgen) van een wormbesmetting zijn bijvoorbeeld een wormvrije opfok, opgedroogde stal voor opzet van de kippen, hittebehandeling tijdens leegstand of behandeling van de oppervlakten met kalk.

Door het regelmatig verwijderen van strooisel kan men de wormbesmetting mogelijk beheersen. Een behandeling van het strooisel met het middel Stalosan lijkt te leiden tot minder infectieuze eieren en een vertraagde ontwikkeling. Onderzoek hiernaar moet leiden tot een beoordeling van het nuttige effect in de praktijk.

Uitlopen kunnen veel wormeieren bevatten die daar onder redelijk optimale omstandigheden kunnen overleven. Over de effecten van het behandelen van de uitloop is nog weinig bekend. Mogelijkheden zijn hittebehandeling, onder water zetten van de uitloop, behandelen van grond met bijvoorbeeld kalk. De wormdruk kan men verlagen door een kerende grondbewerking, rotatiebeweiding, goede waterdoorlatende grond en het vervangen van de toplaag.

Bloedonderzoek kan in de toekomst leiden tot vroegtijdige diagnose van een wormbesmetting.

Summary

In Dutch laying hen husbandry the most frequent worm infections involve *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Capillaria* spp. and *Raillietina* spp. *Ascaridia*, *Heterakis* and *Capillaria* belong to the group of roundworms. The lifecycle of roundworms can be completed both with or without a secondary host. In the digestive tract of the final host the mature parasite resides. Eggs that are not yet infectious leave the final host, in this case the hen, with the faeces. Outside the hen under favourable conditions (temperature, humidity) infectious larvae develop inside the eggs. These then infectious eggs are eaten by hens. In the intestines the larvae will hatch and develop to mature worms.

Raillietina belong to the Group of flatworms. They have a head, neck and segments. Each segment contains male and female reproduction organs. From the neck new segments are formed, that eventually develop to mature parts that contain eggs. These mature segments re released and leave the host with the faeces. It is also possible that segments already burst open before leaving the host and thus infect the faeces with many eggs. Flatworms almost always use a secondary host, most frequently an insect. The secondary host gets infected by eating eggs. In this host larvae develop from the eggs and these develop into the next larvae stadium. The secondary host is eaten by the final host (the hen). In the small intestine the larvae will attach to the mucosa and develop further into a mature flatworm.

The development of worm eggs into infectious eggs is mainly influenced by temperature, humidity and availability of oxygen. In general worm eggs can be infectious for month, sometimes years, depending on the type and circumstances.

Since 1950 infestations with *Ascarididae* and *Heterakis* seem to increase and *Capillaria* seem to reduce. The industry reports that *Raillietina* infections are seen more and more.

Worm infections can lead to weight loss, reduction of egg production, diarrhoea and inflammations of the intestinal tract. Effects of worm infections are however not uniform. Usually worm infections make the hens less active.

Worm infections can have negative consequences for other infections, possibly because of a reducing effect on the natural resistance of the bird.

The natural resistance of hens to worm infestations is also determined by genotype, age, infection dosage, and/or feeding. There is contradictory information regarding failing re-infestation due to natural immunity that was build up by the previous infestation. An optimal natural resistance of the hen and/ or optimal bacterial composition in the intestines is thought to lead to less severe clinical effects.

Anthelmintica are chemicals to fight worm infections. In the Netherlands only flubendazole is allowed for poultry. Resistance of worms against this chemical has not yet been reported in poultry.

Alternatives for anthelmintica are not yet applied on commercial farms. Extensive research is needed to the effects of these alternatives. Possible alternative treatments are herbs, fungi, vaccination with x-rayed worm eggs, killing eggs with UV-light and management measures.

Preventive measures to reduce (the consequences of) worm infestations are for instance worm-free rearing flock, well dried henhouse before placing hens, heat treatment before populating the house or treating the surfaces with calcium oxide.

Removing the litter regularly can keep a worm infection manageable. A treatment of the litter with Stalosan seems to lead to less infectious eggs and a reduced development. Research will have to indicate possible useful effects from this treatment.

Free range can contain large amounts of worm eggs, that can survive under reasonable optimal circumstances. There is not much known with regards to treatment of free range. Possibilities are heat treatment, putting the area under water, treating the soil with for instance calcium oxide. Infection pressure can be lowered for instance by ploughing the ground, rotation grazing, good drainage of the soil and replacing the top surface.

In the future blood measures could lead to an early diagnosis of worm infection.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	10
2	Algemene informatie	11
2.1	Taxonomie (= leer van de ordening van planten en dieren, systematiek).....	11
2.1.1	<i>Ascaridia galli</i>	10
2.1.2	<i>Heterakis</i> spp.	13
2.1.3	<i>Capillaria</i> spp.....	13
2.1.4.	<i>Railletina</i> spp	11
2.2	Morfologie (=leer van de bouw en vorm der organismen).....	14
2.2.1	<i>Ascaridia galli</i>	14
2.2.2	<i>Heterakis</i> spp.	14
2.2.3	<i>Capillaria</i> spp.....	15
2.2.4	<i>Railletina</i> spp.	16
2.3	Ontwikkelingscyclus	17
2.3.1	<i>Ascaridia galli</i>	19
2.3.2	<i>Heterakis</i> spp.	20
2.3.3	<i>Capillaria</i> spp.....	21
2.3.4	<i>Railletina</i> spp.	22
2.4	Factoren van invloed op de ontwikkeling(scyclus)	24
3	Schade en effecten door wormen (problemen bij pluimvee)	26
3.1	Schadelijke gevolgen van een wormbesmetting	26
3.1.1	<i>Ascaridia galli</i>	26
3.1.2	<i>Heterakis</i> spp.	26
3.1.3	<i>Capillaria</i> spp.....	26
3.1.4	<i>Railletina</i> spp.	26
3.2	Technische resultaten	26
3.3	Invloed wormen op immuniteit	27
3.4	Invloed wormen op gedrag	27
3.5	Wormen in consumptie-eieren	28
3.6	Ziekteverwekkers in relatie tot wormbesmettingen	28
3.7	Schadedrempels.....	32
4	Methoden van monitoring / diagnostiek	33
4.1	Mestonderzoek, mestmonsternamen en bepaling aantal wormeieren in mestmonsters.....	33
4.2	Onderzoek (uitgevallen) dieren.....	34
4.3	Bloedonderzoek.....	35
5	Weerstand tegen wormen	36
5.1	Genetische variatie.....	36
5.2	Leeftijd resistentie kippen	37
5.3	Voeding en weerstand tegen wormen	37
6	Bestrijdingsmethoden	41
6.1	Chemisch.....	41

6.1.1	Anthelmintica of middelen tegen wormen	41
6.1.2	Ontwormen	42
6.1.3	Resistentie tegen ontwormmiddelen	43
6.2	Alternatieve wormbestrijding	43
6.2.1	Planten(delen).....	43
6.2.2	Schimmels	43
6.2.3	Wormen en de darmflora	44
6.2.4	Bestraalde wormeieren.....	44
6.2.5	UV-licht en wormen	45
6.3	Uitloop, wisselen, behandeling uitloop	45
6.4	Strooiselbehandeling	47
7	Preventieve maatregelen	48
7.1	Algemene controle en preventie	48
7.2	Reiniging, behandeling en ontsmetting tijdens leegstand.....	48
7.3	Strooiselmanagement	49
7.4	Bezettingsdichtheid en wormen.....	49
7.5	Verspreiding wormeieren in de omgeving	49
8	Conclusies en aanbevelingen	50

1 Inleiding

'Wormen' is een verzamelnaam van alle organismen die er 'wormachtig' uitzien. Zo benoemt men totaal niet verwante dieren 'worm'. Denk bijvoorbeeld aan een regenworm die tot de Anneliden hoort, de paalworm (een soort mossel), de meelworm (een insect), de ringworm (een schimmel). De parasitaire wormen bij mens en dier behoren voor het grootste deel tot twee stammen van het dierenrijk: de platwormen (waaronder bijvoorbeeld de lintwormen) en de rondwormen (waaronder bijvoorbeeld de spoelwormen). Wormen kennen een levenscyclus (diverse stadia van ei tot volwassen) die zowel direct (zonder tussengastheer) als indirect (met een tussengastheer) kan verlopen. We spreken van parasitaire wormen als ze voor het voltooiën van hun levenscyclus afhankelijk zijn van hun gastheer en daarbij ook 'schade' toebrengen. Dit laatste kan variëren van nauwelijks waarneembaar tot zeer ernstig. Het aantal parasitaire wormen en het tijdstip van 'binnenkomen' kunnen een grote rol van betekenis spelen.

Parasitaire wormen van pluimvee hebben een lange evolutionaire periode van aanpassing aan hun gastheer achter de rug en zijn dus zeer goed in staat zich onder de voor pluimvee heersende omstandigheden te handhaven en te vermenigvuldigen. Aanwezigheid van grote aantallen parasieten kan leiden tot aantasting van het welzijn van de gastheer, waardoor ook de productie kan verminderen. De pluimveesector ondervindt al langere tijd de nadelen van worminfecties. Deze worminfecties worden meestal bestreden met reguliere chemische wormmiddelen, de anthelmintica. Lage wormbesmettingen hoeven mogelijk niet behandeld te worden, omdat ze bijdragen aan de weerstand van het dier tegen herinfecties.

Dit rapport, opgebouwd met informatie uit de literatuur, dient om meer duidelijkheid te geven over

- de levenscyclus van de vier meest voorkomende pluimveewormen;
- de effecten en schade die deze wormen veroorzaken bij legpluimvee en
- mogelijkheden om de gevolgen en effecten van de wormen te beperken.

In dit rapport gaan we in op vier pluimveewormen: de grote spoelworm (*Ascaridia galli*), de kleine spoelworm (*Heterakis gallinarum*), de haarworm (*Capillaria spp.*) en de lintworm (*Raillietina spp.*). Dit zijn de meest voorkomende wormen op de Nederlandse legpluimveebedrijven (Heijmans, persoonlijke mededeling). Ook in Europa komen vooral deze wormen voor op legpluimveebedrijven (Permin et al., 1999). Echter, veel onderzoek naar de effecten van een "wormbesmetting" is uitgevoerd met *Ascaridia galli*, waardoor in dit rapport veel resultaten zijn opgenomen van alleen *A. galli*.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Productschappen voor Pluimvee en Eieren. Verder bedanken wij Dr. F.H.M. Borgsteede voor het screenen van dit rapport en het verstekken van vakinhoudelijke kennis.

2 Algemene informatie

Parasitaire wormen kunnen zich in de kip ontwikkelen, volwassen worden en grote hoeveelheden eieren produceren die met de feces het lichaam verlaten. Op deze wijze kunnen zij de omgeving besmetten. De meest voorkomende wormen van de kip zijn in het maagdarmsstelsel te vinden. De wormen kunnen daar schade veroorzaken die onder andere kan leiden tot vermagering, productiedaling, afwijkende mest en sterfte.

Directe levenscyclus (o.a. *Ascaridia* en *Heterakis*)

De kip wordt met wormen geïnfecteerd door het opnemen van infectieuze wormeieren die in of op de grond of het strooisel liggen. Deze eieren zijn door met wormen besmette kippen via de mest uitgescheiden. De eieren zijn nog niet besmettelijk op het moment van uitscheiden. Pas na enkele weken heeft zich binnen het ei een infectieuze larve ontwikkeld. Het ei is nu besmettelijk voor de kip. Als de kip het besmettelijke ei opneemt, komt de larve vrij in het maagdarmsstelsel van de kip. Daar ondergaat de worm drie vervellingen. De larve wordt een volwassen worm die leeft in de darmholte of in de plooiën van het darmslijmvlies. De mannelijke en vrouwelijke wormen paren en de vrouwtjes produceren grote hoeveelheden eieren. Deze (nog) niet besmettelijke eieren scheidt de kip uit met de mest.

Indirecte levenscyclus (o.a. *Raillietina*)

Wormeieren van bijvoorbeeld lintwormen worden opgegeten door een zogenaamde tussengastheer, bijvoorbeeld door insecten, zoals kevers. Daarin ontwikkelt het zich in het ei bevindende larfje tot een volgend larvenstadium dat wel infectieus is voor de kip. De larf komt vrij in het maagdarmsstelsel en groeit uit tot een volwassen worm.

De ontwikkeling van wormei tot een eierenproducerende volwassen worm noemen we ook wel de ontwikkelingscyclus of levenscyclus. De snelheid van het voltooiën van de ontwikkelingscyclus is afhankelijk van de wormsoort en van externe factoren zoals temperatuur, zuurstof en vochtigheid, maar ook de afweerreactie van de kip kan een belangrijke rol spelen.

De tijd die ligt tussen de opname van een besmettelijk wormstadium (infectieus ei of tussengastheer) door de kip en het uitscheiden van wormeieren noemt men de prepatente periode.

De grote spoelworm (*Ascaridia galli*), de kleine spoelworm (*Heterakis gallinarum*), de haarworm (*Capillaria* spp.) en de lintworm (*Raillietina* spp.) komen het meest voor binnen de Nederlandse populatie legpluimvee. Tabel 1 geeft een overzicht van de worminfecties op basis van sectie inzendingen van de GD (Heijmans, 2004).

Tabel 1 Worminfecties legsector in eerste kwartaal van 2003 (Heijmans, 2004)

Wormsoort	<i>Ascaridia</i>	<i>Heterakis</i>	<i>Capillaria</i>	<i>Raillietina</i>
Worminfecties in 2003 (%)	17,8	8,9	1,5	3,7

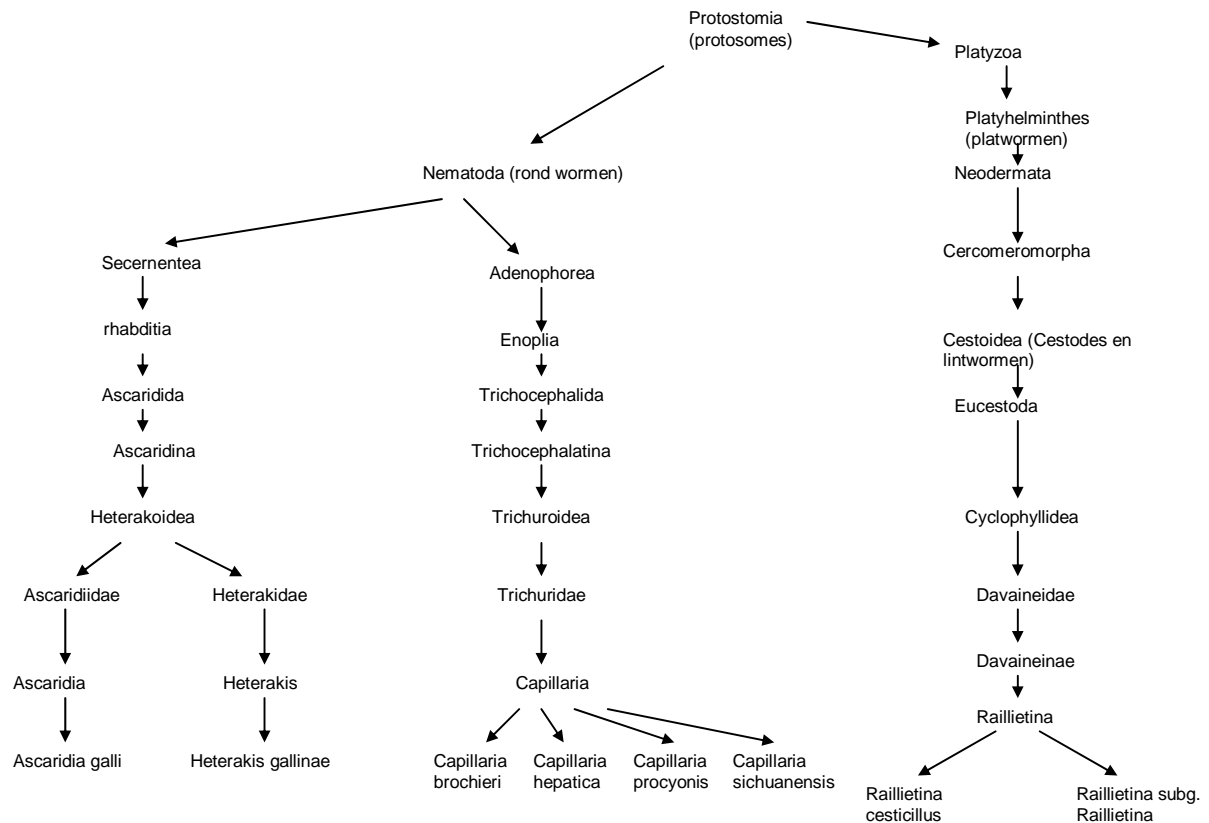
In dit rapport gaan we in op de levenscyclus van vier meest voorkomende soorten wormen. We zoeken naar methoden om de levenscyclus te beïnvloeden, waardoor bijvoorbeeld minder eieren geproduceerd worden of meer wormen sterven.

2.1 Taxonomie (= leer van de ordening van planten en dieren, systematiek)

De grote en kleine spoelworm en de haarworm behoren tot de rondwormen. De lintwormen behoren tot de platwormen. De rondwormen behoren tot een andere stam dan de platwormen. Een stam wordt onderverdeeld in klassen. Klassen worden onder verdeeld in orden en orden weer in families. De platwormen zijn als het ware totaal andere dieren dan de rondwormen.

Figuur1 toont de mogelijk natuurlijke verwantschap tussen de meest voorkomende wormen bij pluimvee in Nederland.

Figuur 1 Taxonomie van de meest voorkomende wormen bij legpluimvee in Nederland



Rondwormen

Rondwormen (Nematoda) vormen een grote groep die als soortenrijkdom de geleedpotigen benadert. De meeste zijn vrijlevend in de bodem, in zoet water of in zee water. Ook plantenparasitaire aaltjes behoren tot de rondwormen. Een aantal is parasitair bij dieren. De bekendste rondwormen zitten in het darmkanaal van zoogdieren, zoals de spoelworm bij de mens en het varken en de aarsmade bij de mens. De parasiterende rondwormen zijn meestal groter dan de niet parasiterende. Parasiterende rondwormen zijn aangepast aan het leven tussen weefsels of tussen lichaamsdelen. Rondwormen zijn meestal lang cilindrisch waarbij de uiteinden taps toelopen. Ze bestaan niet uit segmenten. De huid van de rondworm (cuticula) is stevig. Rondwormen zijn van gescheiden geslacht, dus mannetjes en vrouwtjes. Rondwormen hebben lippen, voelharen en papillen rond de mond aan een van de uiteinden. Vlak voor het andere uiteinde is de anus. Rondwormen hebben een darm en voeden zich met de darminhoud van de gastheer. Het voedsel wordt opgenomen met een gespierde slokdarm. De rondwormen bewegen zich voort door contractie van spierweefsel (Villev et al, 1984).

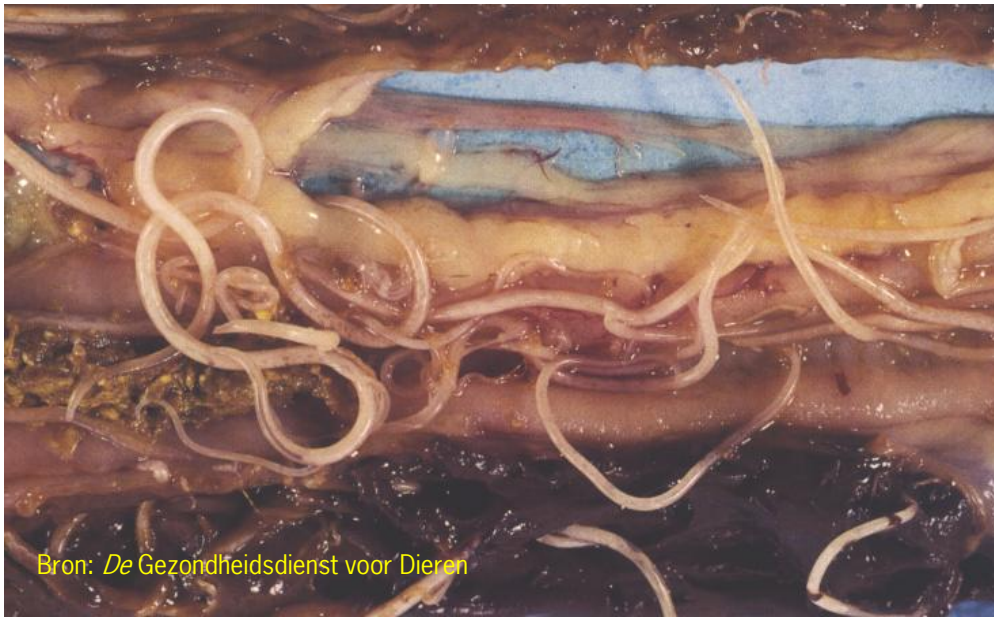
Platwormen

Van platwormen zijn ongeveer 20.000 soorten bekend. Ze hebben vaak een langwerpige en plat lichaam. Ook bij de platwormen treffen we vrijlevende soorten aan. Binnen de platwormen onderscheiden we o.a. een groep waartoe de bekende leverbot behoort (de Trematoden) en een groep waartoe de lintwormen horen (Cestoden). Lintwormen hebben geen bloed en geen spijsverteringsstelsel. Zuurstof en voedsel dringt door de huid naar binnen (Villev et al., 1984). Platwormen bestaan uit een kop (scolex), een niet gesegmenteerde hals en segmenten (proglottiden, leden). Ieder segment bevat mannelijke en vrouwelijke geslachtsdelen. De segmenten die worden afgestoten, bevatten veel eieren die in het milieu vrijkomen.

Ascaridia galli

Ascaridia galli (*A. galli*), de grote spoelworm (Schrank, 1788), komt voor in de dunne darm. Bij een zware besmetting kan *A. galli* een gedeeltelijke of gehele verdichting veroorzaken van het duodenum (twaalfvingerige darm) of het jejunum (deel van de dunne darm).

Figuur 2 Darm met volwassen *A. galli*



Bron: De Gezondheidsdienst voor Dieren

Heterakis spp.

Heterakis wordt ook wel de kleine spoelworm genoemd. Er kunnen drie soorten van *Heterakis* bij pluimvee voorkomen. *H. gallinarum* is de belangrijkste. Alle drie soorten bevinden zich in de centrale holte van de blinde darm. De larven van één soort bevinden zich in het slijmvlies van de blinde darm voordat ze, net als de andere soorten, in de centrale holte van de blinde darm terechtkomen (Permin and Hansen, 1998).

H. gallinarum wordt niet vaak gezien als veroorzaker van schade. Pas bij ernstige infecties is er sprake van een lichte verdikking van het slijmvlies van de blinde darm (Dunn, 1978).

Capillaria spp.

