

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 585

Effect van voerewitgehalte op de ammoniakemissie bij vleeskuikens

oriënterende metingen bij vier behandelingsniveaus

April 2012



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2011

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

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 gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

The effects of dietary protein content on litter composition and ammonia emissions from the litter in a broiler house were measured. Differences were small, probably because feed intake was lower at higher dietary protein content.

Keywords

Diet protein ammonia emission litter broilers poultry

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

M.C.J. Smits (WLR)
K. van de Belt (SFR)
P. van der Aar (SFR)
K. Blanken (WLR)

Titel

Effect van voereiwitgehalte op de ammoniakemissie bij vleeskuikens; oriënterende metingen bij vier behandelingsniveaus

Rapport 585

Samenvatting

Effecten van eiwitgehalte in het voer op de strooiselsamenstelling en de ammoniakemissie van het strooisel in een vleeskuikenstal werden gemeten. Er werd geen duidelijk effect van het eiwitgehalte op de ammoniakemissie gevonden. Dit kwam waarschijnlijk doordat de voeropname afnam bij hogere eiwitgehalten in het voer.

Trefwoorden

Voeding, eiwit, ammoniak emissie, strooisel, vleeskuikens, pluimvee



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 585

Effect van voereiwitgehalte op de ammoniakemissie bij vleeskuikens

Oriënterende metingen bij vier behandelingsniveaus

Effect of dietary crude protein content on ammonia emission in broilers

M.C.J. Smits (WLR)
K. van de Belt (SFR)
P. van der Aar (SFR)
K. Blanken (WLR)

April 2012

Voorwoord

In de zomer van 2010 werd bij Schothorst Feed Research (SFR) een voerproef uitgevoerd waarbij het effect van hogere aminozuurgehalten dan aanbevolen op de productieprestaties van vleeskuikens werd onderzocht. Wageningen UR Livestock Research (WLR) is bij deze voerproef aangesloten met aanvullend onderzoek omdat de proefopzet een mogelijkheid bood om effecten van het eiwitgehalte in het voer op strooiseigenschappen, ammoniakemissie en voetzollaesies te kunnen meten. In dit rapport worden de opzet van de voerproef en de resultaten van het aanvullende onderzoek gerapporteerd. Tevens worden de technische resultaten kort beschreven. De voerproef werd in beheer van SFR uitgevoerd. Het aanvullende onderzoek naar de ammoniakemissie, strooiseigenschappen en voetzollaesies werd gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I). Wij danken alle betrokkenen bij dit onderzoek voor hun bijdrage en inzet.

Namens de auteurs,

Michel Smits

Samenvatting

Aansluitend bij een lopende voerproef zijn ammoniakemissies gemeten, voetzollaesies beoordeeld en strooiselmonsters geanalyseerd. De voerproef werd in beheer van SFR uitgevoerd om het effect van verschillende aminozuurgehalten op de productieprestaties van vleeskuikens vast te stellen. Bij een toenemend gehalte aan verteerbare aminozuren in het voer neemt in het algemeen het gehalte aan ruw eiwit ook toe. Deze omstandigheden heeft WLR gebruikt om de effecten van het eiwitgehalte op ammoniakemissie, strooiselkwaliteit en voetzollaesies te testen. Dit rapport gaat in op de effecten van het eiwitgehalte van het voer op de ammoniakemissie, voetzollaesies en de strooiselkwaliteit. Tevens worden in dit rapport de productieprestaties beschreven in relatie tot de eiwitopname.

In de voederproef werden vier verschillende voerprogramma's met oplopend ruw eiwit (RE) gehalte getest. In de groei II periode (dag 21-31) waren de RE-gehalten van behandeling 1 t/m 4 respectievelijk 213, 221, 229 en 237 g RE/kg voer. In de afmestperiode (dag 31-37) waren de RE-gehalten van behandeling 1 t/m 4 respectievelijk 191, 194, 196 en 199 g RE/kg. Elk behandeling werd vier maal, gelijktijdig, herhaald in hokken met 900 vleeskuikens per hok (oppervlakte 47,5 m²). De herhalingen waren verdeeld over 2 identieke stalunits. Per stalunit werden de behandelingen twee maal herhaald. Elke stalunit werd verdeeld in twee blokken. Binnen elk blok werden de behandelingen random verdeeld.

Ammoniakemissiemetingen en waarnemingen aan het strooisel werden uitgevoerd in de voorlaatste en laatste week van de productieperiode (dag 27 of 28 en dag 34 of 35). De ammoniakemissie werd gemeten met behulp van een kleine meetbox op een beperkte oppervlakte (1,2 m²) en gedurende een beperkte tijd (30 minuten) per hok. De ammoniakemissie werd steeds op dezelfde plaats in elk hok gemeten, tussen de voer- en waterlijn in. Direct na de emissiemeting werd een strooiselmonster genomen van de bemeeten oppervlakte. Hierin werden de pH en gehalten aan drogestof, organische stof, ruw-as, totaal stikstof, ammoniumstikstof, organische stikstof, fosfor, kalium, natrium en magnesium bepaald. Op dag 28 werden de voetzolen van 10 kuikens per hok beoordeeld op de aanwezigheid en ernst van voetzollaesies.

Bij de hogere eiwitgehalten in het voer namen de totaal stikstof- en ammoniumgehalten in het strooisel licht toe. De ammoniakemissie volgde dit beeld niet. Bij behandeling 2 werd een significant hogere ammoniakemissie waargenomen dan bij behandeling 1, 3 en 4. De ammoniakemissie tendeerde bij behandeling 3 en 4 zelfs naar lagere waarden dan bij behandeling 1. Echter de onderlinge verschillen tussen de emissies bij behandeling 1, 3 en 4 waren niet significant. De eiwitopname (gram RE/dag) verschilde in de weken waarin emissies gemeten werden niet significant tussen de behandelingen. Uit de technische resultaten bleek dat de voeropname (gram voer per dier per dag) van de eiwitrijkere voeders niet significant verschilde maar wel tendeerde naar lagere waarden dan die van behandeling 1. In de weken voorafgaande aan de emissiemetingen (dag 0-21) was de gerealiseerde ruweiwitopname wel gradueel lager naarmate het eiwitgehalte in het voer hoger was. Verder waren er geen duidelijke verschillen in technische resultaten. De stikstofexcretie zal in de laatste weken bij een nagenoeg gelijke eiwitopname en groei waarschijnlijk ook nauwelijks verschild hebben tussen de behandelingen. Dit verklaart mogelijk waarom geen duidelijk effect van hogere eiwitgehalten in het voer op de ammoniakemissie werd gevonden.

Het eiwitgehalte bij behandeling 1 was vergelijkbaar met dat van standaardvoeders op praktijkbedrijven. De eiwitgehalten bij de behandelingen 2, 3 en 4 waren hoger. Veldkamp *et al.* (2012) geven aan dat bij lagere eiwitgehalten in het voer dan de huidige praktijk wellicht een kosteneffectieve verlaging van de ammoniakemissie mogelijk is, bij gelijktijdige aanvulling van essentiële aminozuren. Aanbevolen wordt om in vervolgonderzoek effecten van voeders met lagere eiwitgehalten en gelijktijdige aanvulling van essentiële aminozuren te meten. Dit zowel in het zomerseizoen als in het winterseizoen om ook eventuele seizoenseffecten vast te kunnen stellen.

Summary

Within a feed trial, the effects of four levels of dietary crude protein (CP) content on ammonia emissions from the litter in a broiler house and on the chemical composition of the litter were studied. The feed trial was performed for a commercial feed company to test the effects of higher protein levels on production results. Additionally foot pad lesions were scored. The production results have been reported separately to the commercial company (confidential SFR report). Here we report the effects of dietary protein content on ammonia emission, litter composition and food pad lesions. The main production results are also given in this report.

Three higher crude protein contents were compared with a reference level. In week 4 of the production period the crude protein contents of diet 1, 2, 3 and 4 were 213, 221, 229 and 237 g CP/kg. In week 5 the CP contents were 191, 194, 196 and 199 g RE/kg.

Each CP level was supplied in 4 pens with 900 broilers per pen (total surface 47.5 m²). The pens were situated within two identical poultry housing units. Per unit each treatment (protein level) was tested in two pens. The treatments were randomly assigned to the pens within each unit.

Ammonia emissions were measured and litter was sampled in each pen once in the fourth week and once in the fifth week (day 27 or 28 and day 34 or 35). Foot pad lesions of 10 broiler chickens per pen were scored on day 28. Ammonia emissions were measured with a dynamic chamber on a small area of the pen (1,2 m²) during approx. 30 minutes per pen. The same position of the dynamic box within each pen was chosen: between the water line and the feed line. Immediately after this measurement, a litter sample was taken in the same area. pH and contents of dry matter, organic matter, crude-ash, total nitrogen, ammonium nitrogen, organic nitrogen, phosphorous, potassium, sodium en magnesium in the litter samples were determined.

