

EFFECT VAN STRUCTUUR VAN HET VOER OP DE FYSIOLOGIE VAN DE KIP

R.P. Kwakkel
Landbouwniversiteit Wageningen
Leerstoelgroep Veevoeding

Inleiding

In deze bijdrage zullen enkele kanttekeningen worden geplaatst bij de wijze waarop wij momenteel pluimvee, en in het bijzonder vleeskuikens, van nutriënten voorzien. De vraag die we ons moeten stellen is: Voldoen de gebruikelijke voeders wel aan de norm zoals het dier die stelt? Of zijn we wellicht een "bridge too far" gegaan?

Om het geheel in een juist kader te plaatsen zal allereerst een korte schets gegeven worden van het maagdarmkanaal bij pluimvee en de functie van de verschillende onderdelen daarin.

Maagdarmkanaal pluimvee

Pluimvee heeft geen gehemelte en kan dus niet slikken volgens het onderdruk-principe (zoals bij de mens). Kippen pikken het voer op met de snavel, mengen het met speeksel, en strekken de nek waardoor het voer in de slokdarm belandt. Zij kunnen dus ook niet drinken met de kop naar beneden.

Tijdens de presentatie wordt het maagdarmkanaal bij pluimvee getoond. Van bek tot cloaca zijn hierin de volgende onderdelen te onderscheiden: slokdarm, krop, kliermaag, spiermaag, twaalfvingerige darm (met de alvleesklier), dunne darm, blinde darmzakken, dikke darm, einddarm, cloaca.

De verschillende onderdelen van het maagdarmkanaal hebben de volgende functie(s):

- Krop: Dient om het voer tijdelijk op te slaan en voor te weken. Hiertoe scheidt de krop een "zwelstof" af, genaamd 'mucus'. Anderzijds voorziet dit mucus de wand van het maagdarmkanaal van een "film": een dun laagje beschermend materiaal dat er voor zorgt dat eiwitsplitsende enzymen geen kans krijgen lichaamseigen eiwit (de darmwand dus) af te breken.
- Kliermaag: Scheidt maagzuur en HCl af. Zorgt voor de afbraak van eiwitten en vetten tot kleinere macro-moleculen. Ook de kliermaag scheidt mucus af.
- Spiermaag: Is de 'maalsteen' van de kip. Zorgt voor mechanische verkleining van de voerpartikeltjes zodat de enzymen makkelijk toegang hebben (oppervlaktevergroting). Grit kan dit proces in positieve zin beïnvloeden. Deeltjes kleiner dan 1 mm verlaten de spiermaag.
- Twaalfv. darm: Plaats waar de enzymen van de alvleesklier (trypsine, chymotrypsine) de darm binnenkomen. Eveneens plek waar zetmeel (amylase) en vetten (lipase) worden afgebroken.
- Dunne darm: Vindt eveneens afbraak plaats. Belangrijkste plek voor absorptie van verteerde bestanddelen (aminozuren, enkelvoudige suikers, vetzuren).
- Blinde d.zakken: Is bij pluimvee de plaats waar fermentatie oiv bacteriën plaatsvindt. Maagdarminhoud is donkerbruin gekleurd en veelal stroperig (pekachtig).
- Dikke/Einddarm: Waterresorptie.
- Cloaca: Plaats waar alle afvalproducten (faeces en urine) tesamen worden uitgescheiden. Ook de eileider of zaaileiders komen in de cloaca uit.

'Functionele' maagdarmwerking

De voorouder van ons huidige pluimvee (de 'jungle fowl') had de beschikking over een uitgebreid voedselpakket, dat in te delen was in 2 hoofdcategorieën: (1) dierlijk materiaal met veel eiwit, zoals wormen, torren en slakken; en (2) vezelrijk plantaardig materiaal (laag eiwit), zoals grasstengels en zaden. De kip heeft zich vanuit de oudheid aangepast aan dit voedselpakket en een verteringsapparaat ontwikkeld dat perfect is toegerust om deze voedselbronnen te verwerken.