*Capillaria*soorten noemen we ook wel haarwormen. *Capillaria*soorten kunnen zich in het gehele darmstelsel bevinden. De verschillende soorten worden op verschillende plaatsen gevonden: in de krop, de slokdarm, de dunne darm of in de blinde darm (Permin and Hansen, 1998).

Raillietina spp.

*Raillietina*soorten behoren tot de lintwormen. Drie soorten van de genus *Raillietina* komen wereldwijd bij pluimvee voor. De *Raillietina*soorten komen voor in de dunne darm waar de kop zich in het slijmvlies nestelt (Permin and Hansen, 1998).

Bij pluimvee in Nederland komen voor:

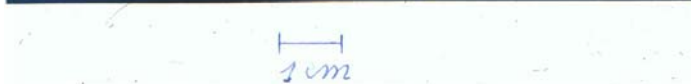
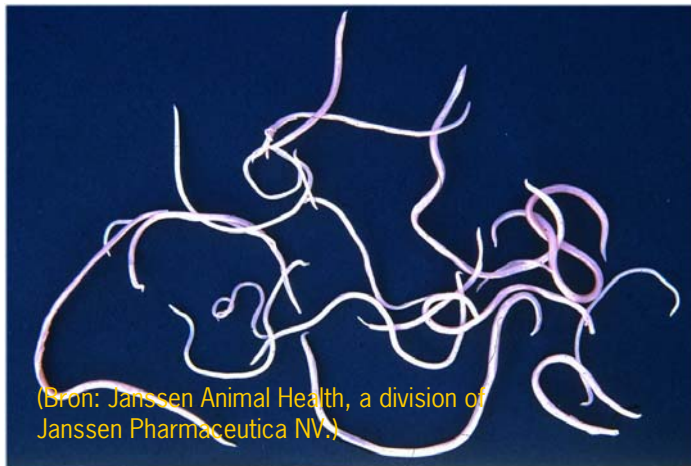
Latijnse naam	<i>Ascaridia galli</i>	<i>Heterakis</i> soorten	<i>Capillaria</i> soorten	<i>Raillietina</i> soorten
Stam	rondworm	rondworm	rondworm	platworm
Nederlandse naam	grote spoelworm	kleine spoelworm	haarwormen	lintwormen
Komt voor in de	dunne darm	blinde darm	hele maagdarmstelsel	dunne darm

2.2 Morfologie (=leer van de bouw en vorm der organismen)

Ascaridia galli

De volwassen worm is semitransparant. De vrouwelijke wormen zijn tussen de 72 mm en 116 mm lang, de mannelijke wormen tussen de 51 mm en 76 mm. De mond heeft drie duidelijke lippen. Het mannetje heeft een zuignap voor de anus en twee spicula van 1 tot 2,4 mm lang. De eieren van *A. galli* zijn ovaal, hebben een gladde schaal en zijn 73 - 92 micrometer lang en 45 - 57 micrometer breed (Permin and Hansen, 1998).

Figuur 3 Volwassen *Ascaridia galli*



Figuur 4 Wormei van *Ascaridia galli*



Heterakis spp.

De mannetjes van *Heterakis* zijn ongeveer tussen de 7 mm en 13 mm lang, het vrouwtje tussen de 10 mm en 15 mm. De eieren variëren in grootte en zijn 65 - 80 micrometer lang en 35 - 46 micrometer breed. De eieren hebben een gladde schaal en zijn moeilijk te onderscheiden van de eieren van *A. galli* (Permin and Hansen, 1998).

Figuur 5 Wormei van *Heterakis gallinarum*



Figuur 6 De meest rechtse pijl wijst naar een dunne darm van een kip met grote spoelwormen. De middelste en linkse pijl wijzen naar een blinde darm van een kip met kleine spoelwormen.
(Bron: foto van www.wormvrij.nl)



Capillaria spp.

De *Capillaria*soorten zijn klein, zien eruit als een haar en zijn moeilijk op te sporen in de darminhoud. De vrouwtjes van de *Capillaria*soorten zijn verschillend in grootte: 27 - 80 mm. De grootte van de mannetjes is ook soortafhankelijk en kan variëren tussen 6 - 35 mm (Permin and Hansen, 1998).

De eieren zijn kleurloos en zijn 60 micrometer lang en 25 micrometer breed (Dunn, 1978), met aan beide uiteinden (polen) een soort stop.

Figuur 7 Volwassen *Capillaria* spp. (Bron: Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)



Figuur 8 Wormei van *Capillaria*



(Bron: Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)

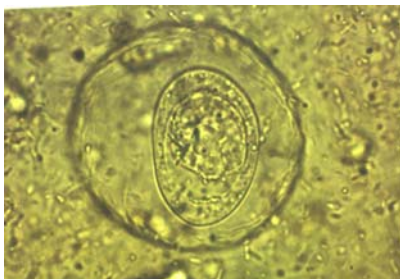
2.2.1 *Raillietina* spp.

De drie soorten van *Raillietina* variëren in grootte van 9 - 13 cm lengte tot 10 - 25 cm lengte. De eieren van de drie soorten zijn gelijk: 74 micrometer breed en 94 micrometer lang. Het aantal eieren per segment varieert. Ook de eistevigheid en structuur van de eicapsule verschilt per soort (Permin and Hansen, 1998).

Figuur 9 Een foto van lintwormen met hun kop gehecht aan de darmwand. De worm bestaat voornamelijk uit segmenten die afgestoten kunnen worden en die ieder eitjes bevatten.



Figuur 10 Wormei van *Railletina* spp. (Bron: Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)

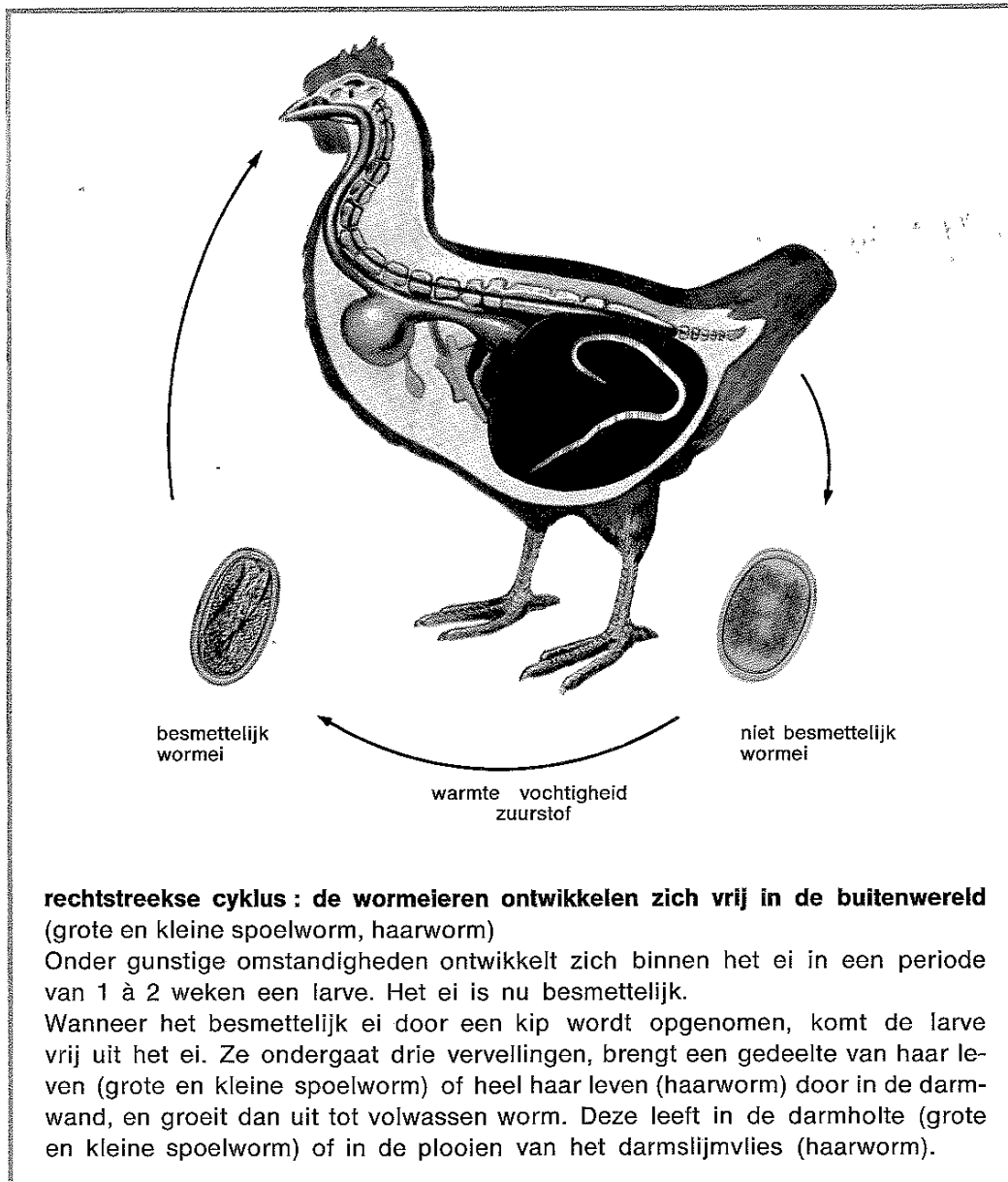


2.3 Ontwikkelingscyclus

De meeste nematoden (rondwormen) hebben slechts één gastheer nodig om de ontwikkelingscyclus te voltooien (figuur 11). Een gastheer infecteert zichzelf door de opname van eieren die een besmettelijke larve bevat. Deze eieren zijn geproduceerd door een andere gastheer of door de gastheer zelf (auto-infectie). De levenscyclus bestaat uit zes stadia; het eistadium, vier ontwikkeling- of larvale stadia en het volwassen stadium.

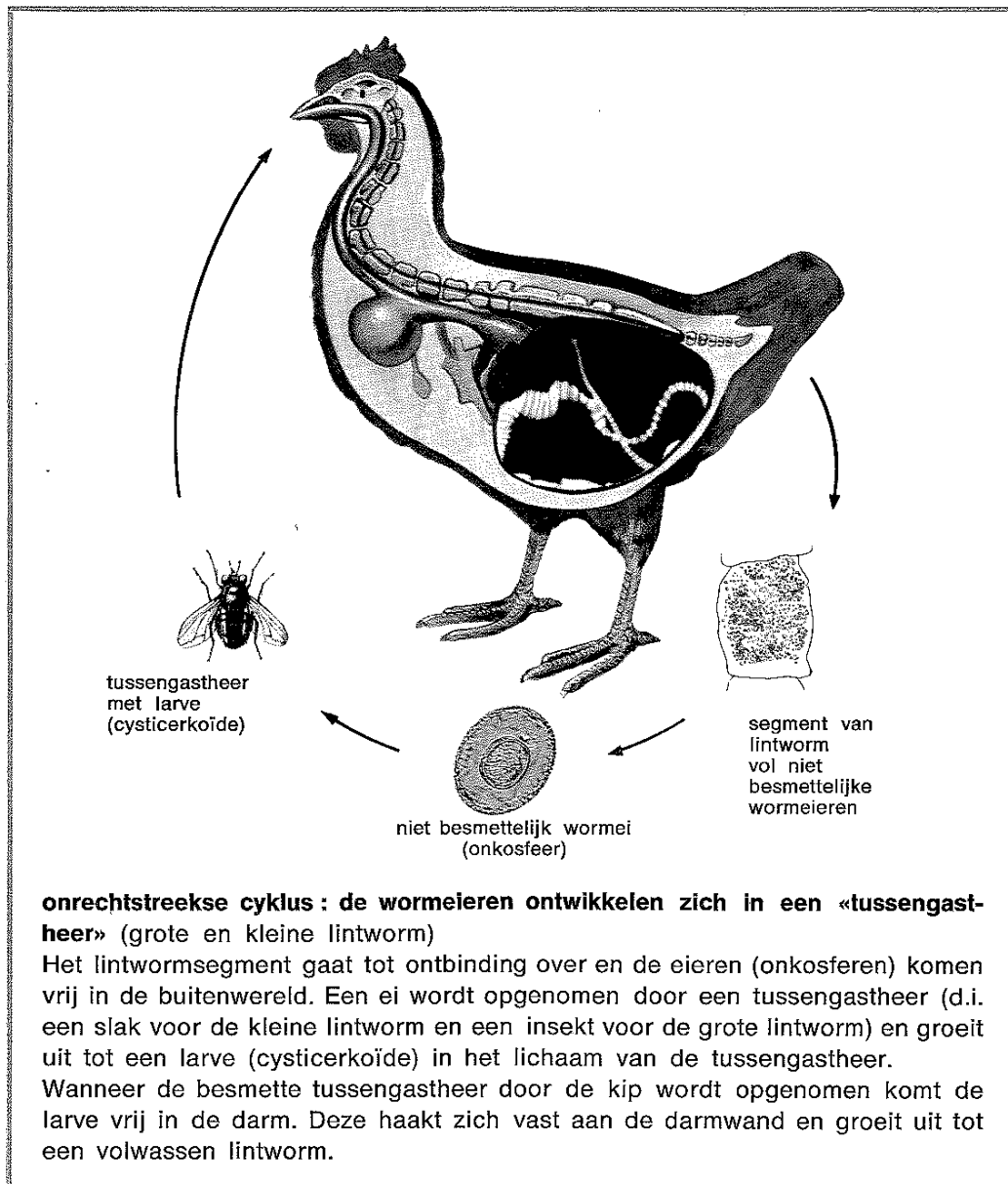
Pas in het volwassen stadium kan de worm zich voortplanten. De duur van de levenscyclus is afhankelijk van vele factoren. Buiten de gastheer bepaalt met name de omgevingstemperatuur de ontwikkelingssnelheid tot infectieus ei. Binnen de gastheer kunnen immunologische reacties het verloop van de ontwikkeling vertragen (uit Vilee et al., 1984).

Figuur 11 De rechtstreekse of directe levenscyclus van onder andere *A. galli*, *Heterakis* spp. en *Capillaria* spp. (uit De wormen van een kip. Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)



Cestoda (lintwormen) hebben voor het volbrengen van een levenscyclus een of meer tussengastheren nodig (figuur 12). De levenscyclus bestaat uit meerdere larvale stadia (Vilée et al., 1984).

Figuur 12 De indirecte (onrechtstreekse) levenscyclus van onder andere *Raillietina* spp. (uit De wormen van een kip. Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)



De term prepatente periode geeft het aantal dagen aan tussen de opname van wormeieren en het uitscheiden daarvan.

2.3.1 *Ascaridia galli*

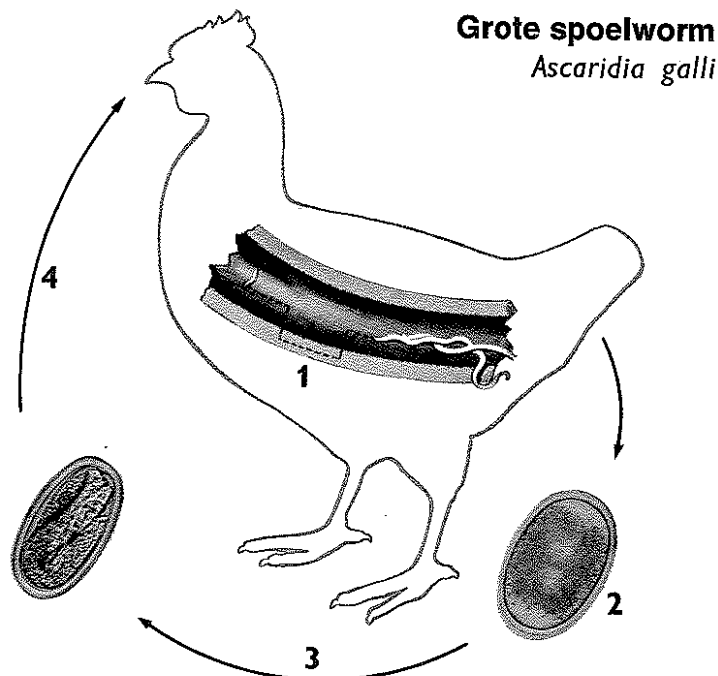
Bij de directe levenscyclus van *A. galli* (figuur 13) is geen tussengastheer nodig om de cyclus te volbrengen. De levenscyclus van *A. galli* bevat twee fasen: binnen de gastheer (de volwassen worm die zich kan voortplanten) en buiten de gastheer (het besmettelijke wormei met daarin een larf). De eieren in dit stadium worden ook wel een besmettelijk wormei genoemd. De nog niet besmettelijke eieren verlaten de gastheer met de feces. In de openlucht ontwikkelen ze zich tot een besmettelijk wormei met larf (L2 stadium) binnen 10-20 dagen (afhankelijk van temperatuur en luchtvochtigheid). Een enkele keer nemen regenwormen de eieren op. In de regenworm kan de larve uit het ei komen. Eet een kip zo'n regenworm op, dan kan ook op deze wijze een besmetting plaatsvinden. Dit is echter niet de belangrijkste route (Permin and Hansen, 1998).

Opname van de besmettelijke eieren door het pluimvee maakt de levenscyclus weer rond. De eieren komen via de maag in het duodenum (twaalfvingerige darm). In het duodenum of jejunum (nuchtere darm) komt de larve binnen 24 uur vrij, omdat enzymen in de darmvloeistof de eiwand afbreken. De larven nestelen zich in het darmslijmvlies. Na 3 tot 54 dagen worden ze in de centrale holte van de darm volwassen. De tijd die de larven

ingenesteld doorbrengen, is afhankelijk van het aantal opgenomen eieren. De fase duurt langer bij meer opgenomen eieren. Na deze fase verblijven de wormen in het duodenum. De prepatente periode duurt 5 tot 8 weken; dat wil zeggen dat 5 tot 8 weken na de opnamen van besmettelijke eieren de kip weer wormeieren uitscheidt. De verblijfsduur van de wormen in de darm wordt beïnvloed door vele factoren zoals de leeftijd van de kip, de hoeveelheid opgenomen eieren, de leeftijd van de infectieuze eieren, de sekse van de kippen, de immunreactie van de kip en het dieet van de gastheer (Permin and Hansen, 1998). Bij oudere kippen (> 3 maanden) is er sprake van een prepatente periode van 8 weken of langer. Bij kippen jonger dan 3 maanden kan de prepatente periode 5 tot 6 weken zijn (Dunn, 1978).

De niet besmettelijke wormeieren die met de feces de kip verlaten, ontwikkelen zich onder optimale omstandigheden in 3 weken. De ontwikkeling gaat als regel trager. Bij temperaturen tussen -12 en -8 graden gaan de eieren dood na 22 uur, maar de eieren kunnen de winter overleven bij matige vorst. Temperaturen boven 43 graden zijn dodelijk voor alle eierenstadia. In strooiselstallen kunnen de eieren waarschijnlijk jaren infectieus blijven, afhankelijk van de temperatuur, vochtigheid, pH en ammoniumconcentratie (Permin and Hansen, 1998). Direct zonlicht en droogte zijn dodelijk voor de eieren (Soulsby 1968; Zakaria and Shoukfeh, 1980).

Figuur 13 De levenscyclus van *Ascaridia galli* (uit De wormen van een kip. Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)

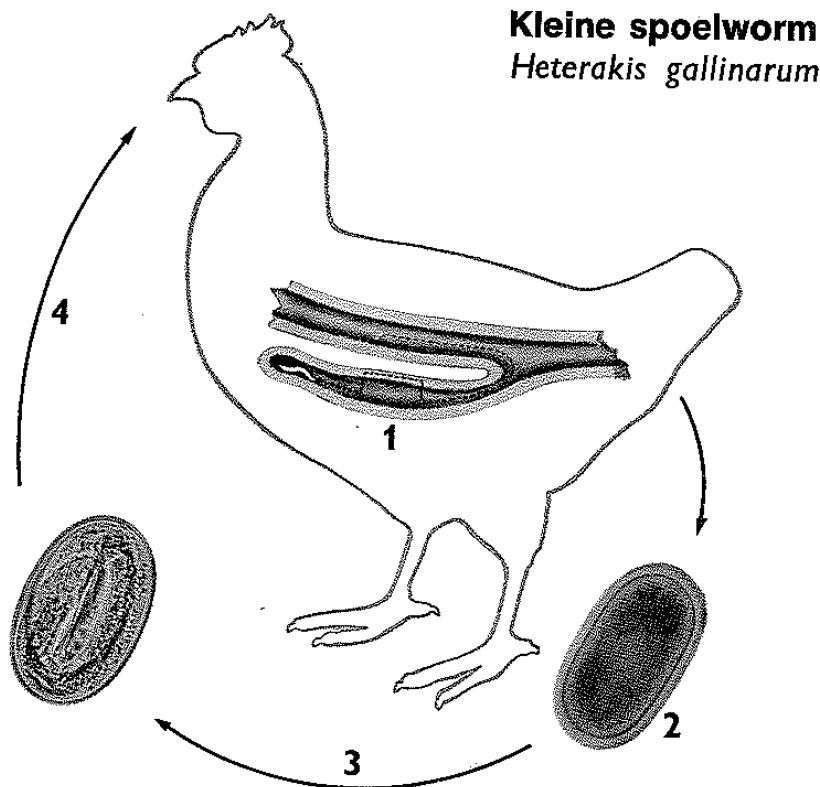


- 1 Larve komt vrij in de dunne darm, brengt enkele dagen door in het slijmvlies, en groeit uit tot volwassen spoelworm in 5 à 6 weken (bij kippen jonger dan 3 m.), of in 8 weken of meer (bij kippen ouder dan 3 m.).
- 2 Niet besmettelijk ei in de feces.
- 3 In gunstige omstandigheden wordt het ei besmettelijk na 8 à 10 dagen.
- 4 Besmettelijk ei opgenomen door de kip.

2.3.2 *Heterakis* spp.

De levenscyclus van de *Heterakis*soorten is direct (figuur 14). Dit wil zeggen dat er geen tussengastheer nodig is. Echter, regenwormen en huisvliegen kunnen wel fungeren als transportgastheren. De niet geëmbryoneerde (nog niet besmettelijke) eieren worden met de feces uitgescheiden en ontwikkelen zich onder optimale omstandigheden tot besmettelijke eieren (L2 stadium) in ongeveer 2 weken. Dit is afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheid. Na opname van het ei door een vatbare gastheer, komt de larve vrij in de dunne darm. Binnen 24 uur bereikt de larve de centrale holte van de blinde darm. In de blinde darm ontwikkelt de larve zich tot een volwassen worm. De prepatente periode is 24 - 30 dagen (Permin and Hansen, 1998).