Total nitrogen and ammonium nitrogen content (g/kg) in the litter slightly increased at higher dietary CP levels. Ammonia emission did not show the same trend. Ammonia emission with diet 2 was significantly higher than with diet 1, 3 and 4. However between diets 1, 3 and 4 ammonia emission did not differ significantly. Feed intake (g feed per day) was lower for the diets with the higher protein contents. This caused that protein intake (g crude protein/day) did not differ significantly between the diets. No clear differences in the other technical performance parameters were found, as well. Therefore, the resulting N excretion is likely to be approx. the same with each diet. This may explain why no clear effect of increasing protein content of the diet on ammonia emission was found.

In order to evaluate the prospects of nutritional measures to reduce ammonia emission it is recommended to focus in further research on lowering protein contents, below the values in common practice combined with adding essential amino acids. Both in summer and in winter the effects should be studied in order to quantify possible seasonal effects.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en Methoden	2
2.1	Proefopzet	2
2.2	Tijdschema emissiemetingen	3
2.3	Meetmethoden	4
2.3.1	Ammoniakemissie	4
2.3.2	Bemonstering en analyse strooisel	4
2.3.3	Zoötechnische waarnemingen	5
2.3.4	Voetzoollaesies	5
3	Resultaten	6
3.1	Strooiselkwaliteit en ammoniakemissie	6
3.2	Technische resultaten en voetzoollaesies	11
3.2.1	Technische resultaten	11
3.2.2	Voetzoollaesies	12
4	Discussie	13
5	Conclusies en aanbevelingen	15
6	Literatuur	16

Bijlagen

1 Inleiding

Vanuit de literatuur (Van Vuuren en Jongbloed, 1994; Veldkamp *et al.*, 2012) zijn er duidelijke aanwijzingen dat voedingsmaatregelen een wezenlijke bijdrage kunnen leveren aan het reduceren van de ammoniakemissie van vleeskuikens. Voornoemde auteurs verwachten dat bij pluimvee verlaging van het ruw eiwit (RE) gehalte en optimalisatie van het aminozurenprofiel in het voer één van de meest perspectiefvolle voermaatregelen zijn om de ammoniakemissie te verlagen. Het toepassen van een combinatie van huisvestings- en voedingsmaatregelen kan voor vleeskuikenbedrijven ook een economisch interessante optie zijn.

In de zomer van 2010 is bij Schothorst Feed Research (SFR) een voerproef uitgevoerd waarbij het effect van oplopende eiwitgehalten op de productieprestaties (groei, voerconversie en uitval) van vleeskuikens werd onderzocht. Binnen het experiment, beschreven in dit rapport, zijn ammoniakemissies gemeten, strooiselmonsters geanalyseerd en voetzollaesies beoordeeld om te onderzoeken of er relaties zijn tussen het ruw eiwitgehalte in het voer enerzijds en de strooiselkwaliteit, de ammoniakemissie en de prevalentie van voetzollaesies anderzijds.

De doelstelling van dit onderzoek was om de effect te bepalen van het eiwitgehalte van het voer op de ammoniakemissie, voetzollaesies en de strooiselkwaliteit. Tevens is het effect van het eiwitgehalte van het voer op de productieprestaties bepaald.

In hoofdstuk 2 worden de proefopzet en meetmethoden beschreven. In paragraaf 3.1 worden de resultaten ten aanzien van strooiselkwaliteit en ammoniakemissie gerapporteerd. Daarna worden in paragraaf 3.2 de zoötechnische resultaten en voetzollaesies gerapporteerd. In hoofdstuk 4 wordt het voorgaande bediscussieerd en in hoofdstuk 5 worden conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Proefopzet

Algemeen

De proef werd door SFR opgezet om het effect van verschillende aminozurenniveaus op productieprestaties te onderzoeken, terwijl WLR geïnteresseerd was in de effecten van het eiwitgehalte van het voer op de ammoniakemissie, de strooiselkwaliteit en voetzollaesies. De laatste resultaten zijn in dit rapport uitvoerig gerapporteerd en bediscussieerd. De zöotechnische resultaten zijn daarnaast ook kort beschreven.

Focus op laatste weken

De ammoniakemissie in vleeskuikenstallen neemt binnen een productieperiode normaliter exponentieel toe in de tijd. De grootste ammoniakfluxen worden gevonden in de laatste weken voor afleveren. Daarom werden de emissiemetingen en daarmee samenhangende waarnemingen uitgevoerd in de voorlaatste en laatste week van de productieperiode (dag 27 of 28 en dag 34 of 35).

Behandelingen

In tabel 1 zijn de gerealiseerde vocht- en ruweiwitgehalten (RE) in het voer per behandeling weergegeven. Gedurende de productieperiode neemt het eiwitgehalte in kuikenvoeders af. Op praktijkbedrijven neemt het eiwitgehalte in standaard voeders af van ca. 22% in het startvoer tot ca. 19% in het afmestvoer. Bij de proefbehandelingen 2, 3 en 4 is het eiwitgehalte verhoogd omdat dit mogelijk een hogere groei (hogere aanzet van borstvlees) oplevert.

Tabel 1 Per behandeling, het ruweiwitgehalte en het vochtgehalte in het groei II-voer (dag 21 tot 31) en het afmestvoer (dag 31 tot 38)

Behandeling	Voer	RE gehalte (g/kg)		Vochtgehalte (g/kg)	
		Dag 21-31	Dag 31-38	Dag 21-31	Dag 31-38
1	L	213	191	102	108
2	LM	221	194	101	107
3	HM	229	196	100	106
4	H	237	199	99	106

Het voer bij behandeling 2 (LM) was een mengsel van 2/3 voer L en 1/3 voer H; het voer bij behandeling 3 (HM) was een mengsel van 1/3 voer L en 2/3 voer H. De verteerbare aminozuren werden geoptimaliseerd volgens het ideale aminozuurprofiel (in een vaste verhouding ten opzicht van lysine). Deze optimalisatie werd bereikt door de hoeveelheden van verschillende grondstoffen in het voer aan te passen. Tarwe, maïs en soja waren de belangrijkste grondstoffen van de voeders. Verschillende eiwitgehalten werden onder meer verkregen door variatie van de hoeveelheid aardappelwit in het voer. De samenstelling van de voeders is nader gespecificeerd in bijlage 1.

Beschikbaarheid voer en water en voerschema

Voer en water waren onbeperkt beschikbaar. In elk hok waren 11 voerpannen aanwezig (80 kuikens per voerpan) en 72 drinknippels (12 dieren per drinknippel) verdeeld over 2 drinklijnen. Van dag 1-10 werd startvoer verstrekt; van dag 10-21 groeivoer I, van dag 21-31 groeivoer II en van dag 31-37 afmestvoer.

Dieren

De proef werd uitgevoerd met 14.400 Ross 308 vleeskuikens (sexe: gemengde opzet, afkomstig van Probroed & Sloot Broederij BV). Het gemiddelde gewicht bij aankomst was 45 gram.

Huisvesting

De proef werd uitgevoerd in 2 afdelingen met 16 hokken per afdeling in een proefaccommodatie van De Schothorst in Lelystad. In het midden van elke afdeling was een centrale gang met aan beide zijden 8 hokken. Elk hok had een afmeting van 47,5 m². Per hok werden 900 kuikens opgezet op witte houtkrullen (1,05 kg/m² overeenkomend met 5,5 liter/m²). Dit resulteerde in een bezetting van 19 dieren per m². Op 37 dagen leeftijd leidde dit tot een bezetting van ongeveer 40 kg/m². Dit is redelijk conform de praktijk. Volgens het EU welzijnsbesluit vleeskuikens mag de bezetting maximaal 42 kg/m² zijn.

Temperatuur en lichtschema

Het temperatuurschema gedurende de proef was conform de Schothorst richtlijn voor vleeskuikens; de omgevingstemperatuur nam geleidelijk af van 32°C bij aanvang tot 22°C aan het eind van de proef. Het lichtschema was als volgt: 24 uur licht van dag 0 tot dag 2; 23 uur licht en 1 uur donker van dag 2 tot dag 10; 18 uur licht en 6 uur donker van dag 10 tot dag 36; de laatste dag (dag 37) was het 24 uur licht.

Diergezondheid

De veterinaire monitoring werd verzorgd door de reguliere pluimveearts van SFR (Pluimveepraktijk Noord & Oost). De kuikens werden gevaccineerd tegen bronchitis in de broederij. De vaccinatie tegen New Castle Disease (Avinew, batch L357574) werd uitgevoerd op dag 10. De vaccinatie tegen Infectious Bursal disease (Noblis Gumboro D78, Batch A037AP01) werd uitgevoerd op dag 21. Tijdens de start en groei I fase werd Maxiban als coccidiostaticum gebruikt; in de groei II fase werd Sacox gebruikt en in de afmestfase werd geen coccidiostaticum gebruikt.

Emissiemetingen in deel van grotere proef

De totale proef zoals opgezet door SFR bestond uit acht behandelingen. De metingen zoals omschreven in dit rapport zijn uitgevoerd in vier van de acht behandelingen. De stal was ingedeeld in vier blokken (twee blokken per afdeling). In elk blok werden de behandelingen random verdeeld over de hokken.

2.2 Tijdschema emissiemetingen

De emissiemetingen werden uitgevoerd gedurende 2 opeenvolgende dagen in de voorlaatste en laatste week van de productieperiode (Tabel 2). Om logistieke redenen werd per meetdag steeds binnen één afdeling gemeten. Op deze wijze werden elke meetdag steeds bij alle behandelingen in 2 hokken de ammoniakemissie gemeten en strooiselmonsters genomen (per dag dus 4 behandelingen x 2 hokken = 8 metingen).