De anatomie en functie van het maagdarmkanaal bij pluimvee verschilt in een aantal opzichten van die bij zoogdieren (met uitzondering van de dunne darm vertering): vooral het magencomplex en de functie van de blinde darmzakken is wezenlijk anders dan bij andere (echte) éénmagigen. Een groot verschil is dat bij pluimvee (of vogels in het algemeen) het veelvuldig voorkomt dat tgv. de contractie-activiteit (of motiliteit) van de darmwand, de voedselbrij in omgekeerde richting wordt gestuurd ('reflux' of 'backflow'). Bij zoogdieren is dit een abnormaal verschijnsel.

Een drietal plaatsen van 'antiperistaltiek' zijn vrij wezenlijk bij pluimvee (Duke, 1994):

1. De spiermaag, eigenlijk de 'tanden' van de kip, bestaat uit twee paar contractiespieren. Deze spieren contraheren achtereenvolgens om de spijsbrij te mengen en te kneden. Daarbij komt, dat de contractie-activiteit van de kliermaag en de twaalfvingerige darm gesynchroniseerd verloopt met die van de spiermaag. Een normale contractiegolf brengt de voedselbrij vanuit de spiermaag terug in de kliermaag, waarna het weer in de spiermaag en later in de twaalfv. darm terechtkomt. Afhankelijk van de mate van deeltjes grootte/verkleining herhaalt deze contractiegolf zich diverse malen. Dit proces lijkt gecoördineerd te worden door zenuwen op de maagwand, aangestuurd door een soort van 'pacemaker' nabij de pylorus (uitstroomopening van de spiermaag).
2. Een bepaalde reflux in het dunne darmtraject is in staat spijsbrij wederom terug te voeren naar de maagregio. Dit vindt zo'n 3 keer per uur plaats (Duke, 1994). Dit proces is belangrijk om (1) de passage van de voedselbrij af te remmen, teneinde de enzymen de gelegenheid te geven verteringswerkzaamheden uit te voeren. Dit kan uiteindelijk resulteren in een verbeterde vertering en absorptie van nutriënten.
3. In het deel na de beide blinde darmzakken (let op de aanhechting aan de darm) vindt ook een antiperistaltische beweging plaats. Een continu verlopende -laag amplitude- antiperistaltische contractie voert urinederivaten vanuit de cloaca langs de wand van de dikke darm terug in de beide blinde darmzakken, alwaar de bacteriën urinezuur en/of andere N-componenten zouden kunnen inbouwen als aminozuren. Daarbij komt dat de blinde darmzakken ook nog eens 10-12 % van de waterresorptie verzorgen. De dikke darm neemt 3-5% voor haar rekening en de nieren doen de rest (85%).

De hierboven beschreven processen zullen frekwent(er) optreden, indien de fysische condities van het voer nauw aansluiten bij de morfologische en functionele mogelijkheden van het maagdarmkanaal van de kip. De vraag is echter: Is dit ook zo ?

Wat is het probleem ?

De gebruikelijke voedervorm voor vleeskuikens is korrel of kruimel. Deze vorm kent een aantal voordelen:

- 1 De voeropname wordt bevorderd, gekoppeld aan een verbeterde groei. Nir e.a. (1995) wijten deze verhoogde voeropname aan een stimulerende werking van pellets op de receptoren op slokdarmniveau;
- 2 Mengvoederfabrikanten hebben op deze manier de mogelijkheid om voor vleeskuikens de energiedichtheid te verhogen in het voer door vet toe te voegen;
- 3 De kans op bacteriële contaminatie met pathogenen als Salmonella Enteritidis neemt door het persproces sterk af;
- 4 Last but not least: het vermindert selectieve voeropname.

De individuele grondstoffen in de pellet zijn vooraf redelijk fijn gemalen, voornamelijk om een goede fysische kwaliteit van de korrel te waarborgen ('vanaf de fabriek tot in de voergoot'). Juist deze handelwijze kan een groot nadeel zijn van de huidige vleeskuikenvoeders. Er zijn namelijk aanwijzingen dat de motiliteit afneemt bij gebruik van voedervormen die een kleine gemiddelde deeltjesgrootte opleveren.