Figuur 14 De levenscyclus van *Heterakis gallinarum* (uit De wormen van een kip. Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)

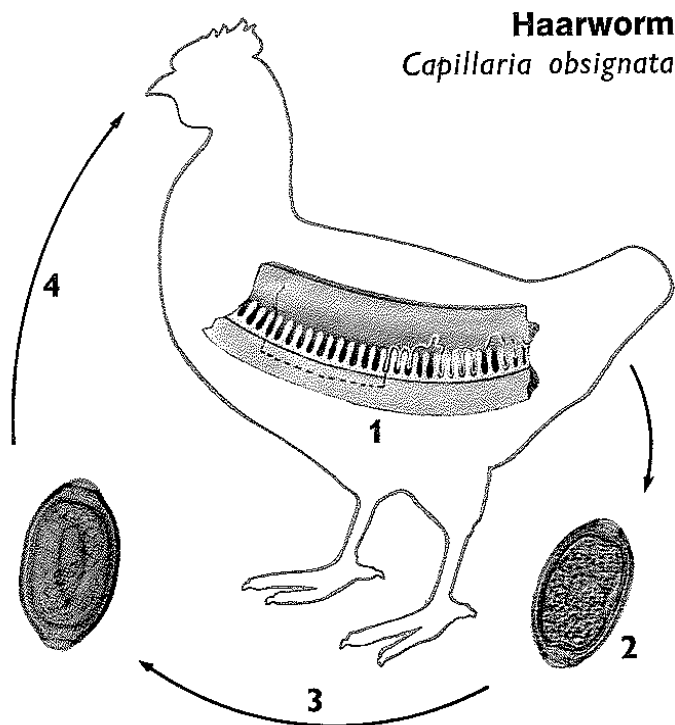


- 1 De larve komt vrij in de dunne darm, verhuist naar de blinde darm, brengt 3 à 4 dagen door in het slijmvlies, en groeit uit tot volwassen worm in 25 à 35 dagen.
- 2 Niet besmettelijk ei in de feces.
- 3 In gunstige omstandigheden wordt het ei besmettelijk na 12 à 15 dagen.
- 4 Besmettelijk ei opgenomen door de kip.

2.3.3 *Capillaria spp.*

De levenscyclus van de *Capillaria*soorten kan direct en indirect zijn (figuur 15). Bij de directe levenscyclus is geen tussengastheer nodig. De eieren worden via de feces uitgescheiden en ontwikkelen zich tot het eerste larvale stadium binnen 9 tot 14 dagen. Na opname door de kip komt de larve vrij omdat verteringsenzymen de eiwand afbreken (Dunn, 1978). De larve ontwikkelt zich tot volwassen worm zonder migratie door de gastheer heen. Het is mogelijk dat regenwormen infectieuze eieren opnemen. De larve kan in deze wormen vrijkomen en overleven. Worden deze regenwormen opgenomen door vogels en pluimvee, dan kan verdere ontwikkeling plaatsvinden. De prepatente periode voor *Capillaria*soorten is tussen de 3 en 4 weken (Dunn, 1978).

Figuur 15 De levenscyclus van *Capillaria obsignata*, een van de soorten *Capillaria* (uit De wormen van een kip. Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)



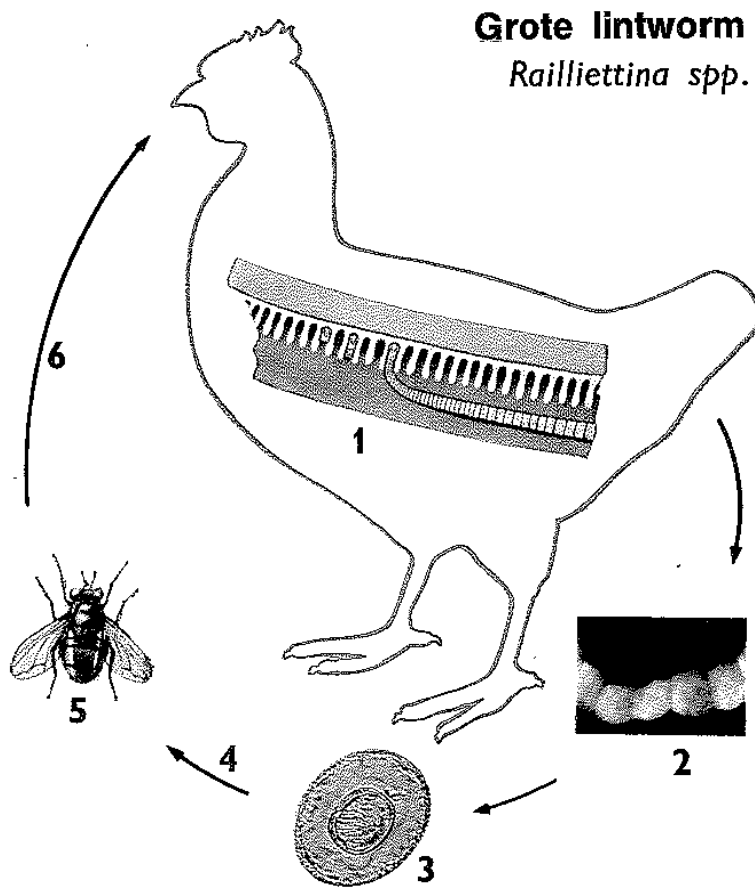
- 1 Larve komt vrij in het duodenum, en ontwikkelt zich in het slijmvlies tot volwassen haarworm in 20 à 26 dagen.
- 2 Niet besmettelijk ei in de feces.
- 3 In gunstige omstandigheden wordt het ei besmettelijk na 8 dagen
- 4 Besmettelijk ei opgenomen door de kip.

2.3.4 *Raillietina* spp.

De levenscyclus van de Raillietina soorten is indirect (figuur 16). De afgestoten segmenten (deeltjes van de lintworm waarin eieren van de lintworm zitten, ook wel proglottiden genaamd) van de lintworm komen via de feces vrij in het milieu. De eieren komen vrij en kunnen een lange tijd overleven. Tussengastheren zoals mieren (*Pheidole* en *Tetramorium*) en kevers (*Calathus* en *Amara*) raken geïnfecteerd als ze wormeieren opnemen. Het embryo/larve komt uit het ei in de darm van de tussengastheer. De larve ontwikkelt zich tot een cysticercoïd en blijft in de lichaamsholte van de tussengastheer totdat de eindgastheer het opeet.

De gal van de eindgastheer activeert de cysticercoïd en dit hecht zich aan de slijmvlies van de dunne darm. De ontwikkeling van segmenten (proglottiden) begint onmiddellijk. Na opname van een tussengastheer met cysticercoïden scheidt de kip na ongeveer 2 weken weer segmenten met lintwormeieren uit (Permin and Hansen, 1998). De infectie is seizoensgebonden en komt overeen met de activiteit van de vectoren en de fluctuaties in de omgevingstemperatuur.

Figuur 16 De levenscyclus van *Raillietina* spp. (uit De wormen van een kip. Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.)



- 1 Cysticerkoïde komt vrij in de darmen en groeit uit tot volwassen lintworm in 11 à 13 dagen of meer.
- 2 Rijpe segmenten in de feces.
- 3 Niet besmettelijk wormei komt vrij uit een segment.
- 4 Ei opgenomen door een tussengastheer (vlieg, kever, enz.).
- 5 Bij een gunstige temperatuur ontwikkelt zich in de tussengastheer op 14 dagen een besmettelijke cysticerkoïde.
- 6 Tussengastheer met cysticerkoïde opgenomen door de kip.

Overzicht van de voornaamste wormsoorten bij legpluimvee met de belangrijkste verschillen					
Wormsoort	Latijnse naam	Lengte volwassen ♀/♂ (mm)	Lengte x breedte ei (µm)	Tussengast- heer	Prepatente- periode (dagen)
Grote spoelworm	<i>Ascaridia galli</i>	72-116 / 51-76	73-92 x 45-57	niet nodig (aardworm kan)	35-56
Kleine spoelworm	<i>Heterakis</i> spp.	10-15 / 7-13	65-80 x 35-46	niet nodig	24-30
Haarworm	<i>Capillaria</i> spp.	27-80 / 6-35	60 x 25	niet nodig (aardworm kan)	21-28
Grote lintworm	<i>Raillietina</i> spp.	90-100 / 130-250	74 x 94	mieren en kevers	14-21

Prepatente periode = aantal dagen tussen opname van wormeieren en het uitscheiden van wormeieren

2.4 Factoren van invloed op de ontwikkeling van wormeieren van nematoden

Wormeieren van nematoden algemeen

Voor de ontwikkeling van wormeieren zijn met name temperatuur, vochtigheid en voldoende zuurstof nodig (Stromberg, 1997). Onder gunstige omstandigheden kunnen wormeieren maanden en soms jaren besmettelijk blijven. De wormeieren gaan dood door uitdroging, verhitting (>34 °C, kokend water, stomen), lang en diep bevroren, directe zonnestralen, afwezigheid van zuurstof en door ontsmettingsmiddelen als sterke logen, enkele petroleumderivaten en natriumpentachloorfenolaat 3,5% (meeste ontsmettingsmiddelen werken niet; Bron: Zakari and Shoukfeh, 1980; uit "De wormen van een kip", Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV.).

De temperatuur zorgt voor de snelheid van de ontwikkeling, maar zonder vocht is er geen ontwikkeling. Temperatuur heeft invloed op de levensvatbaarheid. Hogere temperaturen leiden tot minder infectieuze eieren. Extreme koude en warmte verkleinen de overleving van eieren. Lage temperaturen en laag metabolisme verlengen de overleving (Stromberg, 1997).

Wormeieren van nematoden van kippen

Wat we hierboven hebben beschreven voor wormeieren van nematoden in het algemeen, gaat ook op voor alle nematoden van kippen. Bacteriën en schimmels kunnen leiden tot sterfte van de eieren van *Ascaridia galli* door rotting. Dit gebeurt niet als de eieren uit de mest in een incubator geplaatst worden in zwavelzuur.

De wormeieren die uit de uterus kwamen van volwassen vrouwelijke wormen en zich in zwavelzuur hadden ontwikkeld tot het besmettelijke L3-stadium hadden de hoogste infectieusiteit. Dit in vergelijking met wormeieren uit de mest of uit de uterus van de volwassen vrouwelijke worm en zich in 2% formaline of in vermiculite tot het besmettelijke L2-stadium ontwikkelden (Permin et al., 1997b). Het effect van probiotica en *E. coli* is niet getest bij kippenwormen, maar wel bij een kleine bodemnematode. Wormen die op een bedje lagen van melkzuurbacteriën leefden langer dan de nematoden die lagen op een bedje met *E. coli* (type OP50) (Ikeda et al., 2007).

Mogelijk kan de bestaande bacterieflora in de darm een worminfectie met *A. galli* beïnvloeden (Stefanski and Przyjakowski (1967) uit Permin et al., 2006).

Eieren kunnen hun infectiviteit na bestraling verliezen. Het toedienen van 250 met 5 kiloRöntgen bestraalde wormeieren aan hennen op 3 weken leeftijd en 500 bestraalde eieren op 5 weken leeftijd leidde tot een lage wormbesmetting (gemiddeld 0,2 wormen bij twee van de tien opfokhennen van 14 weken oud). Bij 10 kR had geen enkel dier wormen (Shukla en Rao, 1983).

Ontwikkeling wormenprobleem pluimvee

Op basis van sectierapporten van de GD heeft Heijmans (2003) geprobeerd een indruk te krijgen van de ontwikkeling van de wormproblematiek bij pluimvee (zie tabel 2).

Tabel 2 Ontwikkeling wormproblematiek bij kippen

Wormsoort	Prevalentie 1 januari – 30 juni 1950 n=273 (% van de inzendingen)	2001 n = 453 (% van de inzendingen)	2002 n = 769 (% van de inzendingen)	2003 1 ^e kwartaal n = 135 (% van de inzendingen)
<i>Ascaridia</i>	7,3	15	13,8	17,8
<i>Heterakis</i>	1,5	3,3	5,9	8,9
<i>Capillaria</i>	9,8	4,6	3,9	1,5
<i>Hymenolepis/Raillietina</i>	2,2	1,8	1,2	3,7
<i>Davainea</i>	5,8			
(Coccidiose)	30,8)			

Wat opvalt in tabel 2 is de toename van *Ascaridia* en *Heterakis* en de afname van *Capillaria*. De oorzaak hiervan is onbekend. Vanuit de praktijk komen geluiden dat het aantal *Raillietina* (lintwormen) besmettingen toeneemt. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat de tempexkever niet (meer) wordt bestreden, omdat het een natuurlijke vijand kan zijn van de vogelmijt en op die manier kan bijdragen aan de bestrijding van vogelmijt. De tempexkever is een tussengastheer voor *Raillietina* en leeft in de stal waardoor de gehele levenscyclus tegenwoordig ook in de stal kan plaatsvinden (persoonlijke mededeling A. Steentjes, 2007).

De ontwikkeling tot infectieuze wormeieren wordt beïnvloed door met name temperatuur, vochtigheid, en aanwezigheid van voldoende zuurstof. In het algemeen kunnen wormeieren, onder gunstige omstandigheden, maanden en soms jaren besmettelijk blijven.

Schimmels en bacteriën kunnen in de vrije natuur leiden tot het afsterven van eieren van *A. galli*.

Een goede darmflora kan het aanslaan van een worminfectie mogelijk bemoeilijken of zelfs voorkomen.

Door bestraling kan de besmettelijkheid van de eieren afnemen.

Sinds 1950 lijkt er een toename van *Ascaridia* en *Heterakis* en een afname van *Capillaria*. Vanuit de praktijk komen geluiden dat het aantal *Raillietina* besmettingen toeneemt.

3 Schade en effecten door wormen (problemen bij pluimvee)

3.1 Schadelijke gevolgen van een wormbesmetting

Ascaridia galli

Infecties met *A. galli* kunnen bij de kip leiden tot gewichtsverlies. De ernst ervan is mede afhankelijk van het aantal wormen. Andere effecten van een wormbesmetting zijn gebrek aan eetlust, hangende vleugels, gerafelde veren, afname van de eierenproductie, bloedarmoede, diarree en sterfte. Jonge kippen vertonen eerder de gevolgen van een worminfectie, bij oudere dieren zijn de effecten minder duidelijk (Permin and Hansen, 1998).

Ontstekingen en bloedverlies door beschadigingen van het maagdarmstelsel worden gezien als grote aantallen larven het slijmvlies van het duodenum en jejunum binnendringen (Permin and Hansen, 1998).

Deze larven veroorzaken bloedverlies door beschadiging van weefsel en ernstige vernietiging van het dekweefsel (epitheel). Daarnaast kan er sprake zijn van verkleving van de darmvlokken. Schade aan het dekweefsel van de darm kan worden veroorzaakt door de larven, maar ook door de volwassen wormen. Bij een langdurige infectie kan er sprake zijn van verlies van de spierspanning van de darm en de darmwand kan er enigszins losjes uitzien. In de periode dat de larven zich in de darmwand bevinden, is er bloedverlies, verlaagde bloedsuikerspiegel en ook het urinestelsel kan worden aangetast (Permin and Hansen, 1998).

Ascaridia-infecties verlopen meestal zonder symptomen, behalve bij een ernstige besmetting. De ernstige verschijnselen worden vooral gezien tot 2 weken na de infectie (Dunn, 1978)

Heterakis spp.

De blinde darm vertoont plaatselijke ontstekingen en verdikkingen van de slijmvliezen. Op één soort na, vertonen *Heterakis*-soorten geen klinische verschijnselen. Eén soort, *H. isolonche*, kan leiden tot een ontsteking van de blinde darm, diarree, vermagering en sterfte (Permin and Hansen, 1998).

Capillaria spp.

Infecties met *Capillaria*-soorten kunnen erg schadelijk zijn voor pluimvee in systemen met uitloop of strooisel. Het aantal wormeieren kan sterk toenemen binnen deze systemen. Een lichte infectie met *Capillaria*-soorten kan leiden tot ontsteking en verdikking van de krop en slokdarm. Zware infecties leiden tot verdikking van de slokdarm en kropwand met ontsteking van het slijmvliesmembraan en belemmering van het strottenhoofd. Andere *Capillaria*-soorten in de dunne darm of in de blinde darm kunnen bij dieren leiden tot zwakte, vermagering en bloedarmoede. Bij een zware infectie wordt bloederige diarree met bloedverlies door beschadigingen van het maagdarmstelsel waargenomen (Permin and Hansen, 1998).

Railletina spp.

Een langdurige infectie kan leiden tot verminderde groei, vermagering en verzwakking. De soorten verschillen in schadelijkheid. De meest schadelijke soort en bij ernstige infecties kunnen de wormen knobbeltjes, vergroting en ontsteking van de darmslijmvlies (hyperplastische enteritis) veroorzaken op de plaats van aanhechting (Permin and Hansen, 1998).

3.2 Technische resultaten

Opfok leghennen

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de effecten van *A. galli* bij opfokhennen. Het effect op het diergewicht varieert van geen tot lager, waarbij meestal het absolute effect niet bekend is.

Er was geen uitval door de wormbesmetting en er waren over het algemeen geen andere verschijnselen.

Bij één onderzoek werd bij enkele dieren een lichte diarree gezien.

Gevolgen van een wormbesmetting in de opfok op de legperiode zijn niet bekend.

Tabel 3 Effecten van een wormbesmetting bij opfokhennen

Leeftijd (weken)	Leeftijd geïnfecteerd en aantal <i>A. galli</i> eieren	Dieren besmet met wormen (%)	Aantal wormen/dier	Aantal wormeieren/g mest	Effecten		Literatuur
					Diergewicht	Andere verschijnselen	
tot 10	onbekend, 500		0,8 tot 5,8*		geen	geen	Permin et al., 2006.
3-13	3 weken, 1000	33%	1,4	50	lager	geen	Eigaard et al., 2006.
11-23	11 weken, 1000			400	lager	geen	Idi et al., 2005.
4-9	4 weken, 500		22		- 70 g/hen op 9 weken leeftijd	geen	Idi et al., 2007.
0-31	dg 1 + 10 wkn, 1 mnd + 10 wkn, 4 mnd + 10 wkn, steeds 2 x 500		15	619	geen	bij enkele dieren lichte diarree	Idi et al., 2004

* = 5,8 in de eerste proef en 0,8 in de tweede proef

Leghennen

In tabel 4 is een overzicht gegeven van vijf proeven met een kunstmatige wormbesmetting bij leghennen. De dieren zijn op 18 tot 27 weken leeftijd geïnfecteerd met 250-1000 wormeieren per hen. Vrijwel alle dieren waren besmet met wormen (gemiddeld 97,5%). Ze hadden gemiddeld 9,8 wormen in de darmen en 493 wormeieren per gram mest. Het legpercentage, eierengewicht en eierenmassa werden niet beïnvloed door de wormbesmetting. Permin et al. (1998a) vond door een wormbesmetting weliswaar een 9% hogere eierenmassa, maar kon dit verschil niet aantonen. De voeropname kan hoger zijn en het diergewicht lager. De darminhoud van wormen komt overeen met die van hun gastheer (Ackert et al., 1940 in Permin et al., 1998a). Als met wormen besmette dieren worden behandeld, neemt de voeropname af (Gauly et al., 2007). Verder hebben wormen geen significant effect op de eiwitabsorptie van de kip (Hurwitz et al., 1972). Hierdoor zouden de dieren geen eiwittekort moeten hebben bij een wormbesmetting en het diergewicht niet lager hoeven te zijn bij een hogere voeropname. Er is te weinig informatie gevonden om de financiële gevolgen van een wormbesmetting te kunnen bepalen.

3.3 Invloed wormen op immuniteit

Ascaridia galli lijkt de immuniteit van de besmette kippen te ondermijnen (Malviya et al., 1988a; Meyer et al., 1996). Secundaire infecties kunnen hierdoor meer schade berokkenen (Bhopale et al., 1998; Hørning et al., 2003). Daarnaast is het niet ondenkbaar dat ook de ontstekingen door een worminfectie indirect leiden tot ondermijning van de algemene immuniteit.

3.4 Invloed wormen op gedrag

Mogelijk leidt een besmetting met *Ascaridia galli* tot ander gedrag. In een onderzoek met LSL- en Lohmann Brown-hennen vertoonden de geïnfecteerde hennen minder bewegingen. Dit verdween na een behandeling tegen de wormen. De sociale rangorde was in deze proef niet veranderd door de wormbesmetting, maar LSL-hennen vertoonden wat meer agonistisch gedrag (dreigen, aanvallen, vluchten en koppikken) dan de niet geïnfecteerde soortgenoten. De LSL-hennen pikten minder naar de grond na geïnfecteerd te zijn met wormen. Na de wormbehandeling nam het grondpikken toe, maar bleef minder dan bij de controlegroep. Verder zaten de LSL-hennen na infectie langer in de legnesten. Dit werd na de wormbehandeling korter, maar het bleef meer dan bij de controlegroep (Gauly et al., 2007). In een onderzoek met Isabrown-hennen van 21-32 weken oud, namen we geen ander gedrag waar, maar de hennen namen meer stofbaden. Gesuggereerd werd dat met wormen besmette hennen om onduidelijke redenen, een minder goed verenkleed hebben, waardoor ze vaker willen stofbaden (Kilpinen et al., 2005).

Door een wormbesmetting lijken de dieren over het algemeen minder actief, hoewel er wel wat meer agonistisch en stofbadgedrag werd gezien.

3.5 Wormen in consumptie-eieren

Diverse keren is de aanwezigheid van wormen in een kippenei beschreven (Akinyemi et al., 1980; Manna, 1992; Omran Laila, 1982 alle drie in Piergili Fioretti et al., 2005), (Bigland en Graesser, 1961), (Hodasi, 1963) (figuur 17). Ook zijn er nog zeven meldingen in de literatuur en op het internet te vinden.

Om in een ei terecht te komen, moet een worm zich verplaatsen van de darm naar de eileider. Hierbij moet ze door de darmwand en de buikholte. Een andere route kan zijn dat een worm via de cloaca de eileider bereikt (Piergili Fioretti et al., 2005).

Een volwassen *Ascaridia galli*-worm in een ei kunnen we niet zien als een gevaar voor de volksgezondheid, maar kan wel leiden tot klachten van de consument. Het is mogelijk dat vaker een worm in het ei terechtkomt, maar als eieren gekookt worden, is het lastig een worm te zien in het eiwit.

Figuur 17 Worm in een uitgeslagen ei



3.6 Ziekteverwekkers in relatie tot wormbesmettingen

Bij een gecombineerde besmetting bij de kip met wormen enerzijds en bacteriën, virussen of andere ziekteverwekkers anderzijds, kunnen de negatieve gevolgen groter zijn dan van de infecties afzonderlijk. Met wormeieren kunnen andere ziekteverwekkers of zoönosen worden overgebracht.

Ascaridia galli en *Escherichia coli*

De schade van een gecombineerde infectie met *A. galli* en *E. coli* lijkt mede afhankelijk te zijn van welk pathogeen het eerst aanwezig is (tabel 4). In onderzoek van Permin et al. (2006) zijn meer wormen en een lagere groei waargenomen bij een *A. galli*-infectie die gevolgd werd door een *E. coli*-infectie. Mogelijk beschadigt *A. galli* het darmslijmvlies waardoor de *E. coli*-infectie de mogelijkheid heeft om aan te slaan en zich te vermeerderen. Wanneer een *E. coli*-infectie gevolgd wordt door een *A. galli*-infectie, namen we in de proef juist minder wormen, een lagere groei en meer sterfte waar. Mogelijk komt dit doordat *A. galli* een immuunonderdrukkend effect heeft.