Tabel 2 Tijdschema emissiemetingen

	Week 1		Week 2	
	Dag 27	Dag 28	Dag 34	Dag 35
Afdeling	A	B	A	B
Hok	1 t/m 8	9 t/m 16	1 t/m 8	9 t/m 16

In elk hok werd op nagenoeg dezelfde positie in het hok gemeten, namelijk tussen de water- en voerlijn op een afstand van ca. 2 meter van de centrale gang (zie foto 1 en 2).



Foto 1: links in een hok de meetbox op het middenpad de meetapparatuur



Foto 2: metingen werden verricht tussen de waterlijn en de voerlijn

2.3 Meetmethoden

2.3.1 Ammoniakemissie

Emissiemetingen werden uitgevoerd volgens de dynamische boxmethode. Deze meetmethode is uitvoerig beschreven in Mosquera et al., 2010. Er werd gebruik gemaakt van een box met een meetoppervlakte van ca. 1 m². Per meetsessie werd de gemiddelde ammoniakconcentratie van de in- en uitgaande lucht gedurende ca. 0,5 uur met een natchemische meetmethode vastgesteld. Daarnaast werd ter controle halverwege elke meetsessie een momentane concentratiemeting gedaan met een Kitagawa gasdetectiebuisje (meet range: 0-20 ppm).

Bij de natchemische meetmethode wordt de lucht via een monsternamleiding met een constante luchtstroom aangezogen. Dit gebeurt met behulp van een pomp en een kritische capillair die een luchtstroom geeft van ca. 1,0 l/min. Alle lucht wordt door een impinger (geplaatst in een wasfles met 100 ml zure wasvloeistof) geleid, waarbij de NH₃ uit de luchtstroom wordt gewassen. Om rekening te houden met eventuele doorslag wordt een tweede fles in serie geplaatst. Om doorslag naar de pomp te voorkomen wordt de lucht na de impingers met zuur door een vochtvanger (impinger zonder vloeistof) geleid. De metingen werden steeds in duplo uitgevoerd. Aan de wasvloeistof was zwavelzuur toegevoegd in een molariteit van 0,05 M. Na de bemonstering werd de concentratie gebonden ammoniak spectrofotometrisch bepaald. Zowel de ingaande als uitgaande lucht van de meetbox werd in duplo bemonsterd. Ter controle werd tijdens de meting na ca. 10 minuten de momentane luchtstroomsnelheid bepaald met behulp van een flowmeter.

2.3.2 Bemonstering en analyse strooisel

pH in verse strooiselmonsters

Direct na elke meetsessie werd een strooiselmonster genomen binnen het gedeelte van het hok waar ook de ammoniakemissie met behulp van de meetbox was gemeten. Ongeveer 400 cm² strooisel uit elke hoek en uit het midden van het bemeten oppervlak werd verzameld (zoals de 5 van een dobbelsteen). Dit materiaal werd gemalen en gemengd met behulp van een keukenmachine. Uit dit verse monster werd een random deelmonster van 100 gram genomen en 1 op 4 verdund (op massa basis) met water. Na een half uur werd hierin de pH (met een electrode) in het laboratorium van SFR gemeten. Dit is een standaard werkwijze om de pH in strooiselmonsters te bepalen. De pH kan snel veranderen door biologische en chemische processen. Daarom is bepaling kort na monsternamname en op een gestandaardiseerde wijze belangrijk.

Chemische gehalten na gekoelde opslag

De strooiselmonsters werden gekoeld opgeslagen. Later werden in de monsters gehalten aan drogestof (DS), organische stof (OS), totaal stikstof (N-totaal), ammoniumstikstof (NH₄-N), organische stikstof (N_{org}), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na) en magnesium (Mg) bepaald. De analysemethoden voor stapelbare mest werden gevolgd zoals beschreven in de NEN normen serie 7430 t/m 7438. De gebruikelijke stapelbare mest voorbehandeling met wijnsteenzuur, drogen en malen werd hierbij toegepast. De voorbehandeling werd uitgevoerd op het lab van SFR. De analyses werden daarna door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) uitgevoerd.

2.3.3 *Zoötechnische waarnemingen*

De voerconversie en de groei werden vastgesteld alsook de wateropname (dagelijks).

Tijdens het experiment werden de volgende parameters gemeten:

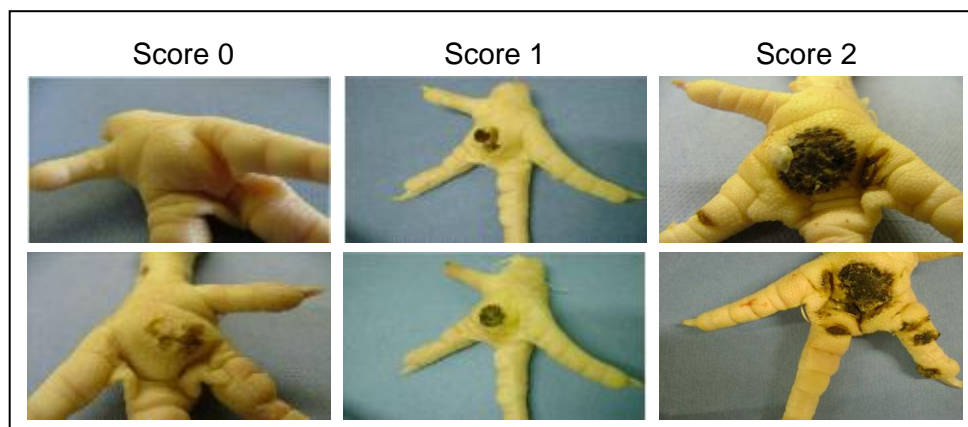
- Gemiddeld diergewicht van alle kuikens op de dag van aankomst (random steekproef);
- Gemiddeld diergewicht per hok (dagelijks gemeten met automatische weegplateaus, waar de kuikens vrijwillig op- en afstappen);
- Gemiddeld diergewicht per hok op dag 37 voor het transport naar de slachterij door alle kuikens per hok te wegen;
- Voeropname per hok (dagelijks en per groeiperiode);
- Wateropname per hok (dagelijks en per groeiperiode);
- Totale mortaliteit per hok (dagelijks bijgehouden).

2.3.4 *Voetzollaesies*

Op dag 28 werden voetzolen van 10 vleeskuikens per hok beoordeeld op de aanwezigheid en ernst van voetzollaesies. De volgende scores werden onderscheiden:

- 0: geen laesies of zeer milde laesies;
- 1: milde laesies
- 2: ernstige laesies

In Figuur 1 zijn voorbeelden van de verschillende scores weergegeven.



Figuur 1 Onderscheiden klassen (scores) bij het beoordelen van de voetzollaesies.

Per hok zijn de scores uitgedrukt in de Europese fps (foot pad score) via de volgende berekening:

$$10 \times \{(\text{aantal poten met score } 1 \times 1) + (\text{aantal poten met score } 2 \times 2)\} / (\text{aantal poten})$$

3 Resultaten

3.1 Strooiselkwaliteit en ammoniakemissie

In tabel 3 zijn pH en de analyseresultaten van het strooisel gemiddeld per behandeling weergegeven. De gemiddelde pH in het strooisel was het hoogst bij behandeling 2 en het laagste bij behandeling 4. Het verschil tussen beiden was significant. Het gemiddelde DS gehalte van het strooisel van behandeling 2 is hoger dan bij de andere behandelingen; de verschillen zijn echter niet significant. De N-totaal gehalten en de ammoniumstikstof-gehalten in het strooisel tenderen naar hogere waarden bij hogere eiwitgehalten in het voer; bij behandeling 3 en 4 was het ammoniumstikstof-gehalte significant hoger dan bij behandeling 1 en 2. De gehalten aan P, Na en Mg zijn het hoogst bij behandeling 2. Grotendeels is dit gekoppeld aan het eveneens hogere DS gehalte bij behandeling 2. Tussen de behandelingen werden geen verschillen in visuele score van het strooisel vastgesteld. De score was steeds 7 op een schaal van 10, waarbij score 0 overeenkwam met nat strooisel en score 10 met droog strooisel. Bij de visuele strooiselscore werd door 4 verschillende personen gescoord.

In tabel 4 is de ammoniakemissie per behandeling weergegeven. Hieruit blijkt dat de behandelingen met de hoogste eiwitgehalten (3 en 4) de laagste ammoniakemissies hadden. De hoogste ammoniakemissie werd gemeten bij behandeling 2, deze was significant hoger dan bij behandelingen 3 en 4. De correlaties tussen pH, gehalten in het strooisel en de gemeten ammoniakemissie zijn weergegeven in bijlage 2. Veel parameters die de variaties in ammoniakemissie zouden kunnen verklaren zijn onderling gecorreleerd, zodat geen eenduidige causale relaties vastgesteld konden worden. Op basis van kennis van processen en mechanismen die een rol spelen bij ammoniakemissies en uit eerder onderzoek is bekend dat pH van strooisel en DS gehalte van strooisel nauw samenhangen met de ammoniakemissie. In figuur 2 en 3 zijn per voerniveau de gemeten ammoniakemissies weergegeven in relatie tot de pH van het strooisel en in relatie tot het DS gehalte.