De praktijk

Het is bekend uit de praktijk dat vleeskuikens vaak maagdarmproblemen (of: stofwisselingsproblemen) vertonen. Men ziet veelvuldig een te lichte blinde darminhoud, kliermaagverdickingen, een spiermaagverslapping, maagzweren, en vooral natte mest (Smeets, Pers. meded. 1996). Soms heeft dit een groeidepressie of verminderde slachtkwaliteit tot gevolg. Meestal zien we de afwijkingen aan de ontwikkeling van het magencomplex pas als het dier is uitgevallen en we het voor sectie onderzoeken. Uit eigen onderzoek (studies ter verkrijging van ileale verteringscijfers) bleek dat zo'n **25% van** alle gedissecteerde vleeskuikens een kliermaagverdicking vertoonden, onafhankelijk van de betreffende behandeling. De kuikens in deze proeven werden allen gevoerd met pellets van **2,5 mm !!** Scheele (1996) geeft aan dat de huidige uitvalscijfers in de vleeskuikenhouderij exorbitant hoog (2-8%) zijn en eigenlijk onacceptabel. De hoge uitval wordt grotendeels veroorzaakt door maagdarmstoornissen. Variatie in deeltjesgrootte (voedervorm!) blijkt een groot effect te hebben op de uitvalscijfers, met name bij haankuikens. In publicaties van Munt e.a. (1995) en Nir e.a. (1995) nam de uitval met 60% af wanneer meel i.p.v. pellets werd gevoerd.

De theorie

De oorzaak is voornamelijk gelegen in het gebrek aan voldoende grofheid in het voer. In geval van pellets, kruimel of expandaat hebben de verschillende bewerkingsstappen in de fabriek gezorgd voor een verdere verkleining van de deeltjes in het voer. Dat betekent dat bij opname door pluimvee de betreffende korrel volledig uiteenvalt in de krop (verweking !) en daar als een soort "brijvoeder" zijn weg vervolgt door de rest van het maagdarmkanaal. Een te fijne structuur komt aan in het kliermaag/spiermaag complex. Met name de spiermaag wordt niet gestimuleerd in de maalfunctie en zal dus veeleer als 'doorgeefluik' fungeren (Cumming, 1994). Het voer verblijft maar korte tijd in de magen en zal dus minder bloot staan aan enzymatische inwerking en verkleining. Dat we dit soort effecten op nutritioneel niveau (verminderde verteerbaarheid, lagere groei) vaak moeilijk kunnen meten zegt veel meer over het feit dat we in de Westeuropese landen vaak over goed verteerbare voeders beschikken, dan over de adequaatheid van het voer als zodanig.

De toename van het aantal ascitesgevallen is volgens Scheele (1996) een direct gevolg van het streven naar een lage voederconversie. Zoals reeds eerder gemeld gaat dit streven gepaard met

hoge energiedichtheden in het voer, gepelleteerde voeders en hoge voeropnames. De combinatie van deze factoren veroorzaakt namelijk een toenemende zuurstofconsumptie. Daarenboven is het een belangrijk gegeven dat vleeskuikens jarenlang zijn geselecteerd op een hoge ratio eetbare/niet-eetbare delen. Dit impliceert dat we een inbalans hebben gecreëerd in de ontwikkeling van de maagdarmltractus (liefst langzaam groeiend) ten opzichte van de borstspier (liefst snelgroeiend). Dit heeft al tot heel wat uitval in de sector geleid. Het mag duidelijk zijn dat een slecht ontwikkeld maagdarmkanaal agv een verkeerde voedervorm dit soort effecten alleen maar versterkt.

Duke (1994) schrijft dat maagzweren een gevolg zouden kunnen zijn van het matig afgeven van mucus door de krop. De beschermende werking is dan niet meer aanwezig met alle gevolgen van dien.