Tabel 4 Effecten van een gecombineerde infectie met *E. coli* en *A. galli*

<i>A. galli</i> als eerste infectie	1) <i>A. galli</i>	2) <i>E. coli</i> 10 ⁸	Orale infectie met <i>E. coli</i>	Tracheale infectie met <i>E. coli</i>	Inwendige beschadigingen	Wormen in kip	Sterfte	Lagere groei
X	X	X		X	X	X	X	X
X	X	X	X			X		X
X		X		X	X		X	X
X		X	X		X		X	X
X	X					X		X
X	-	-	-	-			X door kannibalisme	
						Sign. minder wormen bij <i>A. galli</i> alleen in vergelijking met <i>A. galli</i> + <i>E. coli</i> infectie.	Geen verschil tussen groepen	Signifi. lager bij <i>A. galli</i> + <i>E. coli</i> (tracheaal en oraal)
X	X	X		X	X	X	X	X
X	X	X	X			X		X
X		X		X	X		X	
X		X	X					
X	X					X		
X	-	-	-	-				
						Sign. minder wormen bij <i>E. coli</i> + <i>A. galli</i> in vergelijking met alleen <i>A. galli</i>	Sign. meer sterfte bij bij de tracheaal toegediende <i>E. coli</i> infecties	Sign. lagere in groei bij gecombineerd tracheale <i>E. coli</i> + <i>A. galli</i> (op moment van slachten)

Ascaridia galli en *Salmonella*

Eieren besmet met *Salmonella* zijn een risico voor de volksgezondheid. Veel koppels worden geënt tegen *Salmonella*, waardoor de kans op *Salmonella enteritidis*- en *Salmonella typhimurium*-infecties aanmerkelijk verkleinen. In een enkel geval "breekt" een infectie door de bescherming van de enting heen. Wormen kunnen een rol spelen bij de overdracht en ernst van de *Salmonella*-besmetting.

In of op wormen en wormeieren kunnen bacteriën zitten. Bij eendagskuikens kunnen we ziekteverschijnselen van *Salmonella typhimurium* opwekken door deze bacteriën aan te brengen op wormeieren. Niet duidelijk werd of de bacteriën ook in de wormeieren zitten (Chadfield et al., 2001).

In een proef van Eigaard et al. (2006) waarbij opfokhennen werden geïnfecteerd met *A. galli* en *S. enteritidis* was de besmettingsgraad van *S. enteritidis* hoger dan bij een infectie met alleen *S. enteritidis*. Er waren meer kuikens besmet met *S. enteritidis* en de dieren scheidden langer *S. enteritidis* uit. Idi et al. (2005) vonden ook grotere aantallen *S. enteritidis* in de darmen.

Bij een besmetting met beide ziekteverwekkers maakt het uit in welke volgorde de dieren geïnfecteerd raken. Als dieren eerst besmet worden met *S. enteritidis* en daarna met *A. galli*, zijn er grotere aantallen *S. enteritidis* in de darmen gevonden dan andersom; dus eerst geïnfecteerd met *A. galli* en daarna met *S. enteritidis* (Idi et al. 2005).

Als opfokhennen op 3 weken leeftijd eerst worden geïnfecteerd met *A. galli* en daarna met *S. enteritidis* is het aantal wormeieren in de mest hoger. Eigaard et al. vonden op 13 weken leeftijd een groter aantal wormen in de darmen (Eigaard et al. 2006). In het onderzoek van Idi et al. (2005) werd een tegengesteld effect gevonden. Hierbij hadden de wormen een lagere ei-uitscheiding en was mede daardoor het aantal wormeieren in de mest lager. Mogelijk dat hierbij de leeftijd van de opfokhennen een rol speelt. In het onderzoek van Idi et al. (2005) zijn de dieren op 11 weken leeftijd geïnfecteerd en gevolgd tot 23 weken leeftijd.

Als opfokhennen alleen besmet zijn met met *A. galli*, lijkt het aantal wormeieren hoger te zijn dan wanneer ze eerst besmet zijn met *S. enteritidis* en daarna met *A. galli* (Eigaard et al. 2006). Idi et al. (2005) vond echter geen verschillen tussen een besmetting met alleen *A. galli* en een gecombineerde infectie met *A. galli* en *S. enteritidis*.

Wanneer opfokhennen een *Salmonella*-infectie oplopen en besmet worden met grote spoelwormen, kan dit leiden tot een hogere besmettingsdruk met *Salmonella*. Er is een kans dat de wormbesmetting ook ernstiger is, maar eenduidig is de relatie tussen de grote spoelworm en salmonella niet.

Ascaridia en vogelcholera

Mogelijk zorgt een gecombineerde infectie van *Ascaridia* en vogelcholera (*Pasteurella multocida*) voor grotere schade door een lager diergewicht en een lager legpercentage dan bij elk van de ziekteverwekkers afzonderlijk. Lohmann Brown-hennen werden op 18 weken leeftijd geïnfecteerd met 1000 *Ascaridia galli*-eieren, met vogelcholerabacteriën of met beide ziekteverwekkers. De dieren werden gevolgd tot 29 weken leeftijd. Bij een gecombineerde infectie waren de negatieve effecten groter dan bij de afzonderlijke infecties. Bij de gecombineerde infectie was het diergewicht en het legpercentage lager. De volgorde van de soort infectie maakte hierbij niet uit (Dahl et al., 2002).

Heterakis gallinarum en blackhead (Histomonas)

Blackhead is een besmettelijke ziekte veroorzaakt door de protozo *Histomonas meleagridis*. Als in een koppel jonge kalkoenen blackhead uitbreekt, kan een groot deel van het koppel binnen 10 dagen sterven (Voeten, 2000). Bij kippen is de ziekte zelden de oorzaak van ernstige schade, maar ze kan ontstekingen veroorzaken van blindedarm en lever. Bij opfokkuikens kan de ziekte uitval tot gevolg hebben (McDougald, 2005).

De *Histomonas*-kiemen kunnen binnendringen bij de kleine spoelworm, waardoor de wormeieren de ziektekiemen kunnen bevatten. Een eitje blijft langer dan een jaar besmet (Voeten, 2000).

Spoelwormeieren van pluimveebedrijven kunnen indien overgebracht naar kalkoenbedrijven, grote schade veroorzaken. Het is dan ook belangrijk om door hygiënemaatregelen deze overdracht te voorkomen.

Wormen en virussen

Wormeieren kunnen virussen overbrengen. Eieren van *Raillietina tetragona* kunnen het aviaire adenovirus en reovirus overbrengen en eieren van *Ascaridia galli* het aviaire reovirus. Het Newcastle disease (NCD) virus, het infectieuze bronchitis (IB) virus en het aviaire encephalomyelitis virus konden niet worden geïsoleerd uit wormeieren. Deze wormeieren zijn geoogst van wormen in volwassen dieren die besmet waren met de verschillende soorten virussen (Lee et al., 1974 abstract).

Tabel 5 Invloed van een wormbesmetting op technische resultaten bij leghennen

Merk	Leeftijd (weken)	Leeftijd geïnfecteerd en aantal <i>A.galli</i> eieren	Dieren besmet met wormen (%)	Aantal wormen/dier	Aantal worm-eieren/ g mest	Legpercentage (aantal eieren)	Eieren-gewicht	Eieren-massa	Voer-opname	Voer-conversie	Diergewicht	Literatuur
											Elke worm zorgt voor een gewicht-verlies van 1,39 ± 0,37 gram - 14%	Reid and Carmon, 1958
Lohmann bruin	17-32	18 weken, 500	90	9,4	287	niet gegeven	niet gegeven	gelijk	+2 g/d/d*	- 0,15*		Permin et al., 1998a
LSL en Lohann bruin	20-68	20 weken, 250	100		550	gelijk	gelijk	niet gegeven	niet gegeven	niet gegeven	bruine hennen gelijk witte hennen - 2,3%	Gauly et al., 2002
Lohmann bruin	18-29	18 weken, 1000	100	6,6	653	gelijk	gelijk	niet gegeven	niet gegeven	niet gegeven	- 65 g/hen	Dahl et al., 2002
Isabruin	21-32	Wekelijks vanaf 21 weken, 500		9,1	201	niet gegeven	niet gegeven	niet gegeven	niet gegeven	niet gegeven	- 90 g/hen	Kilpinen et al., 2005
LSL en Lohann bruin	27-42	27 weken, 750	100	24	774	gelijk	gelijk	niet gegeven	hoger	niet gegeven	gelijk	Gauly et al., 2007

* = statistisch niet geanalyseerd

3.7 Schadedrempels

Het algemene advies is om bij hoge aantallen wormeieren in de feces (>1000 *A. galli* eieren/ gram mest of > 10 *Capillaria* eieren/ gram mest) pluimvee tegen wormen te behandelen met een ontwormmiddel (Heijmans, 2005 in Lepema en Bestman, 2005). In Zwitserland adviseert Maurer biologische pluimveebedrijven om de koppel te behandelen als men gedurende langere tijd gemiddeld 4000 eieren per gram mest vindt, maar alleen als er sprake is van bijkomende diergezondheidsproblemen. Dit kan zich uiten in een lichte toename van sterfte, productieverlies, verminderde eischalkwaliteit, lichtere dooierkleur of blekere kammen. Zij geeft aan dat men vooral zou moeten letten op de gezondheid van de koppel. Zij adviseert om een koppel met 10.000 eieren per gram mest zonder gezondheidsproblemen niet te behandelen. Een koppel met gemiddeld 1000 eieren per gram mest met gezondheidsproblemen adviseert zij wel te behandelen (persoonlijke mededeling Maurer, 2007). De schade kan toenemen bij een verminderde weerstand van de koppel.

Een infectie met *A. galli* heeft een weerstandonderdrukkend effect. Secundaire infecties kunnen hierdoor meer schade berokkenen. Het is de vraag of deze kennis is meegenomen bij het bovenstaande advies (Bhopale et al., 1998; Hørning et al., 2003).

Gegevens van de worminfectie in de koppel gecombineerd met gegevens over de diergezondheid kan leiden tot het juiste moment van ingrijpen, waardoor men de schade veroorzaakt door een worminfectie kan beperken. .

De meeste wormsoorten worden pas schadelijk voor de kip als ze in grote aantallen voorkomen. Bij grotere aantallen wormen leiden infecties bij de kip vaak tot verlies van productie, bloederige diarree, bloedarmoede, vermagering en sterfte. Inwendig worden er veelal ontstekingen gezien aan het maagdarmstelsel. Wormen kunnen de immuniteit van de kip onderdrukken, waardoor andere infecties sneller schade kunnen veroorzaken. Dieren met een wormbesmetting lijken over het algemeen minder actief, maar er wordt meer agressief of territoriaal gedrag en stofbadgedrag waargenomen. Wormen kunnen in een kippenei terecht komen onder andere via de cloaca. Dit vormt geen gevaar voor de volksgezondheid. Bij een gecombineerde besmetting kan er sprake zijn van additionele effecten, versterkte effecten, maar ook van verminderde effecten. Dit kan afhankelijk zijn van de bacterie, volgorde van infectie, en de ernst van de infectie. Monitoring van de worminfectie en de gezondheid van de koppel kan leiden tot het juiste moment van ontworming, waardoor schade als gevolg van een worminfectie beperkt kan worden.

4 Methoden van monitoring / diagnostiek

4.1 Mestonderzoek, mestmonstername en bepaling aantal wormeieren in mestmonsters

Om de mate van wormbesmetting van een koppel te bepalen is onderzoek bij één dier niet voldoende. Uit een koppel moeten enkele dieren onderzocht worden om dichterbij de juiste diagnose te komen. Voor het onderzoek is ook kennis nodig van de koppel zelf: koppelgrootte, houderijgegevens, vaccinatieschema, gegevens over voer en voeding, opzet- en afnamegegevens, aanwezigheid van ander pluimvee binnen de koppel, symptomen voor sterfte, klinische symptomen, aantal gestorven dieren, tijdstip van sterfte enz.

Identificatie van wormeieren in de mest is simpel en goedkoop en geeft een goede indruk van worminfecties op zowel individueel als op populatieniveau. De mestmonsters worden genomen uit verse mest en dienen het liefst direct van de cloaca genomen te worden. Eventueel kan men een kip in een kooi plaatsen en de mest opvangen. Voorkom meerdere mestmonsters van een zelfde dier.

Als kennis gewenst is over de wormbesmetting van een koppel, kan men op meerdere plaatsen verse mest nemen en mengen tot een mengmonster. De mest kan opgeslagen worden in plastic zakjes. Ook kan men de mest meenemen en opslaan door de handschoenen die gebruikt is om de mest op te pakken, binnenste buiten te keren en er vervolgens een knoop in te leggen. Zorg voor een goede identificatie van de zakjes/handschoenen, met daarop de datum, het diernummer en de locatie van de dieren. Er is meestal minimaal 4 gram mest nodig voor het uitvoeren van een analyse. Bij een langere transportduur dan 1 - 2 uur naar het laboratorium moeten de monsters in een koelbox vervoerd worden. De temperatuur moet dan tussen de 0 en 8 °C zijn.

Bewaar de mestmonsters nooit in de vriezer. De eieren kunnen dan beschadigd worden. Is er geen koelbox beschikbaar, dan kan men de mest ook vervoeren in plastic containers met goed sluitbare deksels. Aan de mest moet men dan 3% formaline toevoegen (1 ml formaline aan 4 gram feces). Door deze verdunning wordt het aantal eieren per gram wel beïnvloed. In het laboratorium moeten de monsters in de koelkast geplaatst worden totdat men ze verwerkt. Zo kunnen ze meer dan 3 weken bewaard worden. Een kortere bewaartijd is echter aan te raden.

Kwalitatief onderzoek

De meest gebruikte techniek om de aanwezigheid van eieren in de mest aan te tonen (kwalitatief) is de flotatiemethode. Hierbij drijven de eieren in een medium met hoog soortelijk gewicht en de andere, zwaardere delen van de mest zinken. Deze methode maakt gebruik van de eigenschap van de eieren dat ze lichter zijn dan de plantenresten in de mest. In een verzadigde zoutoplossing blijven eieren drijven, terwijl de andere delen zinken. Omdat de zwaarte van de eieren varieert, kan men niet altijd gebruik maken van een zoutoplossing (NaCl). Een oplossing met $MgSO_4$ of met een verzadigde zout- en suikeroplossing heeft een hogere soortelijk gewicht. Voor pluimvee-eieren gebruikt men de verzadigde zout- en suikeroplossing.

Eieren van de *Capillaria*-soorten kunnen door de microscoop bekeken worden met behulp van de directe uitstrijk-methode. Deze methode is vrij eenvoudig: plaats een klein beetje mest op een glasplaatje, voeg er een paar druppels water aan toe, meng dit met elkaar en plaats een afdekglaasje op de mest. Bekijk het dan onder de microscoop.

Kwantitatief onderzoek

De ernst van de wormbesmetting (kwantitatief) kunnen we bepalen met de simpele McMastertechniek en de geconcentreerde McMastertechniek. De eieren worden dan geteld met behulp van de McMastertelkamer. Deze bestaat uit twee glaasjes op elkaar met ertussen drie smalle blokjes. Deze blokjes bevinden zich aan de smalste uiteinden en in het midden. Hierdoor ontstaan twee kamers. Deze kamers kunnen worden gevuld met de flotatievloeistof waaraan een bekende hoeveelheid mest is toegevoegd. De eieren in de vloeistof zullen naar boven drijven. Door de McMastertelkamer onder de microscoop te plaatsen kun je eieren tellen en vaststellen hoeveel eieren per gram mest aanwezig zijn (de zogenaamde epg's).

Interpretatie van de wormtellingen

De McMastertechniek geeft bij een positieve uitslag duidelijkheid over de aanwezigheid van wormen, maar nog niet over de ernst van de besmetting. Dit komt onder andere door eventuele vals positieve en vals negatieve dieren. Het aantal eieren gevonden in de mest zegt nog niet alles over het aantal wormen in de kip. Daarnaast is het moeilijk om een idee te hebben van het effect van een bepaald aantal wormen op de kip. Het effect van het aantal wormen is mede afhankelijk van de wormsoort, de worm - gastheerrelatie en de verzorging van de kip.

Een vals negatief monster is mogelijk doordat dieren wormen hebben die zich nog in de prepatente periode bevinden; ze hebben wel eieren opgenomen en hebben inwendig wormen, maar de wormen zijn nog niet volwassen en de kip scheidt dan nog geen eieren uit. Zoals eerder genoemd varieert de prepatente periode per wormsoort en bedraagt minimaal 2 weken. Er kan ook sprake zijn van een vals negatief monster als:

- de weerstand van de kip zodanig is dat er zich geen wormen kunnen ontwikkelen;
- de weerstand van een kip zodanig is dat de eierenproductie van de wormen wordt onderdrukt. De volwassen worm kan dan alsnog in de darm gevonden worden. Dit kan het geval zijn bij onder andere *Ascaridia galli* en *Heterakis* spp.

Een vals positief monster kan ontstaan als:

- de kip mest of grond opeet met niet-besmettelijke eieren die het dier vervolgens direct weer uitscheidt. Het ei bevat geen besmettelijke larve en dus kan er geen larve uit het ei komen.

Het aantal eieren in de mest kan afhankelijk zijn van het aantal volwassen wormen in het maagdarmkanaal, de leeftijd van de worm, de voersamenstelling, de vastheid van de mest en het tijdstip van mest verzamelen. Droge en harde mest kan per gram meer eieren bevatten dan waterige mest, omdat de mest dan niet "verdund" is. De kip reageert met haar eigen natuurlijke weerstand op een worminfectie. De eierenuitscheiding van *A. galli* vrouwtjes is het hoogst als er bij een eerste besmetting slechts enkele wormen in de kip aanwezig zijn. De eierenuitscheiding van *A. galli* vrouwtjes vermindert bij een toename van het aantal wormen in het dier en ook bij het ouder worden van het dier.

Diagnose (het vaststellen van de wormsoort) met behulp van mestonderzoek, is pas mogelijk als er volwassen wormen zijn. Deze hebben dan al schade toegebracht aan het dier. Een vroegtijdige detectie kan mogelijk de schade beperken.

Bovenstaande tekst komt uit Permin and Hansen (1998).

4.2 Onderzoek (uitgevallen) dieren

Vaststellen soort wormen

Wanneer door mestonderzoek te weinig kennis is gekregen van de wormbesmetting van de koppel, kan de kennis aangevuld worden door dode kippen te onderzoeken of door enkele kippen voor onderzoek op te offeren. Bij kippen jonger dan 3 maanden worden vooral *A. galli*, *Heterakis* spp en *Capillaria* spp. gevonden. Bij kippen tussen de 3 en 7 maanden oud kan men vooral *A. galli* en *Raillietina* vinden. Bij kippen ouder dan 7 maanden kunnen *Raillietina* spp. en *Heterakis* spp. gevonden worden. Neem niet alleen zieke dieren om de wormbesmetting te bepalen. Veelal tonen de kippen geen ziekteverschijnselen bij een wormbesmetting. Neem "blind" een aantal kippen. Het aantal benodigde kippen wordt bepaald door de volgende formule (om een uitspraak te krijgen die 95% betrouwbaar is): $n = 4 \times P \times Q/L^2$

Waarin: P= verwachte prevalentie

Q = 1-P

L = met welke precisie wilt u de uitkomst hebben (10% : L= 0,10)

Voor een inschatting van de koppel, is het mogelijk om een cohort of langetermijnstudie uit te voeren. Denk daarbij aan het bemonsteren van de drie verschillende leeftijdsgroepen (< 3 maanden, 3-7 maanden, > 7 maanden) tijdens verschillende perioden in het jaar. Dezelfde dieren kunnen dan herhaaldelijk bemonsterd worden, met verschillende intervallen. De intervallen zijn korter tijdens het natte zomerseizoen (bijvoorbeeld om de week), dan tijdens de droge, koude perioden (bijvoorbeeld elke 4 tot 6 weken). Ook hier moeten de dieren weer willekeurig geselecteerd worden. Om een echte langetermijn inschatting te maken zou de bemonstering 3 jaar lang uitgevoerd moeten worden om de invloed van één uitzonderingsjaar te beperken. Voor de langetermijn inschatting van een besmetting kunnen we ook gebruik maken van dode dieren, maar liever van een aantal willekeurig gekozen dieren uit de koppel. Daar zijn echter wel veel dieren voor nodig.

We kunnen ook tracer- of sentineldieren gebruiken om de wormbelasting te bepalen. Deze dieren mogen niet eerder in aanraking zijn geweest met wormen. De dieren kunnen dan ongeveer 2 weken in de koppel gebracht worden. Daarna houdt men ze in een wormvrije omgeving gedurende 4 tot 8 weken. In die tijd worden de wormen volwassen. Na sectie van deze dieren is dan duidelijk welke wormen aanwezig zijn. Het advies luidt zes of meer tracerdieren maandelijks in de koppel te introduceren gedurende een jaar om een goede indruk te krijgen van de wormbelasting in dat jaar,. Een van de nadelen van deze methode is dat het moeilijk is om de dieren wormvrij te houden en om de dieren na opname van de wormen te houden in een omgeving die daarna weer helemaal wormvrij gemaakt kan worden. Een ander nadeel is dat de geïntroduceerde dieren zich een plaatsje moeten veroveren binnen de hiërarchie, waardoor ze geen normaal gedrag kunnen uitvoeren. Dit laatste kan men

voorkomen door lage bezettingsgraden of door de tracerdieren in een afgezet gebied te plaatsen. Bij de introductie van dergelijke dieren dient men rekening te houden met de gezondheidsstatus van het dier en van het koppel waarin het geplaatst wordt, om zo introductie van nieuwe ziekten te voorkomen.

Bovenstaande tekst komt uit Permin and Hansen (1998).

4.3 Bloedonderzoek

Een serologische test (het testen van bloed met behulp van een ELISA) kan door de enorme toename van antistoffen in het bloed na een infectie met *A. galli* uitsluitend bieden over de aanwezigheid van parasieten voordat men de eitjes in de mest kan vinden (Martin-Pacho et al., 2005). Deze test is echter (nog) niet ontwikkeld voor toepassing op praktijkniveau.

Het vaststellen van de wormsoort die aanwezig is bij de levende kippen, is mogelijk door mestmonsters te onderzoeken. De eieren kunnen worden aangetoond met een methode waarbij de wormeieren boven komen drijven en andere stoffen zinken. De ernst van de wormbesmetting kunnen we aantonen door het aantal eieren per gram mest te bepalen. Dit geeft nog niet alle informatie over de ernst van de besmetting. Door sectie bij (ge)dode kippen kunnen we een betere indruk krijgen van de ernst van de wormbesmetting.