Tabel 3 Gemiddelde pH en gehalten in het strooisel voor de verschillende behandelingen

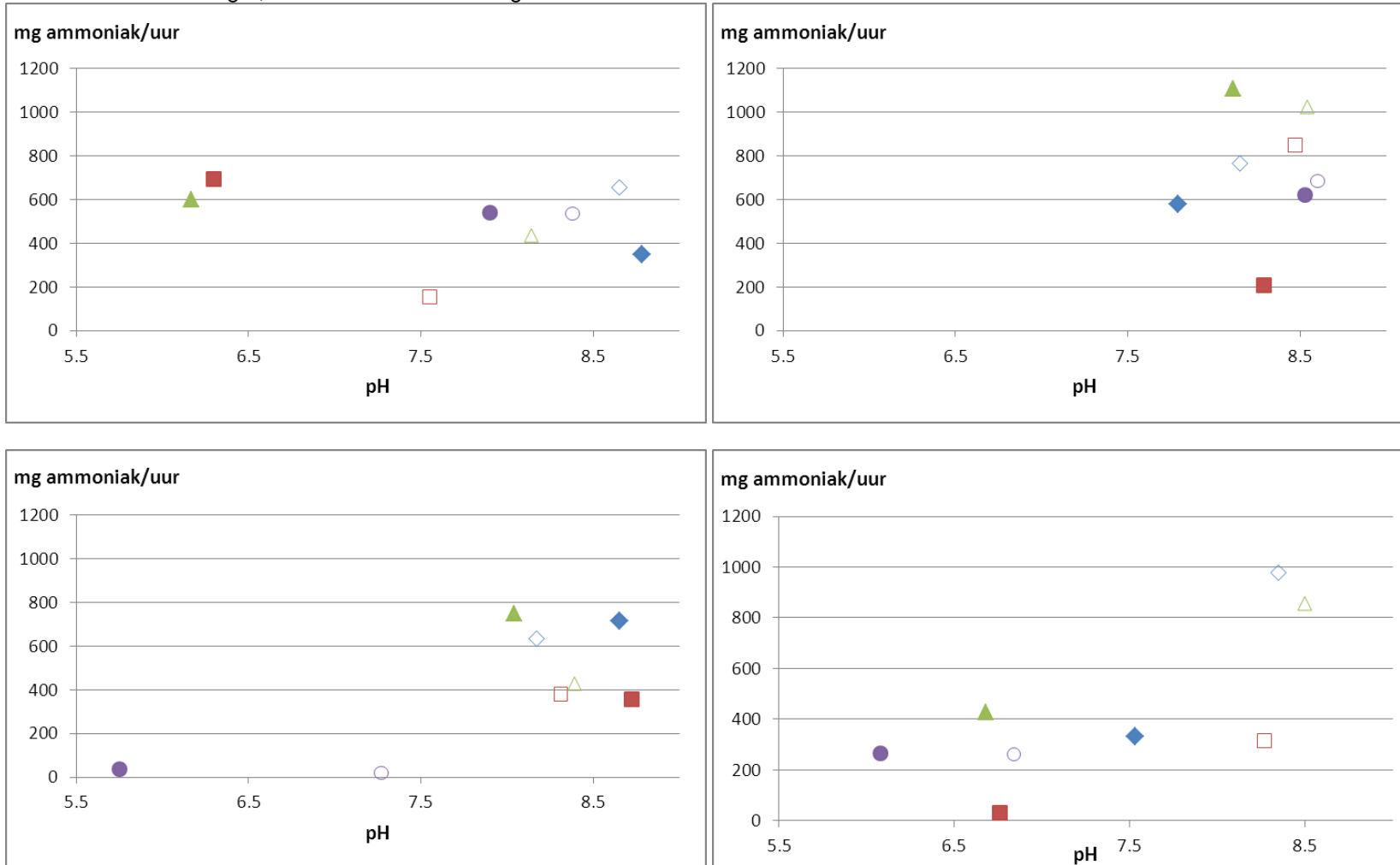
		EIWIT NIVEAU				LSD (5%)
		1	2	3	4	
pH	[-]	7,7 ^{ab}	8,3 ^a	7,9 ^{ab}	7,4 ^b	0,87
DS	g/kg	564	608	573	574	47
N-totaal	g/kg	31,5 ^a	35,3 ^b	37,4 ^{bc}	38,3 ^c	2,14
NH ₄ N	g/kg	5,0 ^a	5,4 ^a	6,3 ^b	6,4 ^b	0,43
Norg	g/kg	26,5 ^a	29,9 ^b	31,1 ^b	32,0 ^b	2,19
OS	g/kg	497	537	504	511	43,9
rAS	g/kg	67 ^a	71 ^b	69 ^c	63 ^d	0,4
P	g/kg	5,53 ^{ab}	5,91 ^a	5,57 ^{ab}	5,39 ^b	0,412
K	g/kg	16,9	16,9	16,9	15,7	1,32
Na	g/kg	1,3 ^a	1,5 ^b	1,2 ^{ac}	1,1 ^c	0,17
Mg	g/kg	4,40 ^{ab}	4,80 ^a	4,30 ^b	4,20 ^b	0,44

^{a,b,c,d} Waarden met verschillend superscript (letters) binnen een rij verschillen significant ($P < 0.05$) van elkaar.
LSD: Least Significant Difference, ofwel kleinste significante verschil (bij een significantiedrempel van 5%).

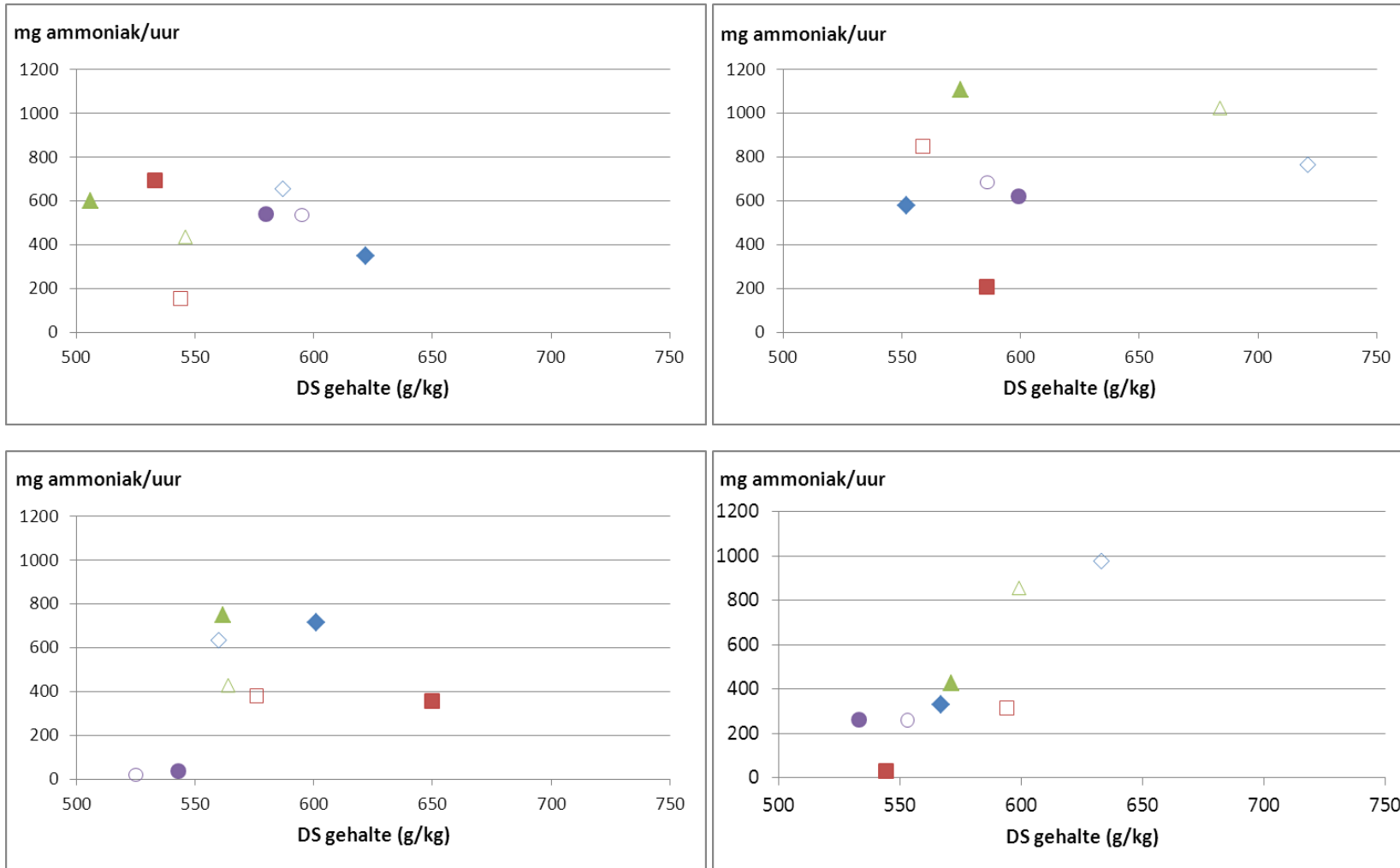
Tabel 4 Ammoniakemissie: per behandeling, de gemiddelde ammoniakemissie op basis van dynamische boxmetingen

		E I W I T N I V E A U				
		1	2	3	4	Lsd (5%)
NH ₃ emissie	mg NH ₃ /uur	496 ^{ab}	730 ^a	416 ^b	433 ^b	268

Figuur 2 Per behandeling*, de pH van strooisel (X-as) en de ammoniakemissie (Y-as). Afzonderlijke metingen zijn weergegeven, door een afzonderlijke marker per hok; per hok 1 meting in week 4 (open marker) en een meting in week 5 (gevulde marker). *Linksboven behandeling 1; rechtsboven behandeling2; linksonder behandeling 3; rechtsonder behandeling 4.