De impact van 'structuur' of grofheid in het voer op de ontwikkeling van het maagdarmkanaal in termen van groei laat zich illustreren aan de hand van een recente publicatie van Rogel e.a. (1994). In Tabel 1 worden enkele resultaten vermeld. Deze onderzoekers hebben aan een vleeskuikenvoer, bestaande uit o.a. 15% aardappelzetmeel (een slecht verteerbare zetmeelbron voor pluimvee; uitgewisseld tegen maiszetmeel), 10% haverhullen toegevoegd. De dieren kregen de voeders verstrekt van dag 21 tot dag 42. De effecten op zetmeelverteerbaarheid en spiermaaggewicht zijn duidelijk aanwezig. Bij een nadere beschouwing van de experimenten bleek dat de verbetering in zetmeelverteerbaarheid grotendeels te wijten was aan een toename van de gemiddelde deeltjesgrootte.

Tabel 1: Effecten van de toevoeging van haverhullen op de darm-verteerbaarheid van aardappelzetmeel en het spiermaaggewicht

Aardappelzetmeel (%)	Haverhullen (%)	Lichaamsgewicht		Zetmeelverteerbaar (%)	Spiermaaggewicht
		21dgn (g)	42dgn (g)		
0	0	672	1374	97.9	19.7
0	10	669	1314	99.5	38.5
15	0	697	1326	78.1	19.7
15	10	679	1457	95.1	41.3

Uit: Rogel e.a. (1994)

Het gebruik van hele tarwe in het rantsoen voor vleeskuikens

Een ontwikkeling die naadloos aansluit bij het bovenstaande is de praktijk waarin kuikenmesters tot 30 % hele tarwe in het rantsoen (70% kemvoer) bijmengen (Cumming e.a., 1994). Dit fenomeen heeft ook in Nederland (Langhout e.a., 1993; Vahl, 1993) een grote vlucht genomen: enerzijds wellicht door de gunstige marktvoorwaarden ('voer voor mest'), maar anderzijds ook door het uitblijven van beduidend slechtere technische resultaten. Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij (Periodiek 95/2, 1995) geeft aan dat het bijvoeren van tarwe een lager waterverbruik geeft en een (daaraan gerelateerde) verbeterde strooiselkwaliteit. Ook wordt voorzichtig gesuggereerd dat de vitaliteit van de kuikens toeneemt bij tarwevoeding.

Eigen recent opgestart onderzoek

In Wageningen zijn we, i.s.m. de pluimvee-afdeling van de North Carolina State University, recentelijk begonnen met onderzoek naar de hypothetische relaties tussen deeltjesgrootte, maagdarmwerking (-motiliteit), nutriëntverteerbaarheden en diergezondheid. Er wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van verschillende technologische processen om te komen tot verschillende voedervormen en dientengevolge verschillen in deeltjesgrootte-verdeling bij éézelfde grondstofsamenstelling van het totale mengvoer. Een verhoogde contractie-activiteit in de maagdarmtractus lijkt gestimuleerd te worden door grover meel, hetgeen bereikt kan worden door het gebruik van bijv. een walsenstoel ipv. een hamermolen.

Een groot aantal parameters wordt bestudeerd: (1) groei, voeropname, voederconversie en uitval; (2) nutriëntverteerbaarheden op zowel faecaal als ileaal niveau; (3) morfologie en histologie van het maagdarmkanaal, alsmede contractie-activiteit mbv röntgenfilms; (4) mestconsistentie / strooiselkwaliteit; (5) fermentatie-activiteit in de blinde darmzakken; en (6) slachttrendement.

Een pilot-proef is inmiddels uitgevoerd naar het effect van deeltjesgrootte (grof vs. fijn voer) op de fermentatiekinetiek in de blinde darmzakken van vleeskuikens. Een verhoogde 'back-flow' door het colon als gevolg van een toegenomen antiperistaltiek op een grover voer, zou in theorie moeten leiden tot meer bacteriën in de blinde darmzakken die slechts niet-eiwitstikstof als N-bron gebruiken voor groei. Deze hypothese werd in deze pilotstudie getoetst.