Het testen van bloed op aanwezigheid van antistoffen tegen wormen leidt mogelijk tot een versnelde diagnose, waardoor de schade beperkt kan worden, maar is helaas in de praktijk nog niet mogelijk.

5 Weerstand tegen wormen

Weerstand tegen *A. galli* kan mogelijk beïnvloed worden door ras, leeftijd, infectiedosis of voeding (Idi et al., 2004). Afweer kan leiden tot een langere prepatente periode, een afname van de wormgrootte, wormvruchtbaarheid en ontwikkeling (Ikeme, 1973, Urquhart et al., 1996).

5.1 Genetische variatie

Rasseneigenschappen hebben invloed op de resistentie tegen wormen. Het ene ras is beter resistent tegen de ene worm dan tegen de andere en andersom (Schou et al., 2007). Studies van Schou laten zien dat de commerciële rassen in ieder geval niet vatbaarder zijn voor worminfecties dan de landrassen (Schou et al., 2006, Schou et al., 2003 en Permin and Ranvig, 2001). Onbekend is of vleesrassen altijd vatbaarder zijn voor een infectie dan de lichtere rassen. Meer onderzoek daarnaar kan dat mogelijk bevestigen.

De geografische achtergrond beïnvloedt mogelijk de infectieusheid van de worm (Abdelqader et al., 2007). Selectie op de meer resistente kippenlijnen of kippenrassen kan bijdragen aan een reductie van het gebruik van ontwormmiddelen.

Mogelijk kan het MHC (major histocompatibility complex) bijdragen aan de resistentie tegen wormen bij de kip. MHC is een deel van het genoom en zit aan de buitenkant van veel cellen. MHC herkent lichaamseigen en niet-lichaamseigen cellen. Schou et al. (2006) vonden een relatie tussen MHC-haplotypes en de aanwezigheid van verschillende wormsoorten. Selectie op resistentie tegen wormen biedt echter mogelijk geen uitkomst, omdat daarbij de afweer tegen andere wormen of bacteriën slechter kan worden. Dit wordt verklaard door het evenwicht in de afweer tussen de verschillende typen afweer. De ene afweer is gericht tegen bacteriën en de andere tegen parasieten. Legt men bij selectie de nadruk op de afweer tegen parasieten, dan is het mogelijk dat de afweer tegen bacteriën afneemt (Pritchard and Brown (2001) in Permin et al., 2006).

Tabel 6 geeft aan dat er verschil is in ei-uitscheiding en wormdruk tussen de verschillende rassen.

Tabel 6 Overzicht van effecten van een wormbesmetting bij de verschillende rassen.

Rassenvergelijking	Infectiedosis	Effect	Literatuurverwijzing
Lohmann merken: LSL – LB	250 <i>A. galli</i>	LSL tov LB: gemiddeld aantal eieren per gram mest hoger en wormdruk hoger	Gaully et al. 2002 en 2007
Lokale kip uit Jordanie – Lohmann white	250 <i>A. galli</i>	Jordanie: minder wormen en lagere wormei uitscheiding	Abdelqader et al., 2007
Zware rassen : White rocks – Cornisch – Licht ras: New Hampshire	330 (soms 600) <i>A. galli</i>	White rocks + Cornish minste weerstand. New Hampshire meeste	Buchwalder et al., 1977
Skalborg ras – Isa Brown – New Hampshire – New Hampshire x Skalborg	500 <i>A. galli</i>	Skalborg hogere wormei uitscheiding New Hampshire kortere wormen	Schou et al., 2003
Hellevad (new Hampshire x white leghorn) – Lohmann Brown	1000 <i>A. galli</i> Op dag 19 of op dag 26	Bij Lohmann Brown lager aantal wormen	Eigaard et al., 2006

5.2 Leeftijdresistentie kippen

Het effect van de leeftijd van de kip en de sterkte van de weerstand is afhankelijk van het kippenras en van de wormsoort. De immuniteit tegen *A. galli* lijkt toe te nemen bij hogere leeftijd. Echter, hormonen en immunologische status (stress) kunnen leiden tot een toegenomen vatbaarheid voor *A. galli* (zoals het begin van de legperiode) of een afgenomen immuniteit. Uit onderzoek van Gauly et al., 2005 blijkt dat vooral de hormoonstatus en de immuunstatus invloed hebben op de weerstand tegen *A. galli*. Immuniteitonderdrukkende middelen leidden tot een toename van het aantal *A. galli* en de incidentie van de infectie (Johnston et al., 1974).

In de oudere literatuur hebben diverse onderzoekers laten zien dat er sprake is van ouderdomsresistentie vanaf een leeftijd van 3 maanden (Herrick, 1925, Graham et al., 1932, Ingwell en Ackert, 1952 in Buchwalder, 1977). Dit heeft volgens hen te maken met de toename van het aantal bekeercellen in de dunne darm die, bij het binnendringen van de spoelworm in het slijmvlies, een remmend afscheidingsproduct uitscheiden. Volgens Ikeme (1973) heeft het uitscheidingsproduct geen remmende werking op de al aanwezige spoelwormen. Buchwalder (1977) geeft echter aan dat het uitscheidingsproduct van de bekeercellen in de dunne darm het binnendringen van de worm mogelijk wel kan voorkomen.

Volgens een aantal onderzoekers is de leeftijd van ouderdomsresistentie afhankelijk van een aantal factoren. Bij niet toereikende voeding of voersamenstellingen treedt de resistentie pas op bij 36 weken (Ackert en Dewhirst, 1950). Volgens Ackert et al. (1935), Boch en Supperer (1976) en Ikeme (1973) (allen in Buchwalder, 1977) wordt de resistentie bepaald door de eiwit- en vitaminegehalten. Buchwalder (1977) denkt dat er geen sprake is van ouderdomsresistentie, maar dat er juist een verband is tussen leeftijd en ras. In deze proef was naast een rasafhankelijkheid ook een kortere prepatente periode (36 dagen) te zien bij een late infectie (110 dagen). De conclusie hierover luidt dat bij een toenemende leeftijd de vatbaarheid voor wormen afneemt. Recenter onderzoek van Gauly et al. (2005) met LSL-hennen toonde aan dat bij een infectie op 24 weken leeftijd het aantal wormen in de darm en het aantal eieren per gram mest afnamen in vergelijking met dieren die op 6, 12 en 18 weken leeftijd geïnfecteerd zijn.

Verworven immuniteit speelt waarschijnlijk ook een rol in de weerstand tegen *A. galli*. Na een eerste infectie kunnen de wormen van een tweede infectie worden uitgedreven (Permin and Ranvig, 2001; Sadun, 1948).

5.3 Voeding en weerstand tegen wormen

Uit onderzoeken van Dubinsky et al. (1975 en 1976) bleek dat gewichtsverlies en sterfte van kippen als gevolg van *A. galli* kan optreden bij voerrantsoenen met te weinig eiwit en lage hoeveelheden aminozuren. Voeding lijkt daarmee een kritische factor te zijn voor een infectie met *Ascaridia galli* in de darm van leghennen (Permin et al., 1998a).

Ruwvoer

Het bijvoeren van ruwvoer in de vorm van maïssilage of wortelen leidde tot hogere aantallen wormeieren in de mest. Dit blijkt uit een proef met opfokhennen van 7 tot 23 weken leeftijd. Dagelijks kregen zij 50 g/dier maïssilage of wortelen naast een basisvoer met 17,2% ruw eiwit. Het soort ruwvoer had geen effect op het aantal wormeieren. Er werd geen reden gegeven voor het hogere aantal wormeieren in de mest. Het diergewicht was bij maïssilage gelijk aan dat van de controlegroep en hoger dan bij wortelen, zodat tekorten aan voedingsstoffen niet aannemelijk zijn (Idi et al., 2005).

Tekort aan voedingsstoffen

In verschillende publicaties is aangegeven dat de gevolgen van een wormbesmetting erger zijn bij een tekort aan voedingsstoffen (zie tabel 7). Over het algemeen verklaart men dit doordat de weerstand van de dieren tegen wormen is verminderd bij een tekort (Cuca et al., 1968; Deo en Srivastava, 1962 abstract; Dubinsky en Rybos, 1979; Hansen et al., 1954; Idi et al., 2007; Ikeme, 1971a; Reddy et al., 1984; Zoltowska et al., 1995 abstract; Zoltowska et al., 1996 abstract). Bij een eiwittekort kunnen in de dunne darm *Ascaridia galli*-wormen zich vaker ophopen en een soort kluwen vormen dan bij normale voeding. De kluwen kan de darm flink beschadigen en blokkeren. Als dit gebeurt, kan het dier zelfs verhongeren en doodgaan. Bij normale voeding zijn opfokhennen in staat een kluwen (circa 40 wormen) met wormen af te drijven en herstellen de dieren (Ikeme, 1971b).

Sporenelementen

Een wormbesmetting kan leiden tot een gebrek aan mineralen en sporenelementen, omdat wormen deze waarschijnlijk ook nodig hebben. Een gebrek kan resulteren in een niet optimaal immuunsysteem. Goed opneembare mineralen en sporenelementen in de juiste hoeveelheden kunnen de gevolgen van een wormbesmetting verminderen.

Kobalt speelt mogelijk een rol bij een wormbesmetting en het verminderen van de gevolgen van een wormbesmetting. Kobalt is nodig voor bepaalde enzymen (Gabrashanska et al., 2002). In dit onderzoek werd echter de relatie tussen kobalt en een besmetting met *Ascaridia galli* onvoldoende duidelijk om een advies te kunnen opstellen. Organische kobaltzouten verdienen de voorkeur boven anorganische kobaltzouten, omdat de kobalt dan beter beschikbaar is.

Bij jonge opfokhennen met een besmetting met *Ascaridia galli* spelen ook *koper en mangaan* een rol bij het beperken van de gevolgen van een wormbesmetting. Hierbij is het belangrijk de mineralen in de juiste vorm te verstrekken (Teodorova en Gabrashanska, 2002). Aanbevolen wordt om opfokhennen die besmet zijn met *Ascaridia galli* te behandelen met organische zink-, mangaan- en kobaltzouten als aanvulling op een basische zout dat zink en kobalt bevat en een basisch koperzout. Zink stimuleert onder andere het immuunsysteem en koper heeft een antiparasitaire werking (Gabrashanska et al., 2004a). Mangaan speelt onder andere een rol bij de botvorming (Gabrashanska et al., 2004b).

Bij de aangehaalde onderzoeken zijn de effecten van extra sporenelementen onderzocht bij een gebrek aan sporenelementen in het basisvoer om verschillen aan te kunnen tonen. Een gevolg hiervan is dat de resultaten lastig te interpreteren zijn voor een situatie wanneer er geen gebrek is. Wel is het aannemelijk dat een besmetting met wormen kan leiden tot een gebrek aan bepaalde sporenelementen, waardoor de weerstand van de dieren vermindert. Extra sporenelementen of in een betere opneembare vorm kunnen positief werken onder andere door een goed werkend immuun- en enzymstelsel. Onderzoek naar aan te bevelen hoeveelheden toe te voegen sporenelementen bij diverse besmettingen kan mogelijk leiden tot het beheersen van de gevolgen van een wormbesmetting bij de hen.

Vitaminen, mineralen en eiwitten bij opfokhennen

Mogelijk kan bij jonge dieren goede voeding de mate van een wormbesmetting verlagen. Waarschijnlijk is dan de weerstand van de dieren optimaal, onder andere door een goed werkend immuun-, enzym- en hormonaalsysteem. Bijvoorbeeld bij een tekort aan vitamine A hebben opfokhennen minder weerstand tegen een worminfectie (Idi et al., 2007). Tabel 7 is een overzicht van de effecten van tekorten aan vitaminen, eiwit en mineralen op een *A. galli* besmetting bij opfokhennen. Over het algemeen geeft een tekort aan vitaminen en eiwit (aminozuren) een hogere wormbesmetting. Een tekort aan vitamine D heeft waarschijnlijk geen effect op de wormbesmetting. Het effect van een tekort aan calcium is niet eenduidig.

Er zijn aanwijzingen dat extra vitamine A de ernst van een wormbesmetting kan verminderen. Toevoegen van extra vitamine A aan een voer met voldoende voedingsstoffen (2500 tot 5000 IU vitamine A per dier) reduceerde de aanwezigheid van *Ascaridia galli* met 40% tot 78% bij jonge opfokhennen. Hogere doseringen (10.000 tot 50.000 IU vitamine A per dier) resulteerden niet in een verdere vermindering van het aantal wormen; maar de verhouding tussen vrouwelijke en mannelijke wormen nam af (minder vrouwen) en dit vertraagde de ontwikkeling van de wormen (70-100% van de vrouwelijke wormen waren niet volledig ontwikkeld) (Leutskaya et al., 1993 abstract). Ook Zoltowska et al. (1995 en 1996 abstracts) vond dat bij extra vitamine A de wormbesmetting lager was dan bij een tekort of de dagelijkse behoefte.

Opfokhennen met een gebrek aan calcium, eiwit, vitamine A of D in het voer hadden een hogere wormbesmetting dan bij de controlegroep. Wanneer de dieren na een periode met ontoereikend voer 3 maanden goed voer kregen, werd de wormbesmetting minder en kwam bijna op het niveau van de controlegroep die hun hele leven een goed voer hadden gekregen (Deo en Srivastava, 1962 abstract).

Leghennen

Bij dieren ouder dan 17 weken is de rol van een goede voeding veel minder duidelijk. Lohmann Brown-hennen van 17 tot 32 weken leeftijd kregen voeders met 14% of 18% ruw eiwit. De helft van de dieren werd op 18 weken leeftijd besmet met 500 *Ascaridia galli*-eieren per dier. Hennen op een voeder met 14% ruw eiwit hadden een gemiddeld lagere wormbesmetting (tendens) dan de dieren met een 18% ruw eiwit voer.

Er waren geen verschillen in aantallen eieren in de mest. Mogelijk is de wormbesmetting dermate hoog bij 18% ruw eiwit (gemiddeld 11,5 wormen t.o.v. 7,2 bij 14% ruw eiwit) dat de wormen minder eieren produceren (Permin et al., 1998a). Het is ook mogelijk dat er bij 18% ruw eiwit (toevallig) minder vrouwelijke wormen aanwezig waren.

Mogelijk heeft naast hormonale veranderingen ook het verschil in nutriëntenbehoefte van de hennen vlak voor de start van de leg invloed op de weerstand van de hen tegen parasieten. De conclusie van de studie van Gauly et al. (2005) is dat het verschil in weerstand wordt beïnvloed door de reproductiestatus en niet door leeftijd. Hiermee kan men rekening houden als de hennen in een risico-omgeving worden gebracht op het moment dat de leg kan beginnen. Het ras lijkt ook invloed te hebben op de natuurlijke afweer van de kip tegen wormen.

Door een goede voeding aan de dieren kan men negatieve effecten van een wormbesmetting verkleinen. Onder andere een goede aminozuur voorziening is belangrijk. Goede voeding kan geen vervanger zijn van een ontwormprogramma. Immers, wormen leven ook van het voer (Permin and Hansen, 1998).

Tabel 7 Effect van vitaminen, eiwit (aminozuren) en mineralen op de besmetting met *A. galli* eieren bij opfokhennen

Element	Hoeveelheid	Merk en leeftijd	Leeftijd geïnfecteerd en aantal <i>A.galli</i> eieren	Effect	Literatuur
Vitamine A en pyridoxine	tekort			meer en grotere infectieuze wormen	Dunn, 1978
Vitamine A	tekort (500 IU of 172 µg retinol acetaat)	Lohmann Brown, 0 tot 9 weken	4 weken, 500	geen verschil in wormen in darm, meer wormeieren in mest, ♀ vruchtbaarder*	Idi et al., 2007
Calcium, Vitamine A of eiwit	tekort	opfokhennen vanaf 4 weken	8 weken, 200	meer wormen in darm	Deo en Srivastava, 1962 abstract
Vitamine D	tekort	idem	Idem	geen verschil	Idem
Vitamine A	tekort	idem	Idem	langere wormen	Idem
Calcium, eiwit, vitamine A of D	tekort	idem	Idem	hoger aantal wormeieren in de mest	idem
Vitamine A, D, E, K, riboflavine en panthotheen zuur	tekort	Shaver Starcross haantjes, 10 tot 52 dagen	24 dagen, 500	meer wormen, wormeiproductie eerder	Dubinsky en Rybos, 1979
Vitamine B12	tekort			incidentie worminfectie hoger	Hansen et al., 1954
Vitaminen of ruw eiwit (12,5% tov 15%)	tekort	bruine leghorn kuikens tot 11 weken	van 3 tot 6 weken dagelijks 10, 100 of 1000	meer eieren in de mest, meer larven en volwassen wormen in darmen**	Ikeme, 1971a
Vitamine A en ruw eiwit (11% t.o.v. 19%)	tekort vit. A en re dagelijkse behoefte vit. A	jonge kippen		hoge wormbesmetting	(Zoltowska et al., 1995 abstract)
				wormbesmetting lager	(Zoltowska et al., 1996 abstract).
Lysine	dubbele dosis vit. A (1,25% tot 0,65% in vier stappen)	kuikens 1 tot 5 weken	1 week, 500	nog lagere wormbesmetting 1 ^e proef lager dan 0,85% lysine meer wormen in de darmen. 2 ^e en 3 ^e proef geen verschillen.	Cuca et al., 1968
Ruw eiwit	dag 1 – 12 : 22% re dag 13 - 40: 18, 20, 22% re	witte Leghorn kuikens 1 tot 40 dagen	30 dagen, 1000	lager re -> grotere aantallen larven en meer volwassen wormen (14,2/kuiken)	Reddy et al., 1984
Calcium	0,3% tot 2,5%	Kuikens 1 tot 5 weken	1 week, 110 of 200	langere wormen, diergewicht lager bij lager % calcium. Geen verschillen in aantal wormen.	Cuca et al., 1968
Calcium	tekort	kuikens 3 tot 7 weken	3 weken, 200	minder en kleinere wormen in de darm	Gaafar en Ackert, 1953
Calcium en fosfaat	tekort			minder en kleinere wormen in de darm	Dunn, 1978

* = De kuikens kregen van 1 dag tot 9 weken voeders met verschillende gehalten vitamine A. Bij het voer met het grootste vitamine A tekort ((500 IU of 172 µg retinol acetaat) werden er meer wormeieren in de mest gevonden. De vrouwelijke wormen waren vruchtbaarder.

** = De interactie tussen wormei dosering en voeding is niet duidelijk.

6 Bestrijdingsmethoden

6.1 Chemisch

Middelen tegen wormen drijven wormen af of doden wormen, tussenstadia en/of eieren. Middelen kosten geld, kunnen natuurlijke immuniteitsmechanismen verstoren of de werking ervan vertragen. Ook kunnen wormen resistent worden tegen de middelen (Permin en Hansen, 1998). Het is daarom gewenst deze middelen niet onnodig of onnodig vaak te gebruiken.

6.1.1 Anthelmintica of middelen tegen wormen

Er zijn een aantal factoren die het resultaat van een middel bepalen:

- De werkingsbreedte: bestrijdt het middel een volwassen wormen of ook larven en eieren?
- Pakt een middel verschillende soorten wormen aan?
- De benodigde concentratie van een wormmiddel kan afhankelijk zijn van de voersamenstelling en de hoeveelheid voer. Door voerrantsoenering kan bij een middel dat niet via het voer wordt verstrekt de concentratie en daarmee de efficiëntie van een middel toenemen in het darmstelsel.
- Bij pluimvee wordt een koppel behandeld en geen individu. Het is belangrijk dat een individu voldoende van een ontwormmiddel binnen krijgt. Dit kan men onder andere bereiken door een middel meerdere dagen achter elkaar te geven.

Wormmiddelen zijn ingedeeld in vijf groepen naar hun manier van aangrijpen op wormen (Permin en Hansen, 1998).

- Groep 1. *Benzimidazolen en pro-benzimidazolen* verstoren de polymerisatie van tubuline tot microtubuli (dit verstoort de celfunctie van de wormen). Voorbeelden van werkzame stoffen in groep 1 zijn: albendazol, thiabendazol, febendazol, parabendazol, flubendazol, febantel en thiophanaat. Deze middelen werken tegen nematoden en (in bescheiden mate) tegen lintwormen.
- Groep 2. *Imidazothiazolen en tetrahydropyrimidinen* remmen de werking van het enzym acetylcholinesterase. Voorbeelden van werkzame stoffen in groep 2 zijn: tetramisol, levamisol, butamisol, pyrantel en morantel. Deze middelen werken uitsluitend tegen nematoden.
- Groep 3. *Avermectinen en milbemycinen* grijpen aan op de prikkeloverdracht van zenuwen in het zenuwstelsel van de wormen, waardoor ze verlamd raken. Groep 3 omvat de avermectinen (ivermectine, doramectine) en de milbemycinen (moxidectine). Deze middelen werken tegen nematoden en ectoparasieten.
- Groep 4. *Salicylaniliden en gesubstitueerde nitrofenolen*. Deze middelen werken vooral tegen lintwormen.
- Groep 5. Organische fosforverbindingen zijn *acetylcholine esterase antagonisten*. Voorbeelden van werkzame stoffen zijn dichloorvos en neguvon.

Van de genoemde werkzame stoffen is in Nederland alleen flubendazole toegelaten. Dit is verwerkt in vaste en vloeibare middelen. Flubendazole werkt tegen larven en volwassen nematoden en lintwormen (Aziz, 2007) en nematodeneieren. Flubendazole verstoort de vertering en absorptie van voedingsstoffen. De wachttijd voor eieren is 0 dagen. Men dient ervoor te zorgen dat alle dieren voldoende hoeveelheid van de werkzame stof opnemen. Bijwerkingen zijn niet bekend. (bron: www.brd.agro.nl)

Vaste middelen (poeders)

Hiervan zijn verschillende merknamen in de handel onder andere Flubenol 5% en MS Wormguard. Bij kippen werken de middelen tegen verschillende wormen, onder andere tegen *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Capillaria* spp. en *Raillietina* spp. Het voer met flubendazole mag men pelletteren. Een behandeling bestaat uit het toedienen van 30 mg flubendazole per kg voer gedurende 7 dagen.