Figuur 3 Per voerniveau, het drogestofgehalte van strooisel (X-as) en de ammoniakemissie (Y-as). Afzonderlijke metingen zijn weergegeven, door een afzonderlijke marker per hok; per hok 1 meting in week 4 (open marker) en een meting in week 5 (gevulde marker). *Linksboven behandeling 1; rechtsboven behandeling 2; linksonder behandeling 3; rechtsonder behandeling 4.



In een regressieanalyse kon 30% van de variatie in log(ammoniakemissie) verklaard worden door het pH effect per week (voorlaatste en laatste week van productieperiode):

$$\ln(\text{NH}_3 \text{ emissie}) = (b_{1,\text{week}} * \text{pH})$$

Variabele	regressie coëfficiënt	s.e.	P waarde
b ₁ (week 4)	0,722	0.026	<0.001
b ₁ (week 5)	0,797	0.027	<0.001

Toevoeging van het drogestofgehalte van het strooisel als extra variabele in het model leverde geen extra verklaring van de variatie op.

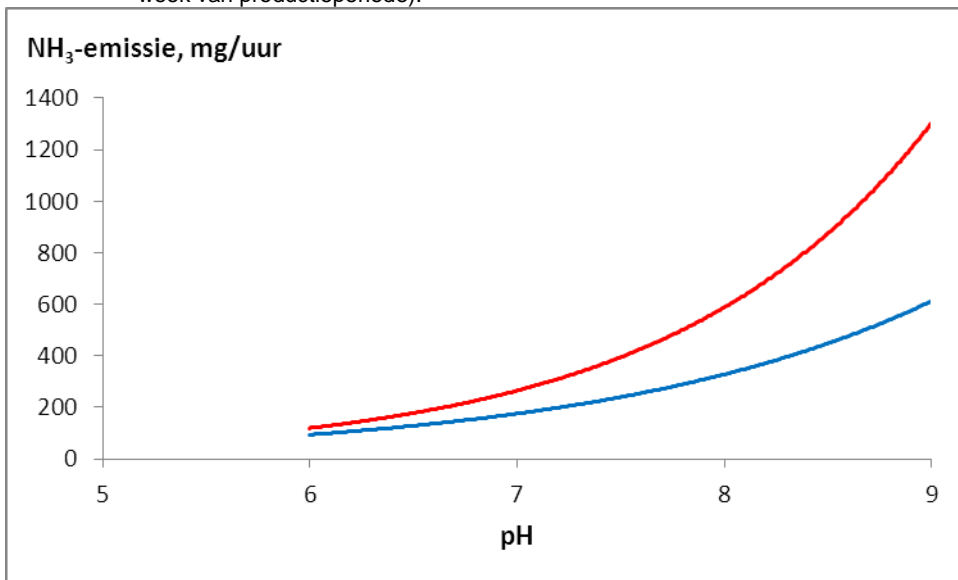
De emissie (y) op de oorspronkelijke schaal kan voor week 4 en week 5 uit deze regressiecoëfficiënten berekend worden als:

$$\text{Week 4: } y = e^{(0,722 * \text{pH})}$$

$$\text{Week 5: } y = e^{(0,797 * \text{pH})}$$

In figuur 4 is deze relatie tussen pH en ammoniakemissie in week 4 en 5 grafisch weergegeven

Figuur 4 Relatie tussen pH en ammoniakemissie op basis van een regressie analyse met onderscheid van meetweek; onderste lijn is week 4 (voorlaatste week van productieperiode); bovenste lijn is week 5 (laatste week van productieperiode).



3.2 Technische resultaten en voetzollaesies

3.2.1 Technische resultaten

De technische resultaten van dag 21 tot dag 31 en van dag 31 tot dag 37 zijn weergegeven in tabel 5 en 6. De groei en eiwitopname in de pre-experimentele periode (van dag 1 tot dag 21) zijn weergegeven in bijlage 3.

Tabel 5 Technische resultaten voor de verschillende behandelingen van vleeskuikens van dag 21 tot 31

Kenmerk	Behandeling				LSD
	1	2	3	4	
Groei (g)	843	862	892	885	53
Voeropname (g)	1234	1232	1222	1253	79
RE opname dag 21-31 (g)	255 ^b	265 ^b	273 ^{ab}	291 ^a	18
RE opname dag 0-31 (g)	556	555	544	549	21
Voerconversie (g/g)	1,465	1,429	1,372	1,416	0,107
Water opname (ml)	2405	2321	2356	2369	183
Water/voer verhouding (ml/g)	1,953	1,872	1,928	1,894	0,128

Waarden met verschillende superscript letters binnen een rij verschillen significant ($P < 0.05$) van elkaar.

Tabel 6. Technische resultaten voor de verschillende behandelingen van vleeskuikens van dag 31 tot 37

Kenmerk	Behandeling				LSD
	1	2	3	4	
Groei (g)	516	484	471	500	67
Voeropname (g)	950	921	910	917	41
RE opname dag 31-37 (g)	185	183	184	189	8
RE opname dag 0-37 (g)	742	738	728	738	25
Voerconversie (g/g)	1,857	1,907	1,955	1,835	0,24
Water opname (ml)	1701	1632	1604	1612	93
Water/voer verhouding (ml/g)	1,787	1,748	1,764	1,758	0,109

Tussen dag 21 en 31 was er een significant hogere RE opname bij behandeling 4 dan bij behandeling 1 en 2. Tussen dag 31 en 37 waren er geen significante verschillen in productieresultaten tussen de behandelingen.

Technische resultaten over de gehele productieperiode (dag 1-37) zijn weergegeven in Tabel 7. Er werden geen significante verschillen tussen de behandelingen gevonden. Voor mortaliteit werd een tendens waargenomen van een hogere mortaliteit bij vleeskuikens met behandeling 3. De laagste mortaliteit werd gevonden bij vleeskuikens van behandeling 1 die steeds voer kregen met het laagste eiwitgehalte.

Tabel 7. Per behandeling, technische resultaten van vleeskuikens over de gehele productieperiode.

Behandeling	1	2	3	4	LSD
Groei (g)	2165	2159	2164	2179	36
Voeropname (g)	3431	3394	3348	3386	110
Voerconversie (g/g)	1,585	1,572	1,547	1,555	0,039
Wateropname (ml)	5627	5496	5473	5412	367
Water/voer verhouding (ml/g)	1,638	1,610	1,634	1,598	0,090
Mortaliteit (%)	2,4 ^a	3,3 ^{ab}	4,2 ^b	2,6 ^a	1,4

^{ab} Waarden met verschillende superscript letters binnen een rij verschillen significant ($P < 0.05$) van elkaar.

Nadere technische detail informatie is weergegeven in bijlage 5.

3.2.2 Voetzoollaesies

Op dag 28 werden de voetzolen van 10 vleeskuikens per hok gescoord op de aanwezigheid en ernst van voetzoollaesies. Er werd geen behandelingseffect op voetzoollaesies vastgesteld ($P = 0.92$). De scores van de beoordeelde kuikens per hok zijn uitgedrukt in de Europese foot pad score (FPS), resulterend in een maximum score per hok van 200. De gemiddelde FPS score per behandeling is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Per behandeling, de gemiddelde FPS score per hok op dag 28.

Behandeling	Voetzoollaesies Score
1	45
2	35
3	40
4	50
LSD	50,7

4 Discussie

Geen significante behandelingseffecten op ammoniakemissie

In dit onderzoek werd geen duidelijk effect van het eiwitgehalte in het voer op de ammoniakemissie gevonden. Bij de hogere eiwitgehalten in het voer namen de totaalstikstof- en ammoniumgehalten in het strooisel wel licht toe, maar de ammoniakemissie volgde dit beeld niet. Alleen bij behandeling 2 was er een significant hogere emissie dan bij behandeling 1, 3 en 4. Het feit dat de emissie niet steeg bij hogere eiwitgehalten (behandelingen 3 en 4) hangt waarschijnlijk enerzijds samen met de pH en het DS gehalte van het strooisel die de emissie sterk medebepalen. Anderzijds hangt dit waarschijnlijk samen met de bevinding dat de N uitscheiding en het N gehalte in het strooisel niet sterk toenamen. Dat laatste kan verklaard worden uit de eiwitopname (g eiwit/dag) die ook niet significant toenam. Bij de voeders met de hogere eiwitgehalten was de totale voeropname (g voer per dag) iets lager dan die bij het voer met het laagste eiwitgehalte. De voeropname had dus een nivellerend effect ten aanzien van de totale eiwitopname. Ook in de eerdere groeifases was het verschil in eiwitopname tussen de behandelingen gering en was het bij behandelingen 2, 3 en 4 zelfs lager dan bij voer 1 met het laagste eiwitgehalte. Er is daardoor waarschijnlijk in de eerdere groeifases geen grotere N excretie geweest en geen grotere N-voorraad opgebouwd in het strooisel bij die behandelingen. Het emissiepotentieel nam in deze proef daarom niet toe bij de hogere eiwitgehalten in het voer. Waarom de voeropname bij de eiwitrijkere voeders iets lager was, is niet duidelijk. Wellicht speelden subtiele verschillen in smakelijkheid of verzadiging een rol. Bij geringe deficiënties (lage eiwitgehalten) ziet men soms de voeropname toenemen. De literatuur is echter niet eenduidig maar laat verschillende resultaten zien ten aanzien van de relatie tussen eiwitgehalte en voeropname.