Hiertoe werden twee voeders, beide bestaande uit 30% tarwe en 70% kern, gevoerd aan vleeskuikens van 0 tot 34 dagen leeftijd. Voer 'grof' werd gemalen (wals) over 1,0 mm en voer 'fijn' over 0,25 mm. De deeltjesgrootteverdeling in het totale voer werd gekarakteriseerd m.b.v. de natte zeeanalyse. De Modulus of Uniformity (MU) geeft een procentuele verdeling van de verschillende zee fracties [grof:middel:fijn] weer. De MU van het grove voer was [6:2:2], die van het fijne voer [1:3:7]. De fermentatie-activiteit in de beide blinde darmzakken werd bestudeerd m.b.v. de cumulatieve in *vitro* gasproductie-techniek (Theodorou e.a., 1994). De inhoud van de blinde darm van ieder dier werd verzameld en gepoold per kooi. Dit monster werd gebruikt als inoculum, glucose werd als energiebron toegevoegd en als N-bron werd gebruik gemaakt van een peptiden-rijk medium. De gasproductie werd gemeten over een periode van 144 uur.

Uit tabel 2 blijkt dat de hoeveelheid geproduceerde fermentatiegassen minder was in de blinde darminhoud van kuikens op het grove voer t.o.v. die op het fijne voer. Daarentegen werd op het grove voer meer azijn- en boterzuur geproduceerd, hetgeen duidt op een verschuiving in de microbieële populatie in de blinde darmzakken, mogelijk veroorzaakt door het gebruikte voer. Uit de literatuur (Heneghan, 1988) is bekend dat een toename van de vluchtige vetzuren-productie een positieve bijdrage kan leveren aan de energievoorziening van de cellen in de einddarm, en dus wellicht de waterresorptie positief kan beïnvloeden.

Tabel 2: Fermentatie-karakteristieken voor glucose met blinde darm-inhoud als microbieel inoculum, afkomstig van kuikens op een grof of fijn

Voer	Totale gas productie	Azijnzuur	Propionzuur	Boterzuur	Valeriaanzuur
	ml/gDM	(mg AAE^a/gDM)			
'Grof voer'	364	308	-61	240	10
'Fijn voer'	372	280	62	220	9
<i>Significantie van het effect</i>					
	0.005	0.007	0.943	0.024	0.785

^a AAE zijn azijnzuur-equivalenten(mg/ltr)

Op 20 en 34 dagen leeftijd werden kuikens gedood en het spiermaaggewicht bepaald. Op 20 dagen leeftijd was het relatieve spiermaaggewicht van kuikens op het grove voer 3,15 g per 100 g lichaamsgewicht (LG) en van kuikens op het fijne voer 1,74 g per 100 g LG. Op 34 dagen leeftijd was dit 1,96 en 0,96 g per 100 g LG voor de respectievelijke voeders. Op het grove voeder ontwikkelde de spiermaag zich dus duidelijk veel beter, hetgeen analoog is aan de resultaten van Rogel e.a. (1987).

Wat zijn de verwachtingen indien we grovere voeders gaan verstrekken?

.....voor het dier

Afgezien van een algehele verbeterde gezondheidsstatus, geeft de literatuur aan dat er eveneens mogelijk positieve effecten te verwachten zijn mbt. de coccidiose incidentie als gevolg van een betere spiermaagontwikkeling, voornamelijk veroorzaakt door het lager aantal oöcysten in de darm (Cumming, 1987). Het is dan wel zinvol om, gezien de incubatietijd van oöcysten, vroegtijdig met de introductie van grof voer (of delen daarvan) aan te vangen.