Voor een goede werking tegen *Raillietina* spp. moet men de behandeling na 1 week herhalen (Gelderen, 2006). Overdosering bracht geen neveneffecten teweeg. Diegenen die het geneesmiddel be- of verwerkt en/of toepast, dienen direct huidcontact en inademing te vermijden in verband met mogelijke overgevoelighedsreacties en contactdermatitis. Draag daarom handschoenen en een stofmasker. (bron: www.brd.agro.nl)

Vloeibaar middel

Solubenol bevat 100 mg flubendazole per gram. Het is een witte homogene visceuze vloeistof en is toegelaten voor behandeling van *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum* en *Capillaria* spp. bij leghennen (opfok en fok). Een behandeling bestaat uit gedurende 7 dagen 1,43 mg flubendazole (= 14,3 mg Solubenol) per kg lichaamsgewicht per dag toe te dienen via het drinkwater. Hierbij is het belangrijk dat het middel goed verdeeld blijft in de

(voor)oplossing en de oplossing niet langer dan 4 uur in het drinkwatersysteem zit; dit om problemen met uitzakken van het middel te voorkomen. Men moet de dieren tijdens en 1 dag na de laatste behandeling binnen houden, vanwege mogelijke milieuproblemen. Bij een overdosering van tweemaal de aanbevolen dosis of meer kan men een lichte daling van het eierengewicht en het legpercentage waarnemen. Na toediening van viermaal de aanbevolen dosis gedurende 14 dagen, werden geen bijwerkingen waargenomen. (bron: www.brd.agro.nl) Een verstoorde ontwikkeling van de veren kunnen we niet helemaal uitsluiten na toediening van flubendazole. Mensen dienen direct contact met het product te vermijden. (bron: www.brd.agro.nl)

6.1.2 Ontwormen

Wormbesmettingen zijn beheersbaar door een routinematige behandeling tegen wormen. Als de dieren in contact kunnen komen met besmette mest of strooisel is de kans op herinfectie groot. De behandeling moet men dan regelmatig herhalen. De frequentie is afhankelijk van de besmettingsdruk en de mate van besmetting die acceptabel is. Niet alle wormen en wormeieren worden gedood door een behandeling. Hierdoor kan zich resistentie ontwikkelen tegen het gebruikte middel. Dit risico kan men verkleinen door middelen te gebruiken in de juiste dosering en de juiste manier van toepassing. Ook is het aan te bevelen niet vaker te behandelen dan nodig en flubendazole eventueel af te wisselen met andere methoden om de besmettingsdruk te verlagen (Permin en Hansen, 1998).

Voor succesvolle behandeling tegen wormen is het goed om te weten welke soorten wormen in de koppel aanwezig zijn. Diverse middelen werken tegen verschillende wormen en verschillende soorten wormen kan men met hetzelfde middel bestrijden. De dosering en behandelingsfrequentie zijn afhankelijk van de soort worm (Permin en Hansen, 1998).

Er zijn verschillende ontwormprogramma's ontwikkeld. Meestal wordt daarbij rekening gehouden met de leeftijd van de dieren. De juiste procedure is de hennen te ontwormen voordat ze in productie komen (of voor overplaatsing naar een schone legstal). Hierdoor voorkomt men negatieve effecten van wormen in een gevoelige fase van de leghennen. Door vóór het overplaatsen de dieren te ontwormen, is de kans groter dat de stal schoon blijft (Permin en Hansen, 1998).

Een wormbehandeling is aan te raden als het aantal eieren van spoelwormen (*Ascaridia* en *Heterakis*) per gram mest groter is dan 1000 of als bij meerdere keren mestonderzoek het aantal eieren duidelijk stijgt (GD 2007). Een infectie met *Heterakis* (kleine spoelworm) veroorzaakt bij kippen geen verschijnselen of schade en hoeft niet te worden behandeld (Heijmans, 2003). Een probleem is dat eieren van de grote en kleine spoelworm niet goed van elkaar zijn te onderscheiden. Om een indruk te krijgen van met welke wormsoort de koppel besmet is, kunnen bij uitgevallen dieren de dunne darm en de blinde darmen worden open gemaakt. Op deze manier is vast te stellen met welke wormsoort de koppel is besmet.

Als er haarwormeieren (*Capillaria*) in de mest worden gevonden, moet men altijd een wormbehandeling uitvoeren (Heijmans, 2003). Er zijn verschillende soorten haarwormen, waarvan er enkele schadelijk zijn. Het probleem is echter dat aan de eieren de soort niet is te herkennen. De soort haarworm vaststellen aan de hand van bijvoorbeeld uitgevallen dieren is praktisch niet uitvoerbaar.

De grote lintworm (*Raillietina*) geeft een met *Ascaridia* vergelijkbare schade, maar is wat minder gevoelig voor het enige middel dat in Nederland is toegelaten (Flubendazole). Het advies luidt de worm te behandelen gedurende 7 dagen, daarna een week niet en vervolgens nog een keer 7 dagen (Agneessens, 2006).

Hoewel de kleine lintworm (*Davainea*) niet meer voorkomt in Nederland, kan deze aandoening veel uitval veroorzaken en moet dus altijd worden behandeld (Heijmans, 2003).

Worminfecties kun je op twee manieren behandelen: incidenteel of strategisch. Bij incidenteel behandelen wordt alleen ingegrepen als een besmetting wordt aangetoond. Dit kan alleen als regelmatig mest of sectieonderzoek plaatsvindt. Bij strategisch behandelen pakt men ook de infectieuze eitjes die achterblijven aan. Dit gebeurt door opnieuw te ontwormen voordat deze eitjes zich tot nieuwe wormen hebben ontwikkeld, dus binnen de prepatente periode (Heijmans, 2003).

Er zijn goede ervaringen met een wormbehandeling bij praktijkkoppels op leeftidsweken 17 (voor overplaatsen), 24, 32, 42 en 55. Hiermee houdt men een koppel wormarm. De prepatente periode wordt bij oudere hennen iets langer, wat toenemende intervallen tussen de behandelingen verantwoord maakt (Nijhuis en Suls, 2006).

6.1.3 Resistentie tegen ontwormmiddelen

Hieronder verstaan we een duidelijke toename van individuen binnen een stam parasieten, om een dosis van een bestanddeel te overleven, die normaal gesproken bij de meeste individuen tot sterfte leidt.

Resistentie tegen ontwormmiddelen (anthelminticaresistentie) is een toenemend probleem bij wormbeheersprogramma's van onder andere schapen en paarden. Resistentie ontstaat doordat een middel niet 100% van de parasieten doodt. Een aantal, vaak de minst vatbare, wormen overleven. Deze wormen planten zich weer voort en zo blijft een steeds grotere groep leven na het toedienen van een middel. Dit is vaak onomkeerbaar. In 1998 was er nog geen sprake van anthelminticaresistentie bij pluimvee. In de jaren daarna is naar ons inzien geen resistentieonderzoek gedaan bij wormen van kippen. Het blijft echter belangrijk om dat ook te voorkomen. Resistentieontwikkeling bij wormen tegen anthelmintica komt bijna alleen naar voren door het uitvoeren van proeven onder veldomstandigheden.

Resistentie kan men voorkomen door toepassing van onderstaande adviezen (Permin and Hansen, 1998):

- frequentie van anthelminticagebruik. Hoe vaker men gebruik maakt van anthelmintica, des te sneller wordt een resistentie ontwikkeld. Als anthelmintica gebruikt worden vlak nadat de overlevende wormen gepaard hebben, is de kans op versnelde ontwikkeling van resistentie aanwezig.
- Gebruik van dezelfde typen anthelmintica gedurende langere periode. Als men langere tijd dezelfde type anthelmintica gebruikt met een bepaalde werkingsmethode, ontstaat resistentie sneller dan wanneer er afwisselend gebruik wordt gemaakt van anthelmintica met verschillende werkingsmethoden.
- Tijdstip van behandeling. Als men de dieren behandelt voordat ze naar een schone stal gaan, komen ze in die stal alleen de wormen tegen die de behandeling hebben overleefd.
- Doses. Onderdosering van de dieren geeft een risico. Hierdoor kunnen wormen overleven. Onderdosering kan ontstaan doordat men bijvoorbeeld niet bekend is met het gewicht van de hennen (inclusief de zwaarste), of doordat de anthelmintica aan het drinkwater of voer worden toegevoegd. Individuele dieren nemen verschillende hoeveelheden voer en water op, waardoor sprake kan zijn van onderdosering.
- Farmacokinetisch gedrag van het middel. De werkzame stoffen van anthelmintische middelen hebben niet op elke plaats dezelfde concentratie in het lichaam, waardoor het ook mogelijk is dat wormen kunnen overleven.
- De belangrijkste manier van resistentieverspreiding komt door een geografische verspreiding van de resistente wormen door transport van dieren.

6.2 Alternatieve wormbestrijding

6.2.1 Planten(delen)

In 2007 heeft ASG een literatuurstudie afgerond naar planten(delen) die mogelijk een werking hebben tegen wormen die onder Nederlandse omstandigheden voorkomen bij de kip: *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Capillaria* spp. en *Raillietina* spp. De literatuurinventarisatie is uitgevoerd met behulp van verschillende databanken en internet. Van 78 planten(delen) is informatie gevonden over de werking tegen wormen bij kippen. De meeste onderzoeken zijn uitgevoerd met *Ascaridia*-wormen of eieren. De werking van knoflook in preparaatvorm lijkt op basis van deze literatuurstudie een goede optie om te testen op preventieve of curatieve werking ervan op wormen bij pluimvee. Een preparaat zoals Enteroguard is gestandaardiseerd, waardoor dit preparaat getest kan worden bij pluimvee. Een gestandaardiseerd product zorgt voor herhaalbaarheid van de proef, waardoor ook de uiteindelijke gebruiker meer waarde kan hechten aan de onderzoeksresultaten. Ook kan het gestandaardiseerde product Allicine getest worden. Allicine is een omzettingsproduct van knoflook. Dit product wordt in het lichaam weer verder omgezet in vele omzettingsproducten.

Een tweede optie is om de mogelijkheden van papajalatex te onderzoeken op beschikbaarheid en prijs. Om eventueel daarna te testen op effectiviteit. Daarnaast kunnen we meer richtinggevende literatuur zoeken met betrekking tot de heilige basilicum (*Ocimum sanctum*) of de muntplant (*Ocimum gratissimum*) (Reuvekamp en Mul, 2007). In Zwitserland is onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van knoflook tegen *A. galli*. De resultaten van dit onderzoek zijn, ten tijde van het schrijven van dit rapport, nog onbekend.

6.2.2 Schimmels

Bepaalde wormsoorten kunnen in de mest bestreden worden met een schimmel. Deze schimmel werkt niet in het dier en niet tegen wormen van pluimvee (Thamsborg et al., 1999).

In een onderzoek van Graminha et al., (2001) hadden twee schimmels (*Arthrobotrys musiformis* en *A. conoides*) geen enkel effect op eieren met larven van *Ascaridia galli*.

In de grond komen drie schimmelsoorten voor die *Ascaridia galli*-eieren kunnen binnendringen en doden (8,5% van de wormeieren). Dit zijn *Fusarium oxysporum*, *Helicon farinosum* en *Mortierella* sp (Lysek, 1967 abstract).

Meer onderzoek is nodig om na te gaan of schimmels pluimveewormen (en/of wormeieren) kunnen bestrijden en welke schimmels geschikt zijn bij kippen.

6.2.3 Wormen en de darmflora

Ascaridia galli vermindert de natuurlijke bacterieflora in de darm van gram-negatieve en gram-positieve bacteriën (Okulewicz en Zlotorzycska, 1985 abstract). De bacterieflora in de darmen wordt dus beïnvloed door *Ascaridia galli*. Er is een aanwijzing dat het optimaliseren van de darmflora het aanslaan van een wormbesmetting kan verminderen. In een gedateerd onderzoek ging bij kuikens de aanwezigheid van drie bacteriënsoorten (*Bacillus mesentericus*, *Bacillus megatherium* en *Lactobacillus acidophilus*) het aanslaan van *Ascaridia galli* tegen. De kuikens waren vooraf met antibiotica behandeld, waardoor waarschijnlijk de natuurlijke darmflora is verstoord (Stefanski en Przyjalkowski, 1967 in Permin et al., 2006). De volgorde van infectie maakt wel uit. Bij dieren die eerst geïnfecteerd werden met *Ascaridia galli* gevolgd door *E.coli*, was de wormbesmetting hoger dan andersom (Permin et al., 2006). Waarschijnlijk moeten bacteriën met een gunstige werking tegen wormen al in de darm aanwezig zijn voordat de dieren besmet worden met wormen.

Verder onderzoek is nodig om vast te kunnen stellen of dit een optie is om de mate van een wormbesmetting te verlagen. Als de dieren al besmet zijn met wormen is er weinig te verwachten van darmfloraverbetering.

Bestraalde wormeieren

Immuniteit tegen wormen zou men kunnen opwekken door de kippen bestraalde wormeieren (*Ascaridia galli*) te geven (zie tabel 8). "Vaccinatie" met bestraalde wormeieren van *Ascaridia galli* lijkt hoopvol. Een herhaalde "vaccinatie" lijkt te leiden tot nog betere bescherming. Echter, de geciteerde artikelen gaan allemaal over jonge dieren. Er is geen informatie gevonden over effecten van immunisatie op jonge leeftijd op de legperiode.

Immuniteit opwekken met bestraalde larven is ook een mogelijkheid, maar een gedateerd onderzoek gaf geen hoopvolle resultaten. Toedienen op 6 weken leeftijd van 500 bestraalde *Ascaridia* larven (bij 10 of 20 kR) gaf geen resultaat. Twee opeenvolgende vaccinaties met 500 bestraalde larven en een week later met 1000 larven beïnvloedden niet het aantal wormen, maar had wel een effect op de ontwikkeling van de wormen. Deze waren kleiner en minder goed ontwikkeld (Varga, 1964 abstract).

Verder onderzoek is nodig voordat men met bestraalde wormeieren kan immuniseren in de praktijk (Malviya et al., 1988b).

Tabel 8 Effect van bestraalde wormeieren bij opfokhennen

Stralingssterkte (kRad)	Leeftijd geïnfecteerd en aantal bestraalde <i>A.galli</i> eieren	Effect	Literatuur
12,5	7 of 10 dagen	Geen wormen in de darmen. Antistoffen titers verhoogd (bij witte leghornkuikens)	Malviya et al., 1988b
10 of 15	3 en 7 weken	Sterke immuniteit op 11 weken leeftijd. 15 kRad leek een beter effect te hebben dan 10 kRad.	Deo et al., 1971 abstract
5 of 10	3 weken, 250 en op 5 weken, 500	Bij 5 kRad gemiddeld 0,2 wormen (bij 2 van de 10 opfokhennen van 14 weken oud), Bij 10 kRad had geen enkel dier wormen.	Shukla en Rao, 1983
15 of 20	25 dagen, 500 En op 50 dagen 1000 niet bestraalde wormeieren	Op 80 dagen leeftijd waren de effecten bij 15 kRad groter en gaf een betere immuniteit dan bij 20 kRad	Reddy et al., 1985
20	10 en/of 20 dagen, 250 of 500	Lagere wormbesmetting dan controle. Een dubbele vaccinatie op 10 en 20 dagen leeftijd had meer effect dan een enkele vaccinatie op 10 dagen leeftijd.	Figueiredo and Costa, 1973 abstract

6.2.4 UV-licht en wormen

Door wormeieren bloot te stellen aan UV-licht gaat een belangrijk deel van de wormeieren dood (zie tabel 9). Het effect van UV-licht is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de wormeieren. Ze zijn gevoeliger voor UV-licht als ze verder ontwikkeld zijn. Wormeieren in mest zijn echter nauwelijks bereikbaar voor UV-licht. Blootstellen van *Heterakis gallinarum*-eieren in mest aan polychromatisch UV-licht (tweemaal 10 minuten per dag gedurende 10 dagen) doodde slechts 8% van de eieren (Dubinsky, 1971 abstract).

Tabel 9 Effect UV-licht op wormeieren

Soort worm	UV-lichtsterkte en blootstellingduur wormeieren	Percentage dode eieren	Literatuur
<i>Heterakis gallinarum</i>	253,7 nm, 8 minuten	71,8	Dubinsky, 1969 abstract
<i>Ascaridia galli</i>	Idem	97,9	idem
<i>Ascaridia galli</i>	254 nm, 5 minuten	75 (niet ontwikkelde eieren) 84 (eieren in 2 tot 8 cellen stadium) 100 (eieren in morula of gastrula stadium)	Premvati en Chopra, 1976 abstract

6.3 Uitloop, wisselen, behandeling uitloop

In grondmonsters genomen in de uitloop van met wormen besmette leghennen, kwamen wormeieren voor (*Ascaridia galli* en *Heterakis gallinarum*) (Trawinska et al., 2006 abstract). Vlak bij de stal waren dat wormeieren van *Ascaridia galli* en *Heterakis gallinarum* tot een diepte van 5 cm. De meeste eieren zijn in verschillende stadia van ontwikkeling inclusief het infectieuze larvale stadium (Simonov, 1971 abstract).

Wormeieren van *Ascaridia* en *Capillaria* op het grondoppervlak gaan dood bij 24 °C en bij -25 tot -29 °C. Tussen 10 en -16 °C is de ontwikkeling van wormeieren uitgesteld tot de temperatuur hoger wordt (Kibakin, 1984 abstract). Volgens Irgashev et al. (1972, abstract) is dit tussen 11,9 tot -4,5 °C.

Helder zonlicht doodt *Ascaridia galli*-eieren in water na 3-4 uur (Velichkin en Merkulov, 1970 abstract). Het is niet zeker of dit ook geldt voor plassen in de uitloop of ander oppervlaktewater.

Drogen doodt *Ascaridia galli* eieren na 1-2 uur. De eieren gaan ook dood even boven 40 °C. Wormeieren in de grond blootgesteld aan zonlicht en uitdroging gaan dood na 33 tot 89 dagen (Velichkin en Merkulov, 1970 abstract). Droge zonnige perioden zijn in Nederland over het algemeen korter. Het is de vraag of en hoeveel wormeieren onder Nederlandse omstandigheden dood zullen gaan.

Wormen en eieren sterven af door:

1. hoge temperatuur
2. lage temperatuur (vriezen)
3. ultraviolet licht (zonlicht)
4. zuurstofgebrek
5. microgolfstralen
6. uitdroging

Voor uitlopen geldt daarbij:

ad 1. De grond kan men branden met bijvoorbeeld een onkruidbrander op gas.

Een ander apparaat met hitte elementen en een ventilator warmt lucht op tot 450 tot 500 °C en blaast dit over oppervlakten. Losse deeltjes worden vastgedrukt op het oppervlak of meegevoerd in het apparaat, samen met een groot deel van de hete lucht. Na 2 tot 3 seconden zijn *Ascaridia galli*-eieren dood. In de grond werden alle wormeieren gedood op 2 tot 4 cm diepte na een hittebehandeling gedurende 1 tot 2 minuten op een afstand van 1 cm (Burdelev, 1956 abstract).

De grond kan gestoomd worden. Stoom heeft een temperatuur van circa 165 °C. Bij dit stomen loopt de temperatuur van de grond op tot circa 60 °C.

ad 2. Om eieren te doden moet men de temperatuur verlagen tot minimaal -25 °C. Praktische methoden om de temperatuur zover te verlagen zijn niet bekend.

- ad 3. Het grondoppervlak kan men behandelen met een machine met een groot aantal UV-lampen.
- ad 4. Door de grond onder water te zetten kan men de grond zuurstofloos maken. Ditzelfde is te bereiken met een biologische grondontsmetting. Hierbij werkt men een grote hoeveelheid vers organisch materiaal (bijvoorbeeld gras) in de grond, eventueel beregend en afgedekt met een dampdichte folie. Deze folie blijft 6 tot 8 weken liggen. De vertering van het organisch materiaal zorgt voor zuurstofloze omstandigheden, waardoor schimmels en aaltjes en mogelijk wormen en eieren dood gaan. Mogelijk is het voldoende om de grond alleen luchtdicht af te dekken met dampdichte folie.
- ad 5. De grond kan men door een soort grote magnetron halen.
- ad 6. De grond kan men laten uitdrogen of behandelen met middelen die de wormen en eieren laten uitdrogen, bijvoorbeeld kalk. Misschien dat silicapoeders kunnen worden toegepast.

Van de meeste potentiële behandelingsmethoden van de uitloop is geen literatuur gevonden over wormen bij pluimvee. De methoden zullen dus nog moeten worden onderzocht. Van een hittebehandeling van grond is wat meer bekend, maar het onderzoek is oud en een dergelijk apparaat zal getest moeten worden onder Nederlandse omstandigheden en onder andere het effect ervan bij verschillende grondsoorten.

Een kerende groundbewerking (bijvoorbeeld ploegen of spitten) kan de besmettingsdruk van wormen en wormeieren in de uitloop verlagen. Hierbij moeten we opmerken dat wormeieren lang kunnen overleven (Permin en Hansen, 1998). Wormeieren begraven in vochtige grond op een diepte van 5-10 cm overleven 1,5 jaar en op 15 cm diepte 3 jaar (Velichkin en Merkulov, 1970 abstract).

Omdat eieren van *Ascaridia* spp., *Heterakis* spp. en *Capillaria* spp. in de winter niet kunnen ontwikkelen tot het infectieuze stadium (bij temperaturen lager dan 10-15 °C) kan men de groundbewerking het beste in het voorjaar uitvoeren (Permin en Hansen, 1998). Hierdoor is bij het begin van het seizoen met een hogere temperatuur de besmettingsdruk laag. Door de grond te frezen kan een wormbesmetting in het bovenste laagje van de grond verdund worden met grond uit diepere lagen.

Met name op intensief gebruikte stukken van de uitloop (bijvoorbeeld bij de stal) zou men een laag grond kunnen verwijderen en vervangen door schone grond. Ook is het mogelijk om de grond te bedekken met bijvoorbeeld houtsnippers en deze tijdens de leegstand of tussentijds te vervangen. Verder kan men de grond verhogen met gaas, zodat de kippen geen grond en wormeieren kunnen opnemen.

Een goede waterdoorlatende grond en een snelle afvoer van regenwater (drainage) zorgen ervoor dat de grond snel droog is na regen en er minder lang plassen blijven staan. Met de opname van water uit de plassen kunnen de dieren ook wormeieren binnen krijgen. Er is geen literatuur gevonden over het aantal wormeieren in plassen, wel dat wormeieren in water aanwezig kunnen zijn (Blumenthal et al., 1996).

Na reiniging van een besmette stal zitten wormeieren in het spoelwater. Als men dit water verspreidt over een gewas en kippen nemen dit gewas op, kunnen ze een wormbesmetting oplopen (Blumenthal et al., 1996).

Als wormen en eieren daadwerkelijk door bijvoorbeeld regen de grond in spoelen en zo buiten het bereik van kippen komen, zou de uitspoeling wellicht gestimuleerd kunnen worden door de grond te beregenen.

Door wisselbeweiding, een grotere oppervlakte per kip en/of ervoor zorgen dat de kippen zich goed verdelen over de uitloop, zodat de mest goed wordt verspreidt, zou men de besmettingsdruk kunnen verlagen. Delen van de uitloop bij de stal waar niet gewisseld kan worden, kan men bijvoorbeeld verhard en het regenwater met bijvoorbeeld een spoelgoot afvoeren en opvangen.

Wellicht kunnen kruiden die een werking hebben tegen wormen in de uitloop worden verbouwd.

In de grond komen verschillende soorten schimmels voor. De schimmelsoorten *Fusarium oxysporum*, *Helicon farinosum* en *Mortierella* spp. kunnen de wormeieren binnendringen en de ontwikkeling vertragen (Lysek, 1967abstract).

Bij een niet gemaaide extensieve uitloop met structuren en natuurlijke of kunstmatige beschutting, was het aantal eieren in de mest lager dan bij een ideale of een intensief gebruikte uitloop. Een ideale uitloop is een nieuwe, nog niet eerder door kippen gebruikte uitloop, vrijwel geheel begroeid met gras. Een intensief gebruikte uitloop is door meerdere koppels gebruikt met een groot deel kale grond. Oppervlakte per hen is niet gegeven (Maurer et al., 2007).

Wormeieren die terechtkomen op een weiland (humusrijke zandgrond) zijn na enkele maanden voor 80-99% verdwenen; dat is dus voordat een groot deel van deze eieren zover ontwikkeld is dat ze dieren kunnen

infecteren. In de zomer verdwijnen wormeieren sneller dan in de wintermaanden. Aangebracht op de grond verdwijnen ze sneller dan als ze op 2 cm diepte worden ondergewerkt. De mate van verdwijnen is afhankelijk van de soort worm; eieren van varkenswormen, zoals *Ascaris suum*, zijn sneller verdwenen dan eieren van *Trichuris suis*. Wormeieren kunnen verdwijnen door onder andere uitspoeling (regen). Ook kunnen aardwormen de eieren opnemen en dieper de grond inbrengen. In de zomermaanden kunnen eieren doodgaan door hoge temperaturen en uitdroging, waarbij beide factoren meer invloed hebben op wormeieren op de grond dan wormeieren in de grond. Eieren op de grond kunnen ook onder invloed van zonnestraling doodgaan. In grond of mest kunnen eieren doodgaan door een gebrek aan zuurstof (Larsen en Roepstorff, 1999). Regenwormen kunnen *Ascaridia galli*-eieren opnemen. Als kippen deze regenwormen eten, kunnen ze dus geïnfecteerd worden met spoelwormen (Aziz, 2007).

6.4 Strooiselbehandeling

Het middel Stalosan® F bevat kopersulfaat, ijzersulfaat en ijzeroxyde (Veiligheidsinformatieblad, 2005). Het middel heeft een effect op eieren van *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum* en *Capillaria obsignata*. De behandelde eieren zijn minder infectieus, wanneer ze worden toegediend aan dieren van 4-12 weken oud. In stallen strooit men het middel op het strooisel. Bij jonge dieren van 2-9 weken oud in het behandelde hok werden minder volwassen *Ascaridia galli* gevonden, maar meer larven. De ontwikkeling lijkt te zijn vertraagd door het middel. Het lijkt mogelijk dat regelmatig gebruik van het middel bijdraagt aan de controle van wormen. Wel is onderzoek nodig op praktijkschaal (Schou and Permin, 2003). Het middel is alleen onderzocht bij opfokhennen en moet nog getest worden in stallen met leghennen.

Het enige geregistreerde antiwormmiddel dat men tegen worminfecties bij pluimvee mag gebruiken, is flubendazole. Er zijn verschillende merknamen op de markt die dit middel bevatten. Deze stof werkt tegen *Ascaridia*, *Heterakis* en *Capillaria*. Het middel is minder effectief tegen *Raillietina*. Een goede dosering en een juiste behandelingsfrequentie kunnen de ontwikkeling van resistentie tegen ontwormmiddelen beperken. Alternatieven voor de huidige anthelmintica zijn kruiden, schimmels, verbeteren van de darmflora, vaccinatie met bestraalde wormeieren en het doden van wormeieren met UV-licht. Deze alternatieven zijn nog niet direct toepasbaar in de praktijk. Verder onderzoek is nodig om deze opties in de praktijk toepasbaar te maken. De infectiedruk van wormeieren kan men voor kippen verlagen door de wormeieren in de uitloop of stallen te behandelen met hitte, vriezen, UV, tijdelijk onder water zetten, microgolfstralen, uitdroging, behandeling met uitdrogende middelen, wisselbeweiding, schimmels en mogelijk door het afdekken van de grond met materiaal dat men gemakkelijk kan verwijderen. Hiervoor is in de praktijk nog geen kant en klare oplossing. Het behandelen van het strooisel met het middel Stalosan® lijkt de ontwikkeling van de wormeieren te vertragen en daardoor een mogelijk praktisch toepasbaar middel om de besmettingsdruk te verlagen.

7 Preventieve maatregelen

7.1 Algemene controle en preventie

In commerciële productiesystemen heeft management een belangrijke rol bij het beheersbaar houden van wormen. Voorbeelden van managementfactoren zijn goede hygiëne, insleep voorkomen, goede reiniging en ontsmetting tijdens de leegstand en een éénleeftijdensysteem.

In huisvestingssystemen met strooisel is het risico op wormen groter dan in kooisystemen, omdat de dieren meer in aanraking komen met hun eigen mest. Uitloop vergroot het risico op een wormbesmetting en mogelijk de ernst ervan, omdat de grond een besmettingsbron blijft. Het is erg moeilijk om de grond in de uitloop te behandelen tegen wormen en wormeieren.

Opfok

Een koppel leghennen vrij houden van wormen begint bij de opfok. Het is belangrijk om de opfok wormvrij te laten verlopen. Eventueel kunnen de dieren worden ontwormd voordat men ze overplaatst naar de legstal. De legstal moet goed gereinigd en ontsmet zijn. Ook de ruimten in de stal waar geen dieren verblijven, en het erf dient men goed schoon te maken. Mest en strooisel niet opslaan in de buurt van de stal. Wormeieren kunnen met droge mest en strooisel naar binnen waaien.

Kevers en huisvliegen kunnen de lintworm (*Raillietina* spp.) overbrengen. In een kooisysteem kan de kans op een worminfectie worden verkleind door die insecten te bestrijden (Permin and Hansen, 1998).

7.2 Reiniging, behandeling en ontsmetting tijdens leegstand

Natte reiniging van stallen en inrichting is een goede methode om deze schoon te krijgen. Gebruik van inwekmiddelen, hogedrukspuit of een stoomcleaner verbeteren het resultaat. Afhankelijk van het te reinigen materiaal kunnen echter niet alle eieren worden verwijderd. Nadeel van een natte reiniging is dat de omstandigheden voor de ontwikkeling van eieren en larven verbeteren, waardoor de achtergebleven eieren zich alsnog kunnen ontwikkelen en overleven (Permin and Hansen, 1998). Wanneer de stal vlot opdroogt hoeft dit geen probleem te zijn. Tijdens een natte reiniging kunnen eieren worden verspreid naar plaatsen waar ze voor de reiniging nog niet aanwezig waren of in naden en kieren gespoeld worden (bijvoorbeeld scheuren in de vloer). Dit is een nadeel van natte reiniging en pleit ervoor alleen droog schoon te maken. Het is echter onbekend hoeveel wormeieren achterblijven bij de verschillende reinigingsmethoden.

Na reiniging zitten in het spoelwater van een besmette stal wormeieren. Als dit water verspreid wordt over een gewas en kippen nemen dit gewas op, kunnen ze een wormbesmetting oplopen.

In een proef met sla in een kas werd deze besproeid met water met *Ascaridia galli*-eieren (1, 10 of 50 wormeieren per liter). 5 weken later kon men op de sla wormeieren terugvinden (0,2 0,7 of 1,3 ei/plant). De eieren waren niet ontwikkeld tot het infectieuze stadium, zodat men geen wormen terugvond in kippen die gevoerd waren met de besmette sla (Blumenthal et al., 1996). In een andere proef waren de eieren voldoende ver ontwikkeld om kippen te kunnen besmetten (Blumenthal et al., 1996).

Oppervlakken kunnen worden behandeld met hitte, bijvoorbeeld met de Thermo-killmethode of een brander. In de tuinbouw worden onkruidbranders gebruikt. Een ander apparaat met hitte-elementen en een ventilator warmt lucht op tot 450 tot 500 °C en blaast dit over oppervlakten. Losse deeltjes worden vastgedrukt op het oppervlak of meegevoerd in het apparaat, samen met een groot deel van de hete lucht. Na 2 tot 3 seconden zijn *Ascaridia galli*-eieren dood. Bij behandeling van hout of beton was 99,6% van de wormeieren dood na hittebehandeling gedurende 0,5 tot 2 minuten per m² op 1 cm afstand of gedurende 2 tot 3 minuten op 5 cm afstand (Burdelev, 1956 abstract).

Na de reiniging kan men oppervlakten behandelen met (ongebluste) kalk (of kalk oplossing in water). Hiermee kan het aantal infectieuze eieren worden verlaagd. Door de kalk drogen eieren uit, waardoor ze niet kunnen overleven. Ook wordt de PH verhoogd (>8), waardoor de overlevingsmogelijkheden van de eieren vermindert. Na een behandeling met kalk zou de stal 2 - 4 weken leeg moeten staan (Permin and Hansen, 1998).

Natronloog en ammoniak zijn redelijk effectief tegen wormeieren (Heijmans, 1987).

7.3 Strooiselmanagement

In huisvestingssystemen met strooisel kan het verwijderen van strooisel een manier zijn om een besmetting met wormen beheersbaar houden. De frequentie van verwijderen dient dan dusdanig te zijn dat wormeieren niet infectieus worden. Wormeieren zijn pas infectieus als zich in de eieren larven hebben ontwikkeld tot het tweede larvale stadium. Bij een optimale temperatuur en vochtigheid duurt dat 10 - 12 dagen. Bij lage temperaturen kan dit 20 dagen duren (Aziz, 2007). Als men strooisel iedere 10 dagen verwijdert, kunnen wormeieren de kippen niet infecteren en kunnen er zich dus geen wormen in de dieren ontwikkelen. Strooisel kan worden verwijderd met een automatische uitmester. Deze machine brengt na het verwijderen van het strooisel vers materiaal in de strooiselruimte (Wesseling, 2001).

Strooisel dient zo droog mogelijk te zijn, omdat de verschillende stadia van wormen een vochtige omgeving nodig hebben om te ontwikkelen (Permin and Hansen, 1998). Dit geldt ook voor mest op oppervlakten (roosters) waar de dieren bij kunnen komen. Misschien kan het strooisel met een beluchtingsysteem droog genoeg worden gehouden om de ontwikkeling van larven in de wormeieren stil te laten staan of flink te vertragen.

7.4 Bezettingsdichtheid en wormen

De bezettingsdichtheid moet niet te hoog zijn. Overbezetting bevordert het contact met mest vervuilde oppervlakken en strooisel en kan resulteren in een hogere opname van wormeieren (Permin and Hansen, 1998). Het onderzoek van Permin et al. (1998b) is uitgevoerd met Lohmann Brown-hennen van 17-71 weken leeftijd en toont geen rechtlijnig verband aan tussen bezettingsdichtheid (4,2; 6,7 en 9,2 hennen/m², uitloop 6, 3,8 en 2,7 m²/hen) en wormbesmetting. Er was een trend voor lagere wormeierenuitscheiding in de mest bij de middelste bezettingsdichtheid. In het aantal wormen in de dieren was er geen verschil tussen de bezettingsdichtheden op 71 weken leeftijd.

Bij 6,7 hennen/m² was het diergewicht hoger dan bij de andere twee bezettingsdichtheden (van 27 tot 71 weken leeftijd). Gemiddeld over de hele periode waren er geen verschillen in diergewicht. Productiecijfers zijn niet gegeven (Permin et al., 1998b).

Ander onderzoek toonde de invloed van een dosis geëmbryoneerde *A. gall*-eieren op de wormgrootte, verhouding mannetjes - vrouwtjes, het aantal uitgescheiden eieren, gewicht en aanslaan van de infectie. Een hoge dosis geëmbryoneerde *A. gall*-wormeieren lijkt te leiden tot minder eieren, kortere mannetjes en vrouwtjes, een lager wormgewicht, twee keer zoveel mannetjes als vrouwtjes en het slechter aanslaan van een infectie (Permin et al., 1997a).

7.5 Verspreiding wormeieren in de omgeving

Wormeieren kunnen worden verplaatst door de lucht, al dan niet meeliftend op droge mest en strooiseldeeltes. Bij een stal met besmette vleeskuikenouderdieren (zonder uitloop) zijn grondmonsters genomen op een afstand van 50 en 200 m vanaf de stal. Op 50 meter afstand vond men eieren van *Ascaridia*, *Heterakis* en *Capillaria* spp., op 200 meter niet. De eieren zijn waarschijnlijk met de ventilatoren naar buiten geblazen (Trawinska et al., 2002 abstract).

Preventieve maatregelen tegen het binnenwaaien van wormeieren kunnen bijdragen aan het verlagen van de infectiedruk bij jonge hennen.

In tegenstelling tot kooisystemen komen de kippen in huisvestingssystemen met strooisel en uitloop veel in contact met eigen mest. Het is dan ook belangrijk om in die systemen de wormbesmetting laag te houden. Door preventieve maatregelen als aankoop van wormvrije kippen, schone en ontsmette stallen bij opzet, éénleeftijdensysteem, goede hygiëne en het voorkomen van insleep tijdens de ronde kunnen we de besmettingsdruk laag houden. Goed strooiselmanagement kan het contact met de wormeieren in de mest beperken en de ontwikkeling van de wormeieren vertragen. Houd daarnaast de mest ver verwijderd van de stal om inwaaien van mestdeeltes met wormeieren te voorkomen.

8 Conclusies en aanbevelingen

De meest voorkomende wormen bij pluimvee in Nederland zijn *Ascaridia galli*, *Heterakis*soorten, *Capillaria*soorten (alle nematoden) en de *Raillietina*soorten (lintwormen). In de onderstaande tabel zijn de verschillen in voorkomen en levenscyclus weergegeven van deze vier wormsoorten.

Overzicht van de voornaamste wormsoorten bij legpluimvee met de belangrijkste verschillen

Wormsoort	Latijnse naam	Komt voor in de	Lengte volwassen ♀/♂ (mm)	Lengte x breedte ei (µm)	Tussengastheer	Prepatente periode (dagen)
Grote spoelworm	<i>Ascaridia galli</i>	Dunne darm	72-116 / 51-76	73-92 x 45-57	Niet nodig (regenworm kan)	35-56
Kleine spoelworm	<i>Heterakis</i> spp.	Blinde darm	10-15 / 7-13	65-80 x 35-46	Niet nodig	24-30
Haarworm	<i>Capillaria</i> spp.	Gehele darmstelsel	27-80 / 6-35	60 x 25	Niet nodig (regenworm kan)	21-28
Grote lintworm	<i>Raillietina</i> spp.	Dunne darm	90-100 / 130-250	74 x 94	Mieren en kevers	14-21

Prepatente periode = aantal dagen tussen opname van wormeieren en het uitscheiden van wormeieren

De meeste wormsoorten worden pas schadelijk voor de kip als ze in grote aantallen voorkomen. Bij grotere aantallen leiden worminfecties bij de kip vaak tot verlies van productie, bloederige diarree, bloedarmoede, vermagering en sterfte. Inwendig treden er veelal ontstekingen op aan het maagdarmstelsel.

Wormen kunnen de immuniteit van de kip onderdrukken, waardoor andere infecties sneller schade kunnen veroorzaken. Dieren met een wormbesmetting lijken over het algemeen minder actief, maar er wordt meer agressief of territoriaal gedrag en stofbadgedrag waargenomen.

Bij een gecombineerde besmetting met bacteriën of virussen, kan er sprake zijn van additionele effecten, versterkte effecten, maar ook van verminderde effecten. Dit kan afhankelijk zijn van de bacterie, de volgorde van infectie en de ernst van de infectie.

Middelen die men tegen worminfecties bij pluimvee gebruikt, zijn gebaseerd op flubendazole. Hoewel er wel andere werkzame middelen bestaan, zijn deze in Nederland niet geregistreerd en dus niet toegestaan. De afgelopen 10 jaar is er geen onderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van wormen in de verschillende pluimveehouderijssystemen en ook niet naar de aanwezigheid van resistentie van de wormen tegen ontwormmiddelen. Het verdient aanbeveling om daar onderzoek naar te verrichten om de wormenproblematiek ook in de toekomst het hoofd te kunnen bieden.

Alternatieven voor de huidige chemische ontwormmiddelen zijn kruiden, schimmels, verbeteren van de darmflora, vaccinatie met behulp van bestraalde wormeieren en het doden van wormeieren met UV-licht.

Deze alternatieven staan nog in de kinderschoenen, maar lijken perspectiefvol. Mogelijk kunnen deze alternatieven het gebruik van allopathische (chemische) middelen terugdringen. Het verdient dan ook zeker de aanbeveling om de genoemde alternatieven beter te bekijken. De eerste stappen daartoe kunnen gesprekken zijn met onderzoekers in andere sectoren (bijvoorbeeld akkerbouw waar men het doden van schimmels met UV-licht al in de praktijk toepast), maar ook door gesprekken met onderzoekers die wel in de richting van de genoemde alternatieven werken, maar niet met kippenwormen.

De infectiedruk van wormeieren kan voor kippen verlaagd worden door de wormeieren in de uitloop of stallen te behandelen met hitte, vrieskou, UV, tijdelijk onder water zetten, micro golf stralen, door uitdroging, door behandeling met uitdrogende middelen, door wisselbeweiding, schimmels en mogelijk door het afdekken van de grond met materiaal dat gemakkelijk verwijderd kan worden. Het behandelen van het strooisel met het middel Stalosan® lijkt de ontwikkeling van de wormeieren te vertragen en daardoor een mogelijk praktisch toepasbaar middel om de besmettingsdruk te verlagen.

Door preventieve maatregelen als aankoop van wormvrije kippen, schone en ontsmette stallen bij opzet, éénleeftijdensysteem, goede hygiëne en het voorkomen van insleep tijdens de ronde kan men de besmettingsdruk laag houden. Goed strooiselmanagement kan het contact met de wormeieren in de mest beperken en de ontwikkeling van de wormeieren vertragen. Houd daarnaast de mest ver verwijderd van de stal en nabij gelegen stallen om inwaaien van mestdeeltjes met wormeieren te voorkomen.

De consument lijkt in toenemende mate te vragen om uitloop voor de legkip. Voor de pluimveehouder kleven er echter een aantal nadelen aan deze houderijsystemen, zoals een toename van de wormbesmettingen en bijbehorende schade in vergelijking met de legpluimveehouderij in kooisystemen. Om de schade te beperken en de omschakeling te vergemakkelijken moet gericht onderzoek plaatsvinden naar de mogelijkheden om de besmettingsdruk in de uitloop te beperken. Door plantengroei, diverse structuren en het contact met wilde dieren is het daar immers moeilijker om de wormeieren te bestrijden en om contact van de kip met wormeieren te beperken. Een natuurlijke bestrijding die we kunnen benutten, is het doorbreken van de levenscyclus met behulp van UV-licht. Intensief literatuuronderzoek en onderzoek in de vorm van brainstormsessies met mensen uit andere sectoren kunnen wellicht nieuwe perspectieven openen. Een zelfde methodiek kunnen we gebruiken om te zoeken naar mogelijkheden om de levenscyclus van de worm te doorbreken.

Praktijktoepassing

Hieronder volgen een aantal aandachtspunten bij het laag houden van een wormbesmetting. Niet alle punten zijn even goed toepasbaar in de Nederlandse praktijk en soms staan ze zeer ver af van de praktijk. Ze zijn hier echter vermeld, omdat ze in de literatuur genoemd zijn en wellicht stof tot nadenken geven.

Bepaalde typen wormen kunnen zich in de kip ontwikkelen en vermenigvuldigen. De meest voorkomende wormen van de kip zijn in het maagdarmsstelsel te vinden. De wormen kunnen daar schade veroorzaken die onder andere leidt tot vermagering, productiedaling, afwijkende mest en sterfte.

De levenscyclus van een worm vindt deels plaats buiten de kip. De niet besmettelijke eieren worden daar besmettelijk. Besmettelijke eieren kunnen worden opgenomen door 'transportgastheren', bijvoorbeeld regenwormen. Eet een kip deze besmettelijke eieren met regenworm, dan kan alsnog een infectie tot stand komen. Sommige wormsoorten hebben een tussengastheer nodig. Dat geldt voor de lintwormen die bijvoorbeeld kevers nodig hebben. Kevers nemen de besmettelijke lintwormeieren op. In de kever ontwikkelt zich een larvaal stadium. Eet de kip zo'n kever, dan ontwikkelt zich in de darm een lintworm. Het doorbreken van de cyclus kan (her)besmetting van een kip voorkomen. Dit kan de pluimveehouder op zijn bedrijf uitvoeren. In de stal kan dit door bij leegstand te verhitten, te stomen, te branden, kalk te strooien of door met UV-lampen door de stal te gaan. Hierdoor is de kans groot dat de aanwezige eieren hun besmettelijkheid verliezen.

Bestrijding van kevers, spinnen, regenwormen e.d. kan de overleving van de larven die zich in deze dieren bevinden, verkleinen. Voor opzet is het wenselijk om schoon en droog strooisel te verstrekken. De op te zetten kippen moeten het liefst wormvrij zijn, om introductie van wormen op het bedrijf te voorkomen. De uitloop moet men voor opzet goed ontwateren en eventueel voorzien van een schone laag grond, houtsnippers of een ander soort bodembedekking. De grond kan men voor opzet ook stomen. Tijdens de ronde is het aan te bevelen om wisselbeweiding toe te passen op een goed doorlatende grond.

Introductie van wormeieren op het bedrijf is snel een feit. Probeer dan ook om mesthopen af te dekken, waardoor je binnenwaaien van mest met eieren voorkomt. Zorg voor een goed reinigingsprotocol voor schoeisel, kleding en handen voordat je de stal ingaat. Probeer ervoor te zorgen dat de kippen voldoende weerstand hebben om een besmetting met wormen het hoofd te kunnen bieden. Probeer dan ook voor en vlak na het begin van de legperiode, de kippen zo schoon mogelijk te houden. Zorg voor een goede kwaliteit voeding en beperk stress. Dit zorgt voor een optimale natuurlijk afweer, waardoor de kip de maximale mogelijkheden krijgt om zelf de besmetting onder controle te houden. Enige tijd na het begin van de leg is de kip mogelijk oud genoeg en zijn de hormonale schommelingen beperkt, waardoor de natuurlijke weerstand van de kip zelf een wormbesmetting kan controleren.

Probeer bij het gebruik van ontwormmiddelen de ontwikkeling van resistentie daartegen te voorkomen door:

- gebruik te maken van ontwormmiddelen met verschillende werkingsmechanismen;
- de gebruiksfrequentie te beperken door pas te behandelen als het werkelijk noodzakelijk is;
- ondersteun de beperkte gebruiksfrequentie met hygiënemaatregelen zoals leegstand, all in – all out, reiniging, desinfectie, rotatie van uitloop e.d.);
- de juiste dosis te gebruiken (voerbehandelingen in drinkwater en voeders op opeenvolgende dagen);
- nieuw te introduceren dieren gedurende 2 tot 3 weken gescheiden te houden van de koppel. Behandel ze net voordat ze op het bedrijf komen en in quarantaine gaan en een paar dagen erna.

Bepaal het juiste moment voor het behandelen met ontwormmiddelen door een aantal kippen te laten onderzoeken op wormen en de ernst van een wormbesmetting.

Literatuur

- Abdelqader, A., M. Gaulty and C.B.A. Wollny, 2007. Response of two breeds of chickens to *Ascaridia galli* infections from two geographic sources. *Veterinary Parasitology*, 145: 176-180.
- Ackert, J.E., D.A. Porter and T.D. Beach, 1935. Age Resistance of Chickens to the Nematode *Ascaridia lineate* (Schneider). *The Journal of Parasitology*, 21: 205-213.
- Agneessens, J., 2006. Worms: The forgotten disease in poultry. *International-Poultry-Production* 14(6): 11-13.
- Aziz, T. 2007. *Ascaridia galli* infestation in chickens Veterinary news and information from North Caoliona's Diagnostic Laboratories, The NCVDLs report. No. Winter 2007. p 6-8.
- Bigland, -. C.H. and -. F.E. Graesser, 1961. Large round worms in chicken eggs. *Canadian-Vet.-Jour.* 2: 397.
- Bhophale, S.T., M.D. Deore, M.L. Gatne and V.S. Narsapur, 1998. Immunosuppression in birds experimentally infected with single and mixed parasitic infections. *Journal of Bombay Veterinary College* 6:17-19.
- Buchwalder, R., Th. Hiepe und L. Israel, 1977. Experimentele Untersuchungen zur Alters- und Rasserresistenz des Haushuhnes bei *Ascaridia galli*-Infektionen. *Monatsheft- Veterinair Medicin* 32: 898-901.
- Blumenthal, U. J., D.D. Mara, R.M. Ayres, E. Cifuentes, A. Peasey, R. Stott, D.L. Lee, G. Ruiz-Palacios, 1996. Evaluation of the who nematode egg guidelines for restricted and unrestricted irrigation. *Water-Science-and-Technology* 33(10/11): 277-283.
- Burdelev, T. E., 1956. Disinfection of environment in ascariasis in animals. *DokladL-Moskovskaya-Ordена-Lenina-Selskokhozyaistvennaya-Akademiya-imeni-KA-Timiryazeva* (22): 538-546.
- Chadfield, M., A. Permin, P. Nansen and M. Bisgaard, 2001. Investigation of the parasitic nematode *Ascaridia galli* (shrank 1788) as a potential vector for *Salmonella enterica* dissemination in poultry. *Parasitology-Research* 87(4): 317-325.
- Cuca, M., A. C. Todd and M. L. Sunde, 1968. Effect of levels of calcium and lysine upon the growth of *Ascaridia galli* in chicks. *J-Nutrition*: 83-88.
- Dahl, C., A. Permin, J.P. Christensen, M. Bisgaard, A.P. Muhairwa, K.M.D. Petersen, J.S.D. Poulsen, A.L. Jensen, 2002. The effect of concurrent infections with *Pasteurella multocida* and *Ascaridia galli* on free range chickens. *Veterinary-Microbiology* 86(4): 313-324.
- Deo, P. G., A. Sokolic and Y. V. B. Gangadhara-Rao, 1971. Further investigations on the use of irradiated eggs to develop immunity against *Ascaridia galli* in chickens. *British-Veterinary-Journal* 127(9): 430-435.
- Deo, P. G. and H. D. Srivastava, 1962. Studies on the effects of different deficient diets on the natural resistance of chickens to *Ascaridia galli* (Schränk) freeborn. *Indian-J-Vet-Sci*: 54-69.
- Dubinsky, P., 1969. Durch Ultraviolettstrahlung induzierte morphologische Veränderungen der Eier von *Ascaridia galli* und *Heterakis gallinarum*.; morphological changes in the eggs of *Ascaridia galli* and *Heterakis gallinarum* induced by ultra-violet irradiation. *Biologia,-Bratislava,-Seria-B* 24(8): 595-600.
- Dubinsky, P., 1971. Schwachungsfaktoren der Desinvasions-wirkung der uv-Strahlen auf die hHlmintheneier.; factors decreasing the ovicidal effect of uv-irradiation on helminth ova. *Helminthologia-* 10(13-18).
- Dubinsky, P., P. Lestan, M. Rybos, 1975. Effect of vitamin deficiency in the feed of chickens on the course of experimental ascariasis. *Polnohospodarstvo*, 11/12, pp. 1001-1008 (abstract).
- Dubinsky, P., P. Lestan, M. Rybos, 1976. The course of experimental ascariasis in chickens on cereal diet. *Polnohospodarstvo*, 22 (11), pp. 1099-1106 (abstract).
- Dubinsky, P. and M. Rybos, 1979. The effect of experimental ascariasis on the organism of chickens suffering from hypovitaminosis. *Helminthologia-* 16(2): 91-106.
- Dunn, A.M., 1978. *Veterinary Helminthology*, second edition. William Heinemann Medical Books LTD, London. ISBN 0433079517, 323 pp.
- Eigaard, N. M., T.W. Schou, T. W., A. Permin, J.P. Christensen, C.T. Ekstrom, F. Ambrosini, D. Cianci, M. Bisgaard, 2006. Infection and excretion of *Salmonella enteritidis* in two different chicken lines with concurrent *Ascaridia galli* infection. *Avian-Pathology* 35(6): 487-493.
- Figueiredo, P. Z. d. and H. M. d.-A. Costa, 1973. Efeitos da vacinação com ovos irradiados de *Ascaridia galli* (Schränk, 1788) sobre o desenvolvimento ponderal de frangos; effects of vaccination with irradiated eggs of *Ascaridia galli* (Schränk, 1788) upon weight gain of chickens. *Arquivos-da-Escola-de-Veterinaria-da-Universidade-Federal-de-Minas-Gerais* 25(1): 37-47.
- Gaafar, S. M. and J. E. Ackert, 1953. Studies on mineral deficient diets as factors in resistance of fowls to parasitism. *Experimental-Parasitology* 2(2): 185-208.
- Gabrashanska, M., S. E. Teodorova, M. Galvez-Morros and M. Mitov, 2004a. Effects of glycine-metal compounds on *Ascaridia galli* infected chickens expressed by a kinetic model. *Journal-of-Helminthology* 78(1): 25-32.
- Gabrashanska, M., S. E. Teodorova, M. M. Galvez-Morros, N. Tsocheva-Gaytandzhieva and M. Mitov, 2004b. Administration of zn-co-mn basic salt to chickens with ascariasis: I. A mathematical model for *Ascaridia galli* populations and host growth with and without treatment. *Parasitology-Research* 93(3): 235-241.

- Gabrashanska, M., S. E. Teodorova and M. Mitov, 2002. The effect of cobalt compounds on uninfected and *Ascaridia galli* infected chickens: A kinetic model for *Ascaridia galli* populations and chicken growth. *Journal-of-Helminthology* 76(4): 303-310.
- Gauly, M., C. Bauer, R. Preisinger and G. Erhardt, 2002. Genetic differences of *Ascaridia galli* egg output in laying hens following a single dose infection. *Veterinary-Parasitology* 103(1/2): 99-107.
- Gauly, M., C. Duss and G. Erhardt, 2007. Influence of *Ascaridia galli* infections and anthelmintic treatments on the behaviour and social ranks of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Veterinary Parasitology* In Press, Corrected Proof.
- Gauly, M., T. Homann and G. Erhardt, 2005. Age-related differences of *Ascaridia galli* egg output and worm burden in chickens following a single dose infection. *Veterinary-Parasitology* 128(1/2): 141-148.
- Gelderen, R. J. H., 2006. Lintworm legt het loodje *Pluimveehouderij* No. 36. p 13.
- Graminha, E. B. N. et al., 2001. Avaliacao in vitro da patogenicidade de fungos predadores de nematoides parasitos de animais domesticos.; in vitro evaluation of the pathogenicity of nematophagous fungi against nematodes of domestic animals. *Semina-Ciencias-Agrarias-Londrina* 22(1): 11-16.
- Hansen, M. F., L. H. Petri and J. E. Ackert, 1954. Effects of aureomycin and vitamin b12 used separately as feed supplements on resistance of chickens to *Ascaridia galli* (Schrank). *Exp-Parasit*: 122-127.
- Heijmans, J. F. 1987. Worminfecties zijn in betekenis afgenomen, maar niet verdwenen *Pluimveehouderij* No. 17. p 12-13.
- Heijmans, J. F., 2003. Ongenode gasten in de kippendarm.; unwanted guests in the intestines of poultry. *Veehouder-en-Dierenarts* 17(1): 8-9.
- Heijmans, J.F., 2007. Persoonlijke mededeling. *Pluimveespecialist Gezonde Dieren te Deventer*.
- Hodasi, J. K. M., 1963. A note on *Ascaridia galli* in a hen's egg from Manitoba. *Canadian-Journal-of-Comparative-Medicine-and-Veterinary-Science* 27(4): 100.
- Hørning, G., S. Rasmussen, A. Permin and M. Bisgaard, 2003. Investigations on the Influence of Helminth Parasites on Vaccination of Chickens against Newcastle Disease Virus under Village Conditions. *Tropical Animal Health and Production* 35: 415-424.
- Hurwitz, S., N. Shamir and A. Bar, 1972. Protein digestion and absorption in the chick: Effect of *Ascaridia galli*. *American-Journal-of-Clinical-Nutrition* 25(3): 311-316.
- Idi, A. et al., 2005. Effect of carrots and maize silage on colonization of hens by *Ascaridia galli* and *Salmonella enterica* serovar enteritidis. *Helminthologia*- 42(3): 121-131.
- Idi, A., A. Permin, S. K. Jensen and K. D. Murrell, 2007. Effect of a minor vitamin a deficiency on the course of infection with *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) and the resistance of chickens. *Helminthologia*- 44(4): 3-9.
- Idi, A., A. Permin and K. D. Murrell, 2004. Host age only partially affects resistance to primary and secondary infections with *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) in chickens. *Veterinary-Parasitology* 122(3): 221-231.
- Iepema, G., J.P. Wagenaar en Monique Bestman, 2005. Parasitaire wormen bij biologische leghennen. *Louis Bolk Instituut*, 21 pp.
- Ikeda, T., C. Yasui, K. Hoshino, K. Arikawa and Y. Nishikawa, 2007. Influence of lactic acid bacteria on longevity of *Caenorhabditis elegans* and host Defense against *Salmonella enterica* serovar enteritidis. *Applied and environmental microbiology*, 73(20) pp. 6404-6409.
- Ikeme, M. M., 1971a. Effects of different levels of nutrition and continuing dosing of poultry with *Ascaridia galli* eggs on the subsequent development of parasite populations. *Parasitology*- 63(Part 2): 233-250.
- Ikeme, M. M., 1971b. Observations on the pathogenicity and pathology of *Ascaridia galli*. *Parasitology*- 63(Part 2): 169-179.
- Ikeme, M.M., 1973. The significance of age and previous experience of repeated uptake of infective eggs of *Ascaridia galli* (Schrank 1788) (Nematoda, Adcarididae) on the epidemiology of ascaridiosis in the domestic chicken. *Warsawa* 1: 359-368.
- Irgashev, I. K., I. V. Sysoev and M. M. Khashimov, 1972. The development time of *Ascaridia galli* ova on the chicken farm Uzbekistan . *Gel'-minty-pishchevykh-produktov-Tezisy-dokladov-mezhrespublikanskoi-nauchnoi-konferentsii,-22-25-Dekabrya-1972-goda*.
- Janssen Animal Health, a division of Janssen Pharmaceutica NV. De wormen van de kip. Een uitgave van Jansen Pharmaceutica, diergeneeskundige research te Beerse.
- Johnson, J.R., M.F. Hansen and R.F. Nassar, 1974. *Ascaridia galli*: effects immunosuppressive drugs or bursectomy in chickens. *Experimental parasitology*, 35, pp. 337-349.
- Kibakin, V. V., 1984. Dynamics of parasitic diseases in birds in the krasnoyarsk territory. *Materialy-Nauchnoi-Konferentsii-Vsesoyuznogo-Obshchestva-Gel'-mintologov-Biologiya-i-taksonomiya-gel'-mintov-zhivotnykh-i-cheloveka* (34): 130-132.
- Kilpinen, O. et al., 2005. Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *British-Poultry-Science* 46(1): 26-34.
- Larsen, M. N. and A. Roepstorff, 1999. Seasonal variation in development and survival of *Ascaris suum* and *Trichuris suis* eggs on pastures. *Parasitology*- 119(2): 209-220.

- Lee, Y. C., K. J. Huang and Y. S. Lu, 1974. Isolation of avian viruses from the eggs of *Raillietina tetragona* and *Ascaridia galli*. Chinese-Journal-of-Microbiology 7(3): 119-123.
- Leutskaya, Z. K., E. A. Dryuchenko and N. A. Eranova, 1993. Vitamin a and the establishment of helminths. Trudy-Gel'mintologicheskoi-Laboratorii: 84-92.
- Lysek, H., 1967. Biological liquidation of ascarid eggs in spring pasture soil. Acta-parasit-polon: 263-267.
- Malviya, H.C., P. Dwivedi and T.K. Varma, 1988a. Effect of Irradiated *Ascaridia galli* Eggs on Growth and Cell-Mediated Immune Response in Chickens. Veterinary Parasitology, 28, pp. 137-141.
- Malviya, H. C., T. K. Varma and P. Dwivedi, 1988b. Immunizations of chicks at various ages with irradiated infective eggs of *Ascaridia galli*. Journal-of-Helminthology 62(3): 207-212.
- Martín-Pacho, J.R., M.N. Montoya, T. Arangüena, C. Toro, R. Morchón, C. Marcos-Atxutegi and F. Simon, 2005. A Coprological and Serological Survey for the Prevalence of *Ascaridia* spp. In Laying Hens. Journal of Veterinary Medicine 52:"238-242.
- Maurer, V., Z. Amsler, F. Heckendorn and E. Perler, 2007. Development of prevention and treatment strategies for parasites in poultry. In: 3rd QLIF Congress, march 20-23, Archivid at http://orgprints.org/view/projects/int_conf_qlif2007.html, Hohenheim.
- Meyer, D.J., R. Muimo, M. Thomas, D. Coates and R. E. Isaac, 1996. Purification and characterization of prostaglandin-H E-isomerase, a sigma-class glutathione S-transferase, from *Ascaridia galli*. Biochemistry Journal, 313, pp. 223-227.
- McDougald, L. R., 2005. Blackhead disease (histomoniasis) in poultry: A critical review. Avian-Diseases 49(4): 462-476.
- Nijhuis, B. v. and L. Suls, 2006. Leghennen ontwormen: Kies voor een preventieve strategie. Gekronkel ongewenst Pluimveehouderij No. 36. p 10-12.
- Okulewicz, A. and J. Zlotorzyska, 1985. Connections between *Ascaridia galli* and the bacterial flora in the intestine of hens. Angewandte-Parasitologie 26(3): 151-155.
- Permin, A., M. Bojesen, P. Nansen, M. Bisgaard, F. Frandsen, M. Pearman, 1997a. *Ascaridia galli* populations in chickens following single infections with different dose levels. Parasitol Res , 83, pp. 614-617.
- Permin, A., M. Pearman, P. Nansen, M. Bisgaard end F. Frandsen, 1997b. An investigation on different media for embryonation of *Ascaridia galli* eggs. Helminthologia, 34(2), pp. 75-79.
- Permin, A. and J. W. Hansen, 1998. Epidemiology, diagnosis and control of poultry parasites. FAO Animal Health Manual, Rome.
- Permin, A., P. Nansen, M. Bisgaard and F. Frandsen, 1998a. *Ascaridia galli* infections in free-range layers fed on diets with different protein contents. British-Poultry-Science 39(3): 441-445.
- Permin, A., P. Nansen, M. Bisgaard, F. Frandsen and M. Pearman, 1998b. Studies on *Ascaridia galli* in chickens kept at different stocking rates. Avian-Pathology 27(4): 382-389.
- Permin A. and Ranvig H., 2001. Genetic resistance in relation to *Ascaridia galli* in chickens. Veterinary Parasitology 102: 101-111.
- Permin, A., M. Bisgaard, F. Frandsen, m. Pearman, J. Kold and P. Nansen, 1999. Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry production systems. British Poultry Science 40: 439-443.
- Permin, A., J. P. Christensen and M. Bisgaard, 2006. Consequences of concurrent *Ascaridia galli* and *Escherichia coli* infections in chickens. Acta-Veterinaria-Scandinavica 47(1): 43-54.
- Piergili Fioretti, D. P., F. Veronesi, M. Diaferia, M. P. Franciosini and P. C. Proietti, 2005. *Ascaridia galli*: A report of erratic migration. Italian-Journal-of-Animal-Science 4(3): 310-312.
- Premvati, G. and A. K. Chopra, 1976. Effect of uv rays on embryogenesis of eggs of *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) (Nematoda: Ascaridida). Japanese-Journal-of-Parasitology 25(5): 415-418.
- Reddy, P. K., A. Venkatarathnam, K. Thyagaraju, S. Govindappa and P. Reddanna, 1984. Studies on the effects of infection of *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) freeborn, 1923 in chicken in relation to the nutrition of the host. Indian-Veterinary-Journal 61(8): 644-648.
- Reddy, P. R., Y. V. B. G. Rao and S. R. G. Muralidharam, 1985. Studies on protective immunity in chickens with irradiated eggs of *Ascaridia galli*. Cheiron- 14(1): 38-40.
- Reid, W.M. and J.L. Carmon, 1958. Effects of Numbers of *Ascaridia galli* in Depressing Weight Gains in Chicks. The journal of Parasitology 44: 183-186.
- Reuvekamp B. en M. Mul, 2007. titel.....
- Sadun, E., 1948. Resistance induced in chickens by infections with the nematode *Ascaridia galli*. American Journal of Hygiene 47: 282-289.
- Saunders, L.M., D.M. Tompkins and P.J. Hudson, 2000. The role of oxygen availability in the embryonation of *Heterakis gallinarum* eggs. International Journal for Parasitology 30: 1481-1485.
- Schou, T. W. and A. Permin, 2003. The effect of staloson f on selected poultry parasites. Helminthologia- 40(1): 15-21.

- Schou, T., A. Permin, A. Roepstorff, P. Sørensen and J. Kjær, 2003. Comparative genetic resistance to *Ascaridia galli* infections of 4 different commercial layer-lines. *British Poultry Science* 44: 182-185.
- Schou, T.W., A. Permin, H.R. Juul-Madsen, P. Sørensen, R. Labouriau, T.L.H. Nguyễn, M. Fink and S.L. Pham, 2006. Gastrointestinal helminthes in indigenous and exotic chickens in Vietnam: association of the intensity of infection with the Major Histocompatibility Complex. *Parasitology* 134: 561-573.
- Shukla, A. K. and K. N. P. Rao, 1983. Immunoprophylaxis in *Ascaridia galli* with gamma irradiated eggs. *Indian-Veterinary-Journal* 60(7): 515-517.
- Simonov, A. P., 1971. Survival of *Ascaridia galli* and *Heterakis gallinae* eggs in the soil of poultry enclosures after their ploughing over. *Trudy-Vsesoyuznogo-Instituta-Gel'mintologii-im-KI-Skryabina*: 239-244.
- Soulsby, E.J.L., 1968. Helminths, Arthropods & Protozoa of Domesticated Animals. 6th edition Baillière Tindall and Cassell, London, pp. 824.
- Steentjes, A., 2007. Persoonlijke mededeling. Dierenartsenpraktijk Someren. Veterinair Plumveespecialist.
- Stromberg, B.E., 1997. Environmental factors influencing transmission. *Veterinary Parasitology* 72: 247-264.
- Teodorova, S. E. and M. Gabrashanska, 2002. Optimal treatment of *Ascaridia galli* infected chickens with salts of trace elements and a kinetic model for chicken growth. *Journal-of-Helminthology* 76(1): 79-85.
- Thamsborg, S. M., A. Roepstorff and M. Larsen, 1999. Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary-Parasitology* 84(3/4): 169-186.
- Trawinska, B., L. Tymczyna, A. Polonis, I. Pijarska and L. Saba, 2002. Hygienic evaluation of poultry houses and chicken health. *Annals-of-Animal-Science (Supplement 1)*: 85-88.
- Trawinska, B., L. Tymczyna, A. Polonis, I. Pijarska, L. Saba, 2006. Bakteriologiczne i parazytologiczne zanieczyszczenie srodowiska woko wielkotowarowej fermy kur reprodukcyjnych.; bacteriological and parasitologic pollution of the environment and birth health state around the reproductive layer farm. *Annales-Universitatis-Mariae-Curie-Skodowska-Sectio-EE-Zootecnica*: 371-376.
- Urquhart, G.M., J. Armour, J.L. Duncan, A.M. Dunn, F.W. Jennings, 1996. *Veterinary Parasitology*, 2nd edition, Blackwell Science Ltd. London, U.K., 307 pp.
- Varga, I., 1964. Immunization experiments with irradiated larvae. li. The resistance-inducing effect of treatment with irradiated larvae of *Ascaridia galli* in chickens. *Acta-vet-hung* 14(4): 399-409.
- Veiligheidsinformatie blad, 2005. http://www.stormollen.dk/files/file_1130454226_Stalosan_f-NL-4.pdf.
- Velichkin, P. A. and E. V. Merkulov, 1970. Persistence of ascarid eggs in poultry houses and runs. *Veterinariya* (1): 35-36.
- Villee, C.A., W.F. Walker and R.D. Barnes, 1984. *General Zoology*. Sixth edition, Saunders College Publishing. 856 pp.
- Voeten, A. C., 2000. *Gezond pluimvee : Handboek voor de beroepspluimveehouder en sportfokker*. Terra Zutphen, Warnsveld.
- Wesselink, W., 2001. Automatische ontmester beperkt emissie uit scharrelstal. Ook nuttig op de terugweg *Pluimveehouderij* No. 31. p 16-17.
- Zakaria and Shoukfeh, 1980. Ascariasis. *Journal Egypt. Vet. Med. Assoc.* 80: 4150
- Zoltowska, K., J. Dziekonska-Rynko, H. Olender and Z. Jablonowski, 1995. Effect of vitamin a and protein levels in the diet of chickens infected with *Ascaridia galli* on activity of digestive enzymes in pancreas and small intestine. *Wiad. Parazytol.* 41(4): 421-428.
- Zoltowska, K., H. Olender, J. Dziekonska-Rynko and Z. Jablonowski, 1996. The influence of various levels of carotene and protein in the diet on the index of invasion and digestive enzyme activity in chickens infected with *Ascaridia galli*. *Wiad. Parazytol.* 42(1): 65-69.