De pH van het strooisel kon de ammoniakemissie voor een aanzienlijk deel verklaren: bij een hogere pH van het strooisel was de ammoniakemissie ook hoog (figuur 4). Waarom de pH van het strooisel bij voer 2 hoger was dan bij de andere voeders is niet duidelijk. Door via de voersamenstelling actief te sturen op een lagere pH van het strooisel zou de ammoniakemissie ook gericht verlaagd kunnen worden. Dit is in beginsel mogelijk via de mineralenconcentraties (elektrolytenbalans) in het voer (Veldkamp *et al.*, 2012). In vervolgonderzoek zou dit nader bestudeerd kunnen worden. In de resultaten van de strooiselanalyses valt verder op dat het organische N gehalte geleidelijk toeneemt bij een toename van het eiwitgehalte van het voer. Behandelingen 2, 3 en 4 hadden een significant hoger gehalte aan organisch N in het strooisel dan behandeling 1. Dit zou er op kunnen duiden dat de verteerbaarheid van het eiwit bij de voeders 2, 3 en 4 wat lager was dan bij voer 1. Desalniettemin nam het ammoniumgehalte van het strooisel wel toe bij een hoger eiwitgehalte in het voer. Behandeling 3 en 4 hadden een significant hoger gehalte aan ammonium in het strooisel dan behandeling 1 en 2. Dit lijkt er op te duiden dat er bij hogere eiwitniveaus ook meer stikstof in de vorm van ammonium en/of urinezuur wordt uitgescheiden.

Conditie tijdens metingen

De proef is uitgevoerd onder zomerse omstandigheden; staltemperaturen tijdens de metingen waren tussen 27 en 30 °C in de vierde week en tussen 23 en 26 °C in de vijfde week en de ventilatie in de stal draaide tijdens de metingen steeds op (nagenoeg) volle capaciteit. Onder minder warme omstandigheden kunnen de strooiselkwaliteit en de daarmee samenhangende ammoniakemissies aanzienlijk verschillen van die bij de onderhavige proef. De verwachting is echter niet dat onder andere, minder warme omstandigheden heel andere procentuele effecten van de onderzochte behandelingen gevonden zouden zijn.

Tijdens de emissiemetingen werd lucht vanuit het middenpad van de stal aangezogen en over het te bemeten oppervlak in de meetbox geleid. De ammoniakconcentratie en verdere samenstelling van deze aangezogen lucht kan het gemeten emissieniveau beïnvloed hebben. Vooral als oppervlakken een lage emissie vertonen kan het contrast met de achtergrondconcentratie (te) gering worden. Alternatief is om schone buitenlucht aan te zuigen. Dit was met de toegepaste meetopstelling niet uitvoerbaar (te korte luchtaanvoerbuis), maar de opstelling zou aangepast kunnen worden. In de stal wordt de schone lucht veelal deels opgemengd met stallucht met een hogere ammoniakconcentratie voordat deze lucht over het emitterende oppervlak stroomt. De emissie wordt groter naarmate het ammoniakconcentratieverschil toeneemt tussen de grenslaag van lucht die zich bevindt aan het oppervlak van de strooisellaag en de daar langsstromende lucht. Met volledig schone lucht zal de absolute ammoniakemissie daardoor overschat worden, echter de verwachting is dat relatieve

verschillen wel ongeveer gelijk zullen blijven. Het is daarom beter om in vervolgonderzoek met schone ingaande lucht te werken. Voor bepaling van absolute emissies zullen metingen in volledige stalunits moeten worden uitgevoerd.

Laatste versus voorlaatste week

In de laatste week waren de contrasten tussen de eiwitgehalten tussen de verschillende behandelingen kleiner dan in de voorlaatste week (respectievelijk 24 en 8 g verschil tussen laagste en hoogste behandeling; zie tabel 1). In de praktijk wordt het gevoerde eiwit gehalte ook afgebouwd omdat hogere gehalten geen extra productieprestaties opleveren. De proef is hier op afgestemd.

Naar lagere eiwitniveaus

In het onderhavige onderzoek werd voer 1 met een gangbaar eiwitgehalte vergeleken met voeders met een hoger eiwitgehalte. Hogere eiwitniveaus worden in de praktijk wel toegepast om een hogere borstveelsaanzet te verkrijgen en daardoor hogere opbrengsten per kilo voer. De productieresultaten verschilden in deze proef echter niet duidelijk tussen de behandelingen. Veldkamp *et al.* (2012) hebben in een deskstudie eerder onderzoek bij vleeskuikens naar het effect van het eiwitgehalte op de uitscheiding en de ammoniakemissie samengevat (zie bijlage 4). Er blijken goede mogelijkheden te zijn om de emissie te verlagen door het eiwitgehalte te verlagen, mits essentiële aminozuren worden aangevuld. Aanbevolen wordt om in vervolgonderzoek aandacht te besteden aan ammoniakemissies bij voeders met een lager eiwitgehalte dan in gangbare vleeskuikenvoeders. De eventuele opbrengstderiving door een geringere borstveelsaanzet en een hogere voerconversie zullen afgewogen moeten worden tegen de kosten per kilogram gereduceerde ammoniakemissie in vergelijking met andere maatregelen zoals stalaanpassingen of langere leegstandsperioden.

Andere gasvormige stikstofemissies

Naast ammoniakemissies kunnen ook andere gasvormige N verliezen optreden. In deze proef zijn die niet gemeten. Lachgasemissies (zowel vanuit het strooisel in stal en opslag als bij mesttoediening) zijn vanwege het sterke broeikasgaseffect een reden temeer om te streven naar een lage N excretie. In vervolgonderzoek wordt aanbevolen hier ook aandacht aan te besteden.

Voetzoollaesies

Tussen de behandelingen werden geen significante verschillen in voetzoollaesiescores vastgesteld. In eerder onderzoek is gebleken dat verlaging van het eiwitgehalte in het voer tot minder ernstige voetzoollaesies kan leiden. Een verklaring hiervoor is dat een lager eiwitgehalte van het voer in het algemeen een lagere wateropname geeft en daarmee droger strooisel. In dit onderzoek vonden we dat de strooiselsamenstelling slechts in beperkte mate verschilde tussen de behandelingen. Dit kan het ontbreken van significante verschillen in voetzoollaesiescore verklaren.

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit dit onderzoek blijkt dat de geteste voeders met een verhoogd eiwitgehalte ten opzichte van een referentieniveau resulteerden in:

- Een nagenoeg gelijke eiwitopname, doordat de gerealiseerde voeropname bij de voeders met de hogere eiwitgehalten licht verlaagd was;
- Toename van de ammoniumstikstof en totaal N-gehalten in het strooisel;
- Geringe verschillen in ammoniakemissies; alleen bij voer 2 was sprake van een significant hogere ammoniakemissie, waarschijnlijk samenhangend met een eveneens hogere pH van het strooisel;
- Geen duidelijke verschillen in technische resultaten;
- Geen duidelijke verschillen in voetzollaesiescores.

Aanbevolen wordt om in vervolgonderzoek effecten van voeders met lagere eiwitgehalten dan gangbaar te onderzoeken. Tevens wordt aanbevolen om te onderzoeken hoe de pH van strooisel gericht verlaagd kan worden, aangezien dit ook een aanzienlijke emissiereductie kan opleveren.

Om bij het meten van de ammoniakemissies voldoende onderscheidend vermogen tussen behandelingen te verkrijgen, wordt aanbevolen om vervolgonderzoek bij lagere eiwitgehalten in het voer bij voorkeur uit te voeren in afzonderlijke stalunits of om schone lucht per experimentele unit aan te voeren.

6 Literatuur

Mosquera, J., G.J. Kasper, K. Blanken, F. Dousma, A.J.A. Aarnink, 2010. Ontwikkeling snelle meetmethode ter bepaling van ammoniakemissiereductie van vloergebonden maatregelen, Rapport 291, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, 16 pp.

Veldkamp, T., L. Star, J.D. van der Klis, J. van Harn, 2012. Reductie van ammoniakemissie op pluimveebedrijven via voeding. Wageningen UR Livestock Research rapport 490, Lelystad, 37 pp

Vuuren, A.M. van, A.W. Jongbloed, 1995. De rol van veevoedingsmaatregelen bij de beperking van de ammoniakemissie uit stallen. Raamplan. Rapport ID-DLO (IVVO) no. 272. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Lelystad, 41 pp.