.....voor de mengvoederindustrie

Het grover malen van energiecomponenten kan een verlaging van de productiekosten betekenen. Belangrijker is evenwel dat de keuze voor bepaalde grondstoffen wellicht wijzigt doordat de problematiek van ontmenging wellicht groter wordt. Daarnaast zullen mengvoederfabrikanten in moeten spelen op de vraag naar kemvoeders van wisselende samenstelling. Dit zal voor de toekomst de opmars van deelmengsels doen versnellen.

..... voor de slachterijen

Een lager slachtrendement (het aandeel niet-eetbare delen neemt toe) betekent een verlies voor de slachterij. Eventuele microbiologische verliezen vanwege contaminatie tijdens het evisceratie-proces zullen echter minder zijn.

Slotopmerkingen

Samenvattend kunnen we stellen dat bepaalde voedervormen, met een fijne deeltjesgrootte, een sterk inhiberend effect hebben op de contractie-activiteit van het maagdarmkanaal in het algemeen, en de mate van reflux in het bijzonder.

Er is eveneens gesuggereerd dat een betere maagdarmpatilititeit een positief effect kan hebben op groei, gezondheid en mestconsistentie van het kuiken. De Amerikanen gaan zelfs zover dat zij de maagdarmltractus zien als een soort 'pacemaker' in het dier, die dus mede zorgdraagt voor een gezond metabool functioneren. We dienen ons echter te realiseren dat de maagdarmlproblemen bij pluimvee (mn. vleeskuikens) vaak niet te wijten zijn aan één enkele factor. De combinatie van meerdere factoren (te hoge groeisnelheid, hoge voeropname, verkeerde voedervorm, etc.) leidt er uiteindelijk toe dat er stofwisselingsproblemen ontstaan.

Literatuur

- Duke, G.E. (1994). Anatomy and physiology of the digestive system in fowl. Proceedings of the 21st Annual Carolina Poultry Nutrition Conference, 7-8 December 1994, Charlotte, North Carolina, USA, pp. 46-51.
- Cumming, R.B. (1987). The effect of dietary fibre and choice feeding on coccidiosis in chickens. Proceedings of the 4th AAAP Animal Science Congress, Hamilton, New Zealand, p.216.
- Cumming, R.B. (1994). Opportunities for whole grain feeding. Proceedings of the 9th European Poultry Conference, 7-12 August 1994, Glasgow, UK, vol. 11, pp. 219-222.
- Heneghan, J.B. (1988). Alimentary tract physiology: interactions between the host and its microbial flora. In: Role of the gut flora in toxicity and cancer. Ed. I.R. Rowland, Academic Press, London, UK, pp. 39-78.
- Kwakkel, R.P., Williams, B.A., and Van der Poel, A.F.B. (1997). Effects of fine- and coarse particle diets on gizzard growth and fermentation characteristics of the caecal contents in broiler chickens. Proceedings of the 11th European Symposium on Poultry Nutrition (WPSA), August 1997, Faaborg, Denmark, pp. 249-251.
- Langhout, D.J., Schutte, J.B., and Perdok, H.B. (1993). Nutritional value of whole wheat in diets for broilers. Proceedings of the 9th European Symposium on Poultry Nutrition, 5-9 September 1993, Jelenia Gora, Poland, pp.352-354.
- Munt, R.H.C., Dingle, J.G., and Sumpa, M.G. (1995). Growth; carcass composition and profitability of meat chickens given pellets, mash or free-choice diet. *British Poultry Science* 36: 277-284.
- Nir, I., Hillel, R., Ptichi, I., and Shefet, G. (1995). Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science* 74: 771-783.
- Scheele, C. W. (1996). Ascites in chickens. Oxygen consumption and requirement related to its occurrence. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, 167 pp.
- Smeets, J.F.M. (1996). Persoonlijke mededeling. Pluimvee-avond Van de Bunt - Rijnsburger, 26 maart 1996.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., and France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 48: 185-197.
- Vahl, H.A. (1993). Het bijvoeren van losse tarwe: een nieuwe ontwikkeling in de slachtkuikenhoudery. Verslag van het Lyxasan Symposium, 14 september 1993.