Bijlagen

BIJLAGE 1 SAMENSTELLING VAN DE EXPERIMENTELE VOEDERS

		Grower II (dag 21-31)		Finisher (dag 31-37)	
		G	H	K	L
Ingredienten					
1	Tarwe	33,14	30,26	48,39	46,72
2	Mais	21,83	21,25	17,50	17,50
3	Sojameel	23,04	22,38	17,98	17,71
4	Maisgluten meel	2,72	3,85	0	0,96
5	Bonen	0	0	5,00	5,00
6	Aardappeiwit (promyl)	1,75	5,00	3,89	5,00
7	Sojaolie	1,80	1,70	4,05	3,99
8	Dierlijk vet	2,03	2,03	0	0
9	Limestone	0,86	0,87	0,67	0,67
10	Monocalciumfosfaat	0,40	0,40	0,32	0,32
11	Lysine	0,35	0,24	0,17	0,15
12	Methionine	0,35	0,33	0,41	0,39
13	Threonine	0,04	0	0,02	0
14	Fytase	0,50	0,50	0,43	0,43
15	Voer endogene enzymen	0	0	0,25	0,25
16	Zout	0,10	0,10	0,32	0,32
17	Sacox	0,50	0,50	0	0
18	Premix	0,60	0,60	0,60	0,60
		100,0	100,0	100,0	100,0
Nutriënten					
Kcal/kg	OE vleeskuiken	3000	3000	3050	3050
g/kg	Vocht	124	122	124	123
g/kg	As	45	45	42	42
g/kg	Ruw Eiwit	207	232	195	206
g/kg	Ruw Vet	60	60	60	60
g/kg	Ruwe celstof	24	22	24	24
g/kg	Ca	5,9	5,9	5,6	5,6
g/kg	Na	1,3	1,3	1,4	1,4
g/kg	K	8,0	7,9	7,5	7,4
g/kg	Cl	2,1	2,1	2,7	2,7
g/kg	Ret P (opneembaar fosfor)	3,0	3,0	2,7	2,7

Bijlage 2 Correlaties tussen ammoniakemissie, staltemperatuur, pH van strooisel en gehalten in strooisel

	NH ₃ emissie mg/h	T °C	DS g/kg	P g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Na g/kg	OS g/kg	as g/kg	NH ₄ N g/kg	totaal N g/kg	N org g/kg	pH [-]
NH ₃ emissie mg/h	-												
T °C	-0,41	-											
DS, g/kg	0,43	-0,06	-										
P, g/kg	0,45	0,06	0,84	-									
K, g/kg	0,49	0,02	0,57	0,70	-								
Mg, g/kg	0,58	0,02	0,49	0,63	0,52	-							
Na, g/kg	0,56	-0,77	0,29	0,35	0,22	0,35	-						
OS, g/kg	0,42	-0,06	1,00	0,80	0,52	0,46	0,27	-					
As, g/kg	0,42	-0,07	0,64	0,80	0,77	0,56	0,37	0,57	-				
NH ₄ N, g/kg	-0,15	-0,11	-0,17	-0,04	-0,12	-0,22	0,10	0,17	0,09	-			
totaal N, g/kg	0,10	-0,03	0,52	0,34	0,23	0,01	0,02	0,54	0,19	0,58	-		
N org, g/kg	0,16	0,00	0,64	0,40	0,30	0,08	0,05	0,66	0,24	0,38	0,97	-	
pH [-]	0,45	0,22	0,61	0,83	0,62	0,69	0,21	0,57	0,73	-0,04	0,18	0,21	-

De staltemperatuur werd per meetsessie vastgesteld met een sensor bovenop de meetbox.

Bijlage 3 Per behandeling, het diergewicht en de cumulatieve RE-opname op dag 21

	1	2	3	4	LSD
Diergewicht (g)	852	858	846	838	22,5
Cumulatieve RE opname (g)	301 ^a	290 ^b	271 ^c	258 ^d	7,0

Bijlage 4 Eerder onderzoek naar effect eiwitgehalte op ammoniakemissie (ontleend aan de literatuurstudie van Veldkamp *et al.*, 2012)

Van Harn en van Middelkoop (1996) hebben onderzoek verricht naar de invloed van het verlagen van het eiwitgehalte in het voer op de ammoniakemissie van vleeskuikens. In dit onderzoek werd het eiwitgehalte van het groei- en eindvoer (3-fasenvoer) verlaagd. Het eiwitgehalte van het start-, groei- en eindvoer was respectievelijk 230, 195 en 180 g/kg ten opzichte van 230, 225 en 200 g/kg. De totale stikstofopname nam af met 11%, de stikstofuitscheiding (opname – vastlegging) nam af met 16%. Indicatieve metingen toonden aan dat de ammoniakemissie door deze voermaatregel afnam met 66%. Van Harn en Van Middelkoop (1996) schrijven de fors lagere ammoniakemissie niet alleen toe aan de lagere stikstofuitscheiding, maar ook aan de lagere wateropname, waardoor de mest droger werd. Het verlagen van het eiwitgehalte in het voer van vleeskuikens had een nadelige invloed op de technische resultaten en het filetrendement. In dit onderzoek werd alleen het eiwitgehalte van het voer verlaagd zonder dat de aminozuren werden geoptimaliseerd. In een onderzoek van Holsheimer *et al.* (1993), waarbij vergelijkbare eiwitgehalten als in het onderzoek van Van Harn en van Middelkoop (1996) werden gebruikt, echter met aanvulling van essentiële aminozuren, werden geen slechtere technische resultaten gevonden. Holsheimer *et al.* (1993) vonden dat een verlaging van het eiwitgehalte in het voer met 20 g/kg (210, 200 en 180 g/kg t.o.v. 230, 220 en 200 g/kg) mogelijk was zonder dat dit ten koste ging van de groei of voerconversie. Een verdere eiwitverlaging in combinatie met verdere optimalisatie van aminozuren wordt mogelijk geacht. Een verlaging van het ruw eiwitgehalte van 20 g/kg resulteerde in een verlaging van de stikstofuitscheiding van 15%. Gates *et al.* (2000) hebben gedurende vijf ronden de ammoniakconcentratie gemeten bij vier 2-fasen voerprogramma's, te weten: (1) 230 g/kg vs. 225 gram/kg (controle); (2) 208 g/kg vs. 200 g/kg (3) 185g/kg vs. 175g/kg en (4) 163 g/kg vs. 150 g/kg. De verlaging van het ruw eiwit werd ondervangen door aanvulling met vrije aminozuren. Gates *et al.* (2000) vonden dat de ammoniakconcentratie in de stal 90% lager was bij de lage eiwitvoerders. Het verlagen van het eiwitgehalte leidde in deze studie tot een verslechtering van de voerconversie. Daarnaast werd in twee van de vijf ronden een lager eindgewicht geconstateerd. Lee *et al.* (2000) vonden dat een verlaging van het ruw eiwitgehalte van 215 g/kg naar 185 g/kg, aangevuld met essentiële vrije aminozuren, vanaf 28 dagen een duidelijk lagere ammoniakconcentratie in de stal gaf. Echter, de groei en voerconversie waren ook slechter. Ferguson *et al.* (1998a) vonden een N- en NH₃-reductie van respectievelijk 16,5 en 31%, bij een voer met een verlaagd ruw eiwitgehalte van 215 naar 196 g/kg van 22 tot 43 dagen leeftijd aangevuld met de vrije aminozuren lysine, methionine, threonine en tryptofaan tot het niveau van NRC (1994) werd bereikt. Het verlagen van het ruw eiwitgehalte had in het onderzoek van Ferguson geen invloed op de groei, echter de voerconversie verslechterde wel. In een andere studie van Ferguson *et al.* (1998b) leidde het verlagen van het ruw eiwitgehalte in het voer wel tot een verlaagd N-gehalte in de mest, maar niet tot een lagere NH₃-concentratie in de stal. Elwinger en Svenson (1996) vonden bij een verlaging van het ruw eiwitgehalte in het voer een reductie van de NH₃-emissie. Een verlaging van het eiwitgehalte van 22 naar 18% resulteerde in een reductie van bijna 30%. De groei en de voerconversie werden in deze studie negatief beïnvloed. De groei en de voerconversie waren op 41 dagen bij de 18% ruw eiwit respectievelijk 2,4 en 2,1% slechter in vergelijking met de 22%-groep.

Ook in meer recente onderzoeken is het positieve effect van een lager ruw eiwitgehalte op de N-uitscheiding vastgesteld. Verlaging van het eiwitgehalte in het voer met 19 g/kg in start- en groeivoer en 28 g/kg in afmestvoer (226, 224 en 201 g/kg t.o.v. 207, 205 en 173 g/kg) resulteerde in een 11,4% lagere N-uitscheiding in de mest (47,2 g N/kg ds mest vs. 41,8 g N/kg ds mest) van 33 tot 35 dagen leeftijd (Dozier *et al.*, 2008). Dit ging echter wel ten koste van groei (4,6%) en voerconversie (0,07 punten).

Namroud *et al.* (2008) vonden dat een afname van het ruw eiwitgehalte van 23% naar 19%, waarbij alle aminozuren als vrije aminozuren werden aangevuld tot het 100% niveau, geen invloed had op de productieresultaten van 28 dagen oude vleeskuikens, terwijl de N-uitscheiding met bijna 16% afnam, urinezuur met 8%, vochtgehalte met 8% en een pH verlaging van 7,2 naar 6,2. De NH₃-emissie ging echter niet omlaag. Bij een verdere verlaging van het ruw eiwitgehalte naar 17% werd wel een verdere afname in N-uitscheiding, urinezuur en vocht gevonden, maar tegen de verwachting in nam de NH₃ emissie toe. Daarnaast had een ruw eiwitgehalte van 17% een slechtere groei, voeropname en voerconversie tot gevolg.

Namroud *et al.* (2008) hebben aan de voeders met 19% en 17% ruw eiwit de niet-essentiële aminozuren glycine (Gly) en glutamine (Glu) of een 10% overmaat aan essentiële aminozuren toegevoegd om productieresultaten te verbeteren bij een laag eiwitgehalte. Het toevoegen van zowel niet-essentiële als essentiële aminozuren resulteerde over het algemeen in een hogere uitscheiding van N, urinezuur en vocht. Alleen het toevoegen van niet-essentiële aminozuren aan voer met een

ruw eiwitgehalte van 17% leek de NH₃ emissie te verminderen ten opzichte van 17% ruw eiwit zonder toevoeging van aminozuren. Daarnaast zijn groei en voeropname achtereenvolgens met 103 g en 191 g toegenomen door het toevoegen van de niet-essentiële aminozuren aan voer met 17% ruw eiwit.

Hierdoor lijkt het erop dat het gehalte aan niet-essentiële aminozuren limiterend was als geen Gly en Glu werden toegevoegd. Een 10% overmaat aan essentiële aminozuren had naast een negatief effect op uitscheiding van N, NH₃ en urinezuur ook negatieve effecten op groei, voeropname en voerconversie. Ook Berres *et al.* (2010) geven aan dat het toevoegen van Gly en Glu aan voeders met een laag eiwitgehalte resulteerde in goede productieprestaties. Zij wijten dit aan de hogere behoefte aan N voor synthese van niet-essentiële aminozuren. Berres *et al.* (2010) hebben echter geen gebruik gemaakt van voeders met een heel laag eiwitgehalte (207-227 g/kg ruw eiwit van 8-21 dagen leeftijd; 196-218 g/kg ruw eiwit van 22-35 dagen leeftijd) zoals Namroud *et al.* (2008). Daarnaast hebben ze geen metingen verricht aan ammoniakemissie.

Literatuurverwijzingen in bijlage 4:

- Berres, J., S.L. Vieira, W.A. Dozier, M.E.M. Cortês, R. de Barros, E.T. Nogueira, M. Kutschenko. 2010. *Journal of Applied Poultry Research* 19: 68-79.
- Dozier, W.A., M.T. Kidd, A. Corzo, P.R. Owens, S.L. Branton. 2008. Live performance and environmental impact of broiler chickens fed diets varying in amino acids and phytases. *Animal Feed Science and Technology* 141: 92-103.
- Elwinger, K., L. Svensson. 1996. Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emission from broiler houses. *Journal of Agricultural Engineering Research* 63(3):197-208.
- Ferguson, N.S., R.S. Gates, J.L. Taraba, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M.J. Ford, D.J. Burnham. 1998a. The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. *Poultry Science* 77:1481-1487.
- Ferguson, N.S., R.S. Gates, J.L. Taraba, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M.L. Straw, M.J. Ford, D.J. Burnham. 1998b. The effects of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. *Poultry Science* 77:1085-1093.
- Gates, R.S., A.J. Pescatore, J. Taraba, A.H. Cantor, K. Liberty, M.J. Ford, D.J. Burnham. 2000. Dietary manipulation of crude protein and amino acids for reduced ammonia emission from broiler litter. ASAE Annual International Meeting. 9-12 July 2000 Milwaukee, Wisconsin, USA. pp. 1-16.
- Harn, J. van & J.H. van Middelkoop. 1996. Invloed van eiwitverlaging in voer op resultaten en stikstofuitscheiding bij vleeskuikens. *Praktijkonderzoek* 96/2.
- Holsheimer, J.P., J.B. Schutte, E.W. Ruesink. J. de Jong. 1993. Eiwitverlaging van vleeskuikenvoeders in relatie tot N-excretie. *In: Stikstof en fosfor in de voeding van éénmagige landbouwhuisdieren in relatie tot de milieuproblematiek. Kwaliteitsreeks nr. 25. VVR, Den Haag.*
- Lee, S.J., S.W. Choi, H. Namkung, I.K. Paik. 2000. Effect of dietary protein and feed additives on ammonia gas emission in broiler house. *Korean Journal of Animal Science* 42(3):299-314.
- Namroud, N.F., M. Shivazad, M. Zaghari. 2008. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science* 87: 2250-2258.
- Veldkamp, T., L. Star, J.D. van der Klis, J. van Harn, 2012. Reductie van ammoniakemissie op pluimveebedrijven via voeding. Rapport ..., Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, .. pp., in druk

Bijlage 5 Nadere technische informatie en waarnemingen SFR

Weight at arrival and performance

The broilers were hatched from eggs produced by 45 weeks old broiler breeders (origin 4083-06) on 22 June 2010. The average weight of the broilers at arrival was 45 grams. Overall mortality during the experiment was 3,1% which is lower than the maximum that allows a stocking density of 42 kg/m², as specified in the EU Directive on the Welfare of Meat Chickens. According this Directive mortality should not exceed 3,2% when broilers are kept until 37 days of age, to be calculated as 1,0% + 0,06% * length of growth period (days). Also occurrence of metabolic disorder related mortality was registered. No effect of protein was observed on metabolic disorders related mortality. As can be seen in Figure 3, body weight of the broilers in the experiment was comparable with the expected body weight based on the growth curve of the Ross 308 manual. Broilers were delivered to the slaughterhouse on 29 July with an average final body weight of 2210 g.

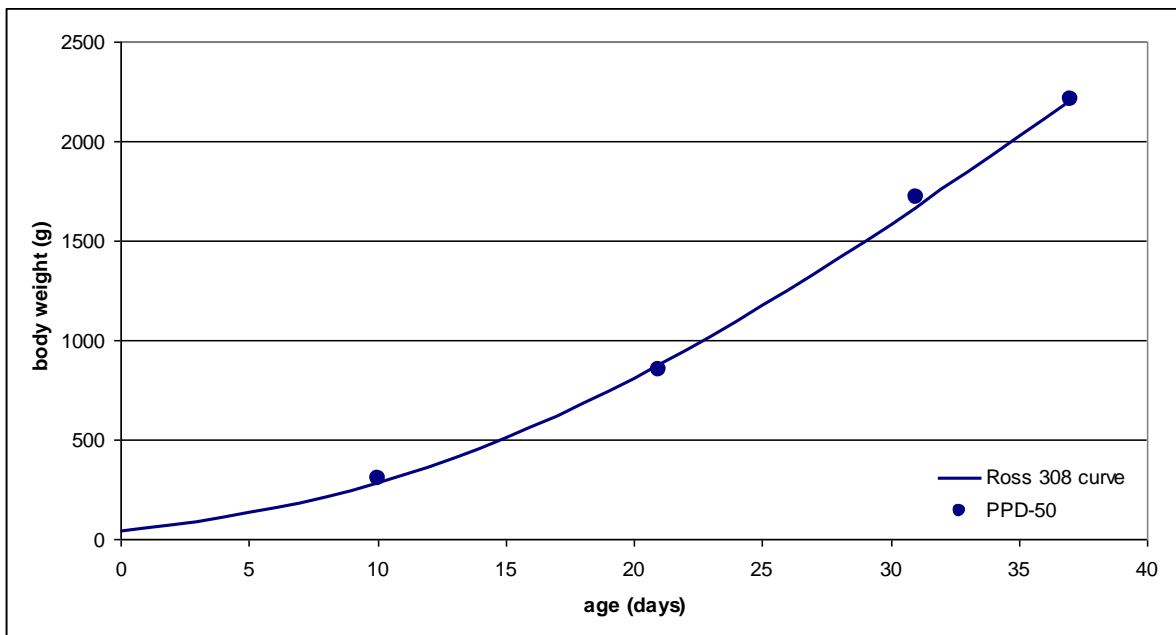


Figure 3 Body weight of the broilers in the experiment compared with the standard growth curve of Ross 308 broilers according to the performance objectives (2007),

Feed analyses

Results of the analysed dietary moisture and crude protein contents are given in Table 3. The crude protein contents of high protein diets in the starter and grower I phase were approx 10 g/kg higher than calculated, whereas the crude protein content in the finisher diets were lower than calculated. Other diets were more or less in line with the calculated values.

Table Analysed and calculated values of moisture and crude protein in the experimental diets

Feed code	Moisture (g/kg)		Crude protein (g/kg)	
	analysed	calculated	analysed	calculated
Grower 2				
G	102	124	213	207
H	99	122	237	232
Finisher				
K	108	124	191	195
L	106	123	199	206



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl