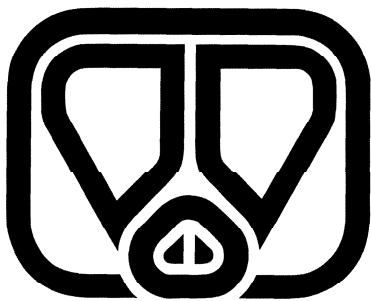


dr.ir. J.W.G.M. Swinkels  
ing. G.P. Binnendijk  
ir. C.M.C. van der Peet-  
Schwering

# Relatie tussen speendiarree en het ijzer- en zinkgehalte in speenvoer bij biggen

*Post- weaning diarrhoea of  
pigs as affected by dietary  
levels of iron and zinc*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

Lokatie:  
Proefstation voor de  
Varkenshouderij  
Postbus 83  
5240 AB Rosmalen  
Tel: 04192 - 86555

Proefverslag nummer P 1.126  
februari 1995  
ISSN 0922-8586

# INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	SUMMARY	4
1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL EN METHODE	6
2.1	Proeflocatie en proefdieren	6
2.2	Proefbehandelingen, proefopzet en proefindeling	6
2.3	Huisvesting en voeding	6
2.4	Verzameling en verwerking van gegevens	7
3	RESULTATEN	9
3.1	Chemische samenstelling van de proefvoerders	9
3.2	Technische resultaten tijdens de opfokperiode	9
3.3	Gezondheid tijdens de opfokperiode	10
3.3.1	Het vóórkomen van diarree	10
3.3.2	Uitval en veterinaire behandelingen	12
3.4	Verloop van het hemoglobinegehalte in het bloed	12
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	14
4.1	Belemmering van Fe-opname bij pathogene bacteriën	14
4.2	IJzertoevoegingen aan speenvoeders	14
4.3	Extra zinktoevoegingen aan speenvoeders	15
4.4	Conclusies	15
	LITERATUUR	16
	BIJLAGEN	
	1 Grondstoffensamenstelling en berekende chemische samenstelling van de proefvoerders (g/kg) en opfokkorrel	
	2 Technische resultaten van biggen gevoerd met speenvoer met verschillende Fe- en Zn-gehalten tijdens de eerste 14 dagen van de opfokperiode	
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	

# SAMENVATTING

In dit onderzoek is nagegaan of de technische resultaten, mate en ernst van speendiarree en bloedhemoglobine (Hb)-gehaltes beïnvloed worden door het variëren van het ijzer (Fe) en zink (Zn)-gehalte in het speenvoer. In totaal zijn 480 biggen (lichaamsgewicht:  $7,7 \pm 0,1$  kg; leeftijd:  $29 \pm 0,6$  dagen) voor de proef gebruikt. De proefperiode duurde in totaal 34 dagen. In de eerste twee weken van de opfokperiode werd een basisspeenvoer (1,11 EW en 1,03% ileaal verteerbaar lysine) gebruikt met een berekend Fe- en Zn-gehalte van respectievelijk 80 mg per kg en 35 mg per kg voer. In de proef zijn de volgende vier proefvoerders verstrekt:

- 1 het basisspeenvoer waaraan toegevoegd 80 mg per kg Fe als  $\text{FeSO}_4$  en 70 mg per kg Zn als  $\text{ZnSO}_4$  (Normaal-Fe en Normaal-Zn);
- 2 het basisspeenvoer waaraan toegevoegd 80 mg per kg Fe als  $\text{FeSO}_4$ , 70 mg per kg Zn als  $\text{ZnSO}_4$  en 145 mg per kg Zn als Zn0 (N-Fe en verhoogd-Zn);
- 3 het basisspeenvoer waaraan toegevoegd 70 mg per kg Zn als  $\text{ZnSO}_4$  (verlaagd-Fe en N-Zn);
- 4 het basisspeenvoer waaraan toegevoegd 70 mg per kg Zn als  $\text{ZnSO}_4$  en 145 mg per kg Zn als Zn0 (L-Fe en H-Zn).

De proefvoerders werden onbepert verstrekt gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode. Vervolgens werd aan alle biggen een opfokkorrel (1,08 EW en 0,97% ileaal verteerbare lysine) onbepert verstrekt tot aan het eind van de opfokperiode. De biggen hadden onbepert de beschikking over drinkwater gedurende de gehele opfokperiode. De biggen zijn gehuisvest in een afdeling met 12 hokken en 10 biggen per hok.

Gedurende de eerste 14 dagen van de

opfokperiode waren de voeder- en energieconversie ongunstiger ( $p < 0,05$ ) bij biggen die de L-Fe in vergelijking met de N-Fe voeders verstrekt kregen. Gedurende deze periode waren groeisnelheid per dag en voederconversie  $224 \pm 7$  gram en  $1,27 \pm 0,03$  voor biggen gevoerd met N-Fe, en  $217 \pm 7$  gram en  $1,34 \pm 0,03$  voor biggen gevoerd met L-Fe. Over de gehele opfokperiode waren de technische resultaten vergelijkbaar voor alle proefgroepen: groei per dag =  $396 + 9$  gram, voeropname per dag =  $0,60 \pm 0,01$  kg en voederconversie =  $1,52 \pm 0,02$ .

Van dag 7 tot 14 van de opfokperiode was de mate en ernst van diarree, uitgedrukt als percentage van het totaal aantal waarnemingen, hoger ( $p < 0,05$ ) bij biggen die de H-Zn voeders verstrekt kregen in vergelijking met biggen die de N-Zn voeders verstrekt kregen, respectievelijk 20,4% en 15,6%. Bij alle proefgroepen was de mate en ernst van diarree het hoogst vanaf dag 7 tot 14 in de opfokperiode. Gedurende de gehele opfokperiode nam het bloed Hb-gehalte af bij alle biggen van  $7,69 \pm 0,06$  mMol tot  $6,56 \pm 0,06$  mMol. Op dag 14 van de opfokperiode werd een tendens ( $p < 0,10$ ) waargenomen tot een verlaging van het bloed Hb-gehalte bij biggen die de L-Fe voeders verstrekt kregen in vergelijking met biggen die de N-Fe voeders verstrekt kregen, respectievelijk  $6,75 \pm 0,06$  mMol en  $7,00 \pm 0,06$  mMol. Voor alle in het onderzoek uitgevoerde waarnemingen zijn geen duidelijke interacties gevonden tussen het Fe- en het Zn-gehalte in het speenvoer. Uit het onderzoek kunnen we concluderen dat noch het verlagen van het Fe-gehalte noch het verhogen van het Zn-gehalte (tot het toegestane maximum van 250 mg per kg voer) noch een combinatie van beide, de mate en ernst van speendiarree vermindert.

## SUMMARY

In a 34-d 2 x 2 factorial study, 480 cross-bred pigs (BW  $7.7 \pm 1$  kg; age  $29 \pm 6$  d) were used to examine whether levels of Fe and Zn in a commercial prestarter diet (14.2 mJ ME per kg, 1.03% ileal digestible lysine) affect the occurrence of post-weaning diarrhoea, performance and blood Hb-levels of pigs. Dietary Fe-levels were either low (L-Fe = 80 mg per kg Fe) or normal (N-Fe = 80 mg per kg Fe + 80 mg per kg Fe as  $\text{FeSO}_4$ ). Dietary Zn-levels were either normal (N-Zn = 35 mg per kg Zn + 70 mg per kg Zn as  $\text{ZnSO}_4$ ) or high (H-Zn = N-Zn + 145 mg per kg Zn as ZnO). In The Netherlands, 250 mg per kg is the maximum level of Zn allowed in pig diets. The experimental diets were offered ad libitum for 2 wk. Thereafter, all pigs were given free access to a commercial starter diet (13.4 mJ ME per kg, .97% ileal digestible lysine). Pigs were housed in rooms consisting of 12 pens for 10 pigs each.

From d 8 to 14, pigs fed the H-Zn diet had a higher ( $P < .05$ ) incidence, expressed as a percentage of the number of observations,

of severe diarrhoea than pigs fed the N-Zn diet; 20.4% versus 15.6%. In all groups, incidences of diarrhoea were low before d 8 and after d 14. From d 1 to 14, pigs fed the L-Fe diet had a reduced ( $P < .05$ ) gain to feed (GF)-ratio compared with pigs fed the N-Fe diet. From d 1 to 14, ADG and GF-ratio were  $224 \pm 7$  g and  $.80 \pm 0.01$ , and  $217 \pm 7$  g and  $0.75 \pm .01$ , respectively, for pigs fed the N-Fe and L-Fe diets. Overall performance was similar for all groups: ADG =  $396 \pm 9$  g, ADFI =  $0.60 \pm 0.01$  kg and GF-ratio =  $0.66 \pm 0.01$ . From d 1 to 35, Hb-levels decreased ( $P < .05$ ) for all groups from  $7.69 \pm 0.06$  mMol to  $6.56 \pm 0.06$  mMol. On d 14, Hb-levels tended ( $P < .10$ ) to be lower for pigs of the L-Fe compared with N-Fe group;  $6.75 \pm 0.06$  mMol versus  $7.00 \pm 0.06$  mMol. For all variables, no interactions were found between dietary Zn- and Fe-levels. In conclusion, the occurrence of post-weaning diarrhoea, performance and blood Hb-levels of pigs were not clearly affected by either minimizing Fe-levels and (or) maximizing Zn-levels in a commercial prestarter diet.

# 1 INLEIDING

Speendiarree is een regelmatig terugkerend probleem in de Nederlandse varkenshouderij. Uit Deens en Amerikaans onderzoek is gebleken dat het optreden van speendiarree kan worden verminderd door biggen gedurende de eerste 14 dagen na het spenen voer te verstrekken waaraan 2.000 tot 3.500 mg zink (Zn) in de vorm van ZnO per kg voer is toegevoegd (Holm, 1990; Muirhead, 1992). In Nederland echter zijn dergelijke toevoegingen niet toegestaan omdat het Produktschap voor Veevoeder uit milieuoverwegingen de maximum grens heeft gesteld op 250 mg Zn per kg voer.

Een mogelijke werking van hoge ZnO toevoegingen is dat het vrije Zn-ion bepaalde soorten bacteriën, waaronder de pathogene *Escherichia (E.) coli*, belemmert in de opname van het ijzer (Fe)-ion. Het sporelement Fe wordt in de bacteriële voeding beschouwd als een macronutriënt, dat essentieel is voor bacteriële groei en kolonisatie (Brock en Madigan, 1991).

In de veevoeding is de interactie tussen Fe en Zn veelvuldig bestudeerd (El-Shobaki en Srour, 1989; Hamilton et al., 1978; Hoefler et al., 1960; Solomons en Jacob, 1981; Solomons et al., 1983). Uit de studies valt af te leiden dat Zn en Fe elkaar tegen kunnen werken (antagonistisch zijn) bij biologische processen zoals absorptie vanuit het maagdarmkanaal en opname in organen en weefsels. Het is mogelijk dat een hogere concentratie van Zn in het maagdarmkanaal van het varken de opname van Fe door de bacteriën bemoeilijkt.

Mocht het ZnO-effect een gevolg zijn van een interactie tussen Zn en Fe op bacterieel niveau, dan zou een verlaging van Fe in het speenvoer ook het optreden van speendiarree kunnen verminderen. In Nederland is een verlaging van het Fe-gehalte in tegenstelling tot een verhoging van het Zn-gehalte in speenvoer wel toegestaan. Bij een dergelijke toepassing is het belangrijk dat de biggen geen schade ondervinden van het verlaagde Fe-gehalte in het speenvoer.

De Agricultural Research Council heeft de Fe-behoefte van gespeende biggen van 5 en 25 kg geschat op respectievelijk 27 en 17 mg Fe per kg voer op droge stof basis (ARC, 1981). Deze schattingen berusten op de volgende aannames: 1) de beschikbaarheid van Fe in het voer bedraagt 60%, en 2) een bloedhemoglobine (Hb)-gehalte boven 5.00 mMol geeft geen verbetering van de technische resultaten bij biggen. Hemoglobine-gehalten worden vaak gebruikt als indicator voor Fe-status (National Research Council, 1988). Aangezien de berekening van de Fe-behoefte berust op aannames worden Fe-gehalten van 60 mg en 80 mg per kg voer op droge stof basis geadviseerd voor biggen van 5 tot 10 kg door respectievelijk het ARC (1981) en de NRC (1988). Na het spenen zijn deze geadviseerde Fe-behoeftes voor het grootste gedeelte gedekt door de grondstoffen in het speenvoer (Miller, 1991). In Nederlandse mengvoeders is het Fe-gehalte in de gebruikte grondstoffen vaak beduidend hoger dan 80 mg per kg als gevolg van het gebruik van voederfosfaten. Voederfosfaten kunnen grote hoeveelheden Fe bevatten met een hoge beschikbaarheid (Kornegay, 1972). In recentelijk onderzoek van Van der Peet-Schwing (1993) is gebleken dat het weglaten van voederfosfaat uit speenvoer met toegevoegd fytase (380 FTU) geen nadelige gevolgen had voor de technische resultaten van biggen, mits een Ca:verteerbaarP (vP) verhouding van 2,4:1 aangehouden werd en het voer minimaal 4,2 g vP per kg bevat. Derhalve is het mogelijk een commercieel speenvoer aan biggen te verstrekken met een Fe-gehalte van ongeveer 80 mg per kg.

Het doel van het onderzoek is nagaan of een verlaging van het Fe-gehalte in speenvoer het optreden van diarree bij gespeende biggen kan verminderen. Dit is vergeleken bij een normaal en een verhoogd Zn-gehalte.

## 2 MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 Proeflocatie en proefdieren

Het onderzoek is uitgevoerd op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen van mei 1993 tot en met december 1993 in twee afdelingen voor gespeende biggen. In het onderzoek zijn biggen gebruikt die op een leeftijd van circa vier weken gespeend zijn. In de proef zijn hoofdzakelijk biggen opgelegd die een slachtvarkenvaderdier (SVD) als vader hadden. De moeder van de biggen was steeds een rotatiekruisingszeug. De rotatiekruisingszeug bestaat uit de rassen Nederlands Landvarken, Groot Yorkshire-zeugenlijn en Fins Landvarken. De in de proef opgelegde biggen kregen op dag twee na de geboorte 1 mL van een ijzerpreparaat (I Jzer(II I)-hydroxide-dextraancomplex, Prevan 200, A.U.V., Cuijk) intramusculair toegediend. Tijdens de zoogperiode zijn de biggen niet bijgevoerd. De proef is uitgevoerd met in totaal 480 biggen. De biggen zijn vanaf spenen gedurende 34 dagen gevolgd.

### 2.2 Proefbehandelingen, proefopzet en proefindeling.

Gedurende de eerste 14 dagen na spenen zijn de biggen gevoerd met één van de onderstaande proefvoerders. Deze proefvoerders zijn verstrekt in korrelvorm. Daarna zijn de dieren uit alle proefbehandelingen geleidelijk overgeschakeld op een opfokkorrel. De samenstelling van de opfokkorrel was voor alle proefbehandelingen gelijk. De vier proefbehandelingen waren als volgt:

- 1 De biggen kregen een basisspeenvoer waaraan 80 mg Fe, als  $\text{FeSO}_4$  per kg voer was toegevoegd. Daarmee waren de Fe- en Zn-gehalten in het proefvoer normaal: 160 mg/kg Fe en 105 mg/kg Zn.
- 2 De biggen kregen een basisspeenvoer waaraan 80 mg Fe, als  $\text{FeSO}_4$  per kg voer was toegevoegd en waarin de totale hoeveelheid Zn gebracht was op 250 mg per kg door toevoeging van 145 mg per kg Zn als ZnO. Daarmee was het Fe-gehalte in het proefvoer normaal en het Zn-gehalte verhoogd: 160 mg/kg Fe en 250 mg/kg Zn.

- 3 De biggen kregen het basisspeenvoer zonder verdere toevoegingen. Daarmee was het Fe-gehalte in het proefvoer verlaagd en het Zn-gehalte normaal: 80 mg/kg Fe en 105 mg/kg Zn.
- 4 De biggen kregen het basisspeenvoer waarin de totale hoeveelheid Zn gebracht was op 250 mg per kg door toevoeging van 145 mg per kg Zn als ZnO. Daarmee was het Fe-gehalte in het proefvoer verlaagd en het Zn-gehalte verhoogd: 80 mg/kg Fe en 250 mg/kg Zn.

Met uitzondering van het Fe-gehalte voldeden alle nutriëntengehalten in het in deze proef gebruikte basisspeenvoer aan de door de Agricultural Research Council geadviseerde minimum nutriëntenbehoeften voor gespeende biggen (ARC, 1981). De grondstoffsamenstelling en de berekende chemische samenstelling van de proefvoerders zijn weergegeven in bijlage 1.

Op een leeftijd van 29 + 0,6 dagen zijn de biggen gewogen en ingedeeld voor de proef. De biggen zijn ingedeeld op basis van sexe, gewicht en toom waarin de big gespeend is. De biggen zijn gemengd naar sexe opgelegd (5 borgen en 5 zeugen). De biggen uit een toom zijn zoveel mogelijk over de verschillende proefbehandelingen verdeeld. Biggen die bij het spenen 5 kg of minder wogen of fysieke (zichtbare) afwijkingen hadden zijn niet in de proef ingedeeld. Voor de proef zijn twee afdelingen voor gespeende biggen gebruikt met elk 12 hokken. Per hok zijn 10 biggen opgelegd. De afdeling is steeds in één keer volgelegd. De proef is opgezet als blokkenproef, dat wil zeggen dat binnen een afdeling drie blokken zijn gemaakt met elk vier hokken; één hok voor elke proefbehandeling. Binnen een blok hadden de biggen nagenoeg hetzelfde speengewicht. De proefbehandelingen zijn steeds binnen blok en binnen afdeling met elkaar vergeleken.

### 2.3 Huisvesting en voeding

Iedere afdeling bevatte 12 grondhokken (2,65 m X 1,25 m) met een dichte bolle vloer

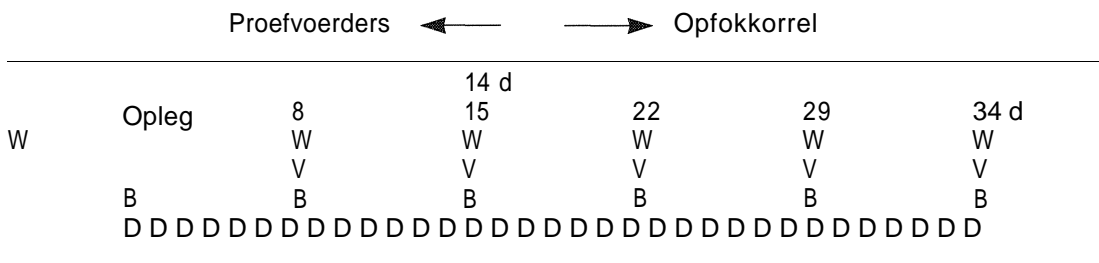
met vloerverwarming en metalen driekant-roostervloeren. In elk hok waren 10 biggen gehuisvest. In beide afdelingen werd mechanisch geventileerd en werden lucht-toevoer en verwarming computermatig gestuurd. Bij opleg is een ruimtetemperatuur van 27°C nagestreefd. Deze werd gedurende de opfokperiode geleidelijk afgebouwd tot 20°C.

De dieren zijn gedurende de gehele opfokperiode onbepikt gevoerd met behulp van een droogvoerbak met vier vreetplaatsen. Als basispeenvoer voor de proef werd een gepelleteerd speenvoer gebruikt (bijlage 1). Dit speenvoer bevatte geen voederfosfaat- en Fe-bronnen en had een verlaagd Ca-gehalte (10,1 g per kg voer). Behalve de gebruikelijke vitamine- en mineralentoevoegingen, inclusief 70 mg Zn per kg als ZnSO<sub>4</sub>, waren 400 eenheden fytase en 160 mg Cu, als CuSO<sub>4</sub> per kg voer aan het speenvoer toegevoegd. Het proefvoer (EW= 1,11) werd onbepikt verstrekt vanaf de dag van spenen tot en met dag 14 na spenen. Vervolgens werden de biggen geleidelijk overgeschakeld op een opfokkorrel (EW = 1,08), welke onbepikt verstrekt is tot het eind van de proef. Gedurende de hele opfokperiode is water onbepikt verstrekt met behulp van in hoogte verstelbare drinknippels. In deze proef zijn preventief geen medicamenten aan het voer of water toegevoegd. Ook zijn geen ijzerbevattende preparaten (bijvoorbeeld compost) verstrekt in de proefperiode.

## 2.4 Verzameling en verwerking van gegevens

In figuur 1 is een schematisch overzicht gegeven van de waarnemingen. Alle biggen zijn een aantal keren individueel gewogen: daags voor opleg, op dag 8, 15, 22, 29 na opleg en bij afsluiting van de proef (dag 34 na opleg). Per hok is de voer-gift bijgehouden. Aan de hand van deze gegevens zijn de groeisnelheid, de voeropname en EW-opname per dag en de voederconversie en EW-conversie bepaald. Bij aanvang van de proef zijn uit ieder hok vier biggen (2 borgen en 2 zeugen) aselekt gekozen voor de bepaling van het bloed Hb-gehalte. Bij deze dieren is steeds op de dag van wegen een bloedmonster van 5 µl genomen via een punctuur in de oorvene. Het Hb-gehalte in het bloed is bepaald met behulp van een Ames Minipak en Ames Minilab spectrofotometer (Bayer B.V., Mijdrecht).

Het optreden van ziekten, veterinaire behandelingen en sterfte is op dierniveau geregistreerd. Gedurende de gehele proef zijn dagelijks alle hokken beoordeeld op het voorkomen van diarree volgens een methode beschreven door Swinkels et al. (1988). Bij de beoordeling is gelet op zowel de consistentie van de mest als de mate waarin diarree voorkomt (incidentie). Voor consistentie is een score van 1 tot en met 5 gehanteerd, waarbij, 1 = "hard", 2 = "normaal", 3 = "pasteus", 4 = "waterig", en



Figuur 1: Schematisch overzicht van de waarnemingen.  
 Legenda: W = wegen van individuele biggen, V = wegen van voer in voerbak en geopende voerzak, B = nemen van bloedmonster en D = bepalen van diarreescore.

5 = “zeer waterig”. De waarde voor incidentie is een schatting van het aantal biggen dat diarree heeft.

Voorafgaande aan de levering van de proefvoeders zijn deze geanalyseerd met behulp van Near-Infra-Red (NIR) spectrofotometrie. Gedurende het onderzoek zijn voermonsters genomen; deze zijn na afloop van de proef geanalyseerd met behulp van de Weende-analyse. De Fe-, Zn- en Cu-gehalten zijn bepaald met behulp van atoomabsorptie spectrofotometrie (PU9200X, Pye Unicam, Eindhoven).

Voor de analyse van de gegevens is de variantie-analyse gebruikt (SAS, 1990). De technische resultaten (groei, voeropname, voederconversie, EW-opname, EW-conversie) zijn geanalyseerd met behulp van het onderstaande model. Een hok met biggen die hetzelfde voer kregen fungeerde als experimentele eenheid.

Voor elke week van de opfokperiode is voor elk hok een verdeling van diarreescores berekend op basis van de incidentiescore, de consistentiescore en het aantal biggen dat op de dag van scoren in het hok lag. Vervolgens zijn de verdelingen van diarreescores geanalyseerd met behulp van een logistisch regressiemodel. Aangezien de diarreescores geordend waren (categorieën 1 tot en met 5) is het drempelmodel zoals voorgesteld door McCullagh (1980) gebruikt. Voor een toelichting op deze analysemethode wordt verwezen naar Oude Voshaar (1994). Gegevens betreffende uitval en veterinaire behandelingen zijn geanalyseerd met behulp van de chi-kwadraat toets. Voor analyse van de bloed Hb-gehalten is Model 1 uitgebreid met het hoofdeffect sexe en het individuele dier fungeerde als experimentele eenheid. Verschillen in bloed Hb-gehalte tussen de proefgroepen en het verloop van het Hb-gehalte vanaf spenen tot het eind van de proef zijn geanalyseerd met behulp van de regressie-analyse.

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + B(R)_{ij} + Fe_k + Zn_l + (Fe \times Zn)_{kl} + e_{ijklm} \quad (\text{Model 1})$$

waarbij,  $y_{ijklm}$  = te verklaren variabele,  $\mu$  = overall gemiddelde,  $R_i$  = effect van i-de ronde ( $i = 1, 2, 3, 4$ ),  $B(R)_{ij}$  = effect van j-de gewichtsblok binnen i-de ronde ( $j = 1, 2, 3$ );  $Fe_k$  = effect van k-de Fe-niveau ( $k = 1, 2$ );  $Zn_l$  = effect van l-de Zn-niveau ( $l = 1, 2$ );  $(Fe \times Zn)_{kl}$  = interactie tussen k-de Fe-niveau en l-de Zn-niveau;  $e_{ijklm}$  = restterm.



### 3 RESULTATEN

#### 3.1 Chemische samenstelling van de proefvoerders

In tabel 1 is de chemische samenstelling van de proefvoerders weergegeven op basis van analyses van de tijdens de proef genomen voermonsters.

Het verschil in Fe-gehalte (55 mg per kg) tussen de proefvoerders met een normaal en verlaagd Fe-gehalte was ongeveer 25 mg per kg kleiner dan het berekende verschil van 80 mg per kg. Bovendien was het Fe-gehalte in de proefvoerders waaraan geen Fe was toegevoegd hoger (25 tot 30 mg per kg) dan de berekende 80 mg per kg. Het eerste duidt op een te lage toevoeging van Fe als  $\text{FeSO}_4$ , terwijl het tweede een gevolg kan zijn van natuurlijke variatie van Fe-gehalten van in het speenvoer gebruikte grondstoffen. De Zn-gehalten waren in alle proefvoerders hoger dan berekend omdat via de premix 80 mg per kg teveel aan Zn als  $\text{ZnSO}_4$  aan het basisspeenvoer was toegevoegd. Het verschil in Zn tussen de proefvoerders met normale en verhoogde Zn-gehalten bedroeg ongeveer 125 mg per kg, 20 mg per kg minder dan de berekende 145 mg per kg. De geanalyseerde droge stof-, ruw eiwit-, ruw vet-, ruwe celstof- en as- en kopergehalten van de proefvoerders en de opfokkorrel kwamen goed overeen met de berekende waarden.

#### 3.2 Technische resultaten tijdens de opfokperiode

In tabel 2 zijn de technische resultaten van de biggen gedurende de opfokperiode weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de periode waarin de biggen de proefvoerders verstrekt kregen en de periode van de opfok waarin alle biggen opfokkorrel verstrekt kregen.

Gedurende de eerste 14 dagen van de opfok was de voeder- en energieconversie (EW-conversie) van biggen die voer met een normaal Fe-gehalte verstrekt kregen gunstiger ( $p = 0,041$ ) dan van biggen die een proefvoeder met een verlaagd Fe-gehalte verstrekt kregen. Het Zn-gehalte in het speenvoer had geen invloed op de voeder- en de energieconversie. De waargenomen verschillen in voeder- en energieconversie gaan niet samen met duidelijke verschillen in groeisnelheid, voeropname en energie-opname. Vanaf 14 dagen na opleg tot het eind van de opfokperiode en over de gehele opfokperiode zijn geen duidelijke verschillen in technische resultaten gevonden tussen de vier proefgroepen.

Tabel 1: Chemische analyse (g/kg) van de proefvoerders en de opfokkorrel.

	normaal Fe		laag Fe		opfokkorrel
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn	
droge stof	899	899	900	920	900
ruw eiwit	175	171	168	169	166
ruw vet	47	46	46	48	41
ruwe celstof	43	40	40	43	40
as	55	56	54	55	66
ijzer (mg/kg)	156	170	110	105	236
zink (mg/kg)	167	302	180	300	182
koper (mg/kg)	155	132	183	176	172

### 3.3 Gezondheid tijdens de opfokperiode

#### 3.3.1 Het vóórkomen van diarree

In tabel 3 is de mate van vóórkomen en ernst van diarree weergegeven gedurende de opfokperiode. Hierbij is de opfokperiode opgedeeld in vier opeenvolgende perioden van zeven dagen en een afsluitende periode van zes dagen.

Bij alle proefgroepen is de incidentie van diarree het hoogst gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode. Vanaf 14 dagen na opleg tot het eind van de opfokperiode is bijna geen diarree meer waargenomen. Tussen dag 8 en 14 van de opfokperiode blijkt bij de biggen die voer met een verhoogd Zn-gehalte verstrekt kregen meer en in ernstigere mate diarree voor te komen

Tabel 2: Technische resultaten van biggen die gedurende de eerste 14 dagen van de opfok speenvoer met verschillende Fe- en Zn-gehalten verstrekt kregen.

	normaal Fe		verlaagd Fe		SEM <sup>1</sup>	sign. <sup>2</sup>		
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn		Fe	Zn	int.
Aantal hokken <sup>3</sup>	12	12	12	12				
Van opleg tot 14 dagen na opleg:								
speengewicht (kg)	7,7	7,8	7,9	7,8	0,3	ns	ns	ns
groei (g/dag)	231	217	215	219	7'	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,29	0,27	0,29	0,29	0,01	ns	ns	ns
voederconversie	1,26 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,32 <sup>b</sup>	0,03	*	ns	ns
EW-opname per dag	0,32	0,30	0,32	0,32	0,01	ns	ns	ns
EW-conversie	1,40 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,47 <sup>b</sup>	0,04	*	ns	ns
Van 15 dagen na opleg tot eind opfok (34 dagen na opleg):								
tussengewicht (kg)	10,9	10,8	10,8	10,8	0,3	ns	ns	ns
groei (g/dag)	512	523	514	529	12	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,83	0,82	0,81	0,83	0,02	ns	ns	ns
voederconversie	1,63	1,58	1,58	1,57	0,03	ns	ns	ns
EW-opname per dag	0,90	0,89	0,88	0,90	0,02	ns	ns	ns
EW-conversie	1,77	1,72	1,71	1,70	0,03	ns	ns	ns
Van opleg tot eind opfok (34 dagen na opleg):								
eindgewicht (kg)	21,0	21,1	20,9	21,2	0,5	ns	ns	ns
groei (g/dag)	396	396	390	401	9	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,61	0,60	0,59	0,61	0,01	ns	ns	ns
voederconversie	1,54	1,51	1,52	1,51	0,02	ns	ns	ns
EW-opname per dag	0,66	0,65	0,65	0,66	0,01	ns	ns	ns
EW-conversie	1,68	1,64	1,65	1,64	0,02	ns	ns	ns

<sup>1</sup> SEM = pooled standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele).

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,05$ ) en \* = ( $p \leq 0,05$ ). Fe = effect van Fe-gehalte, Zn = effect van Zn-gehalte, en int = effect van interactie tussen Fe- en Zn-gehalten.

<sup>3</sup> In elk hok waren 10 biggen gehuisvest.

<sup>a,b</sup> Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.

Tabel 3: Mate van vóórkomen en ernst van diarree (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) bij biggen die gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode speenvoer met verschillende Fe- en Zn-gehaltenes verstrekt kregen.

	normaal Fe		verlaagd Fe		sign. <sup>1</sup>		
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn	Fe	Zn	int.
aantal dieren:	120	120	120	120			
Van opleg tot 7 dagen na opleg:							
					ns	ns	ns
geen diarree	91,3	88,2	87,1	88,8			
milde diarree	3,2	3,5	2,9	3,1			
waterige diarree	1,2	2,3	4,5	2,9			
zeer waterige diarree	4,3	6,0	5,5	5,2			
Van 8 tot 14 dagen na opleg:							
	a	b	a	b			
geen diarree	77,8	71,3	78,3	73,5			
milde diarree	5,3	10,9	7,4	3,6			
waterige diarree	4,0	7,2	6,7	6,7			
zeer waterige diarree	12,9	10,6	7,6	16,2			
Van 15 tot 21 dagen na opleg:							
	a	a	ab	b			
geen diarree	95,8	96,2	93,3	92,4			
milde diarree	0,8	0,9	1,4	1,5			
waterige diarree	2,1	1,6	2,9	4,6			
zeer waterige diarree	1,3	1,3	2,4	1,5			
Van 22 tot 28 dagen na opleg:							
					ns	ns	ns
geen diarree	98,8	97,1	98,4	98,2			
milde diarree	0,4	1,7	1,4	1,4			
waterige diarree	0,6	0,6	0,2	0,2			
zeer waterige diarree	0,2	0,6	0,0	0,2			
Van 29 dagen na opleg tot eind opfok (34 dagen na opleg):							
					ns	ns	ns
geen diarree	98,6	99,6	98,8	99,0			
milde diarree	0,8	0,4	1,0	0,8			
waterige diarree	0,6	0,0	0,2	0,2			
zeer waterige diarree	0,0	0,0	0,0	0,0			

<sup>1</sup> Significantie: de verschillen in verdeling over diarreescores tussen proefbehandelingen is aangeduid met n.s. = niet significant ( $p > 0,05$ ) en \* = ( $p < 0,05$ ). Fe = effect van Fe-gehalte, Zn = effect van Zn-gehalte, en int = effect van interactie tussen Fe- en Zn-gehaltenes.

<sup>a,b</sup> Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.

dan bij de biggen die een normaal Zn-gehalte in het voer verstrekt kregen. Vanaf dag 15 tot 21 na opleg blijkt de combinatie van Fe- en Zn-gehalte invloed te hebben op de mate en ernst van diarree bij de biggen. De biggen met een normaal Fe-gehalte en verhoogd Zn-gehalte in het voer hebben de minste en de mildeste diarreeverschijnselen, gevolgd door de biggen met normaal Fe- en Zn-gehaltes in het voer. De biggen met verlaagd Fe-gehalte in het voer hebben de meeste en ernstigste verschijnselen van diarree gehad, waarbij bij een verhoogd Zn-gehalte nog meer problemen optraden dan bij een normaal Zn-gehalte in het voer. Van opleg tot 7 dagen na opleg en van 21 dagen na opleg tot het eind van de opfokperiode zijn geen duidelijke verschillen in de mate van vóórkomen en ernst van diarree bij de biggen gevonden.

**3.3.2 Veterinaire behandelingen en uitval**  
In tabel 4 zijn de aantallen biggen weergegeven die of uitgevallen zijn of behandeld zijn vanwege een ziekte/aandoening. Tevens is het aantal per big uitgevoerde behandelingen vermeld.

Tabel 4: Uitval en veterinaire behandelingen bij biggen die gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode speenvoer met verschillende Fe- en Zn-gehaltes verstrekt kregen.

	normaal Fe		verlaagd Fe		sign. <sup>1</sup>		
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn	Fe	Zn	int.
aantal biggen	120	120	120	120			
aantal uitgevallen biggen	5	4	6	8	ns	ns	ns
reden van uitval:							
maagdarmaandoeningen	4	3	6	8	ns	ns	ns
overige <sup>2</sup>			0	0			
aantal behandelde biggen	26	31	34	29	ns	ns	ns
reden van behandelen:							
maagdarmaandoeningen	24	29	32	29	ns	ns	ns
overige <sup>2</sup>	2	2	2	0			
aantal behandelingen per behandelde big:							
maagdarmaandoeningen	2,8	3,5	2,9	3,5			
overige <sup>2</sup>	2,0	2,5	2,5	0,0			

<sup>1</sup> Significantie: de verschillen in verdeling over diarreescores tussen proefbehandelingen is aangeduid met n.s. = niet significant ( $p > 0,05$ ). Fe = effect van Fe-gehalte, Zn = effect van Zn-gehalte, en int = effect van interactie tussen Fe- en Zn-gehaltes.

<sup>2</sup> Vanwege de geringe aantallen zijn de gegevens niet statistisch geanalyseerd.

Het aantal uitgevallen biggen en het aantal biggen dat individueel behandeld is vanwege een ziekte/aandoening verschilt niet duidelijk tussen de vier proefbehandelingen. Het aantal behandelingen per behandelde big ligt vrij hoog maar op een vergelijkbaar niveau voor de vier proefbehandelingen. Behalve de individuele behandelingen zijn in de proef bij drie van de vier proefbehandelingen twee keer alle biggen in een hok voor diarree behandeld. Bij de proefbehandeling waar de biggen speenvoer met een normaal Fe-gehalte en hoog Zn-gehalte verstrekt kregen, zijn drie keer alle biggen in een hok voor diarree behandeld.

### 3.4 Verloop van het hemoglobinegehalte in het bloed

In tabel 5 is het verloop van het bloed Hb-gehalte gedurende de opfokperiode weergegeven. Hierbij is de opfokperiode opgedeeld in vier opeenvolgende perioden van zeven dagen en een afsluitende periode van zes dagen.

Op de zes meetdagen waarop het bloed Hb-gehalte gedurende de opfokperiode

werd bepaald, zijn geen duidelijke verschillen gevonden tussen de vier proefgroepen. Verschillen in de mate van daling in bloed Hb-gehalte tussen de proefgroepen zijn echter wél gevonden. Gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode was de daling in bloed Hb-gehalte groter ( $p = 0,029$ ) bij biggen die voer met een verlaagd Fe-gehalte verstrekt kregen in vergelijking met biggen die een voer met normaal Fe-gehalte verstrekt kregen. Ook 21 en 34 dagen na opleg werd een tendens (respectievelijk

$p = 0,084$  en  $p = 0,094$ ) tot een grotere daling gevonden bij de biggen die gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode een verlaagd Fe-gehalte in het voer verstrekt kregen. Op dag 21 na opleg werd bij biggen die speenvoer met verlaagd Fe- en normaal Zn-gehalte verstrekt kregen de grootste ( $p = 0,007$ ) daling in bloed Hb-gehalte gevonden. Bij de overige drie proefgroepen was de daling in bloed Hb-gehalte het sterkste 28 dagen na opleg.

Tabel 5: Verloop van het hemoglobine (Hb)-gehalte (mMol<sup>1</sup>) in het bloed van biggen die gedurende de eerste 14 dagen van de opfok verschillende Fe- en Zn-gehaltes in het voer kregen verstrekt.

	normaal Fe		verlaagd Fe		SEM <sup>3</sup>	sign. <sup>2</sup>		
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn		Fe	Zn	int.
aantal biggen	48	48	48	48				
bloed H b-gehaltes:								
bij spenen	7,63	7,69	7,75	7,63	0,06	ns	ns	ns
7 dagen na opleg	7,56	7,56	7,50	7,50	0,06	ns	ns	ns
14 dagen na opleg	6,94	7,00	6,69	6,75	0,06	ns	ns	ns
21 dagen na opleg	6,56	6,50	6,31	6,50	0,06	ns	ns	ns
28 dagen na opleg	6,38	6,38	6,38	6,38	0,06	ns	ns	ns
34 dagen na opleg	6,63	6,63	6,50	6,50	0,06	ns	ns	ns
verloop in bloed Hb-gehaltes ten opzichte van spenen:								
7 dagen na opleg	-0,07	-0,13	-0,25	-0,13	0,06	ns	ns	ns
14 dagen na opleg	-0,69 <sup>a</sup>	-0,69 <sup>a</sup>	-1,06 <sup>b</sup>	-0,88 <sup>b</sup>	0,06	*	ns	ns
21 dagen na opleg	-1,07 <sup>a</sup>	-1,19 <sup>a</sup>	-1,44 <sup>b</sup>	-1,13 <sup>a</sup>	0,06	#	ns	*
28 dagen na opleg	-1,25	-1,31	-1,37	-1,25	0,06	ns	ns	ns
34 dagen na opleg	-1,00 <sup>a</sup>	-1,06 <sup>a</sup>	-1,25 <sup>b</sup>	-1,13 <sup>b</sup>	0,06	#	ns	ns

1 Conversiefactor voor omrekenen van mMol Hb naar g per dL Hb is 1,6.

2 Significantie: de verschillen in verdeling over diarreescores tussen proefbehandelingen is aangeduid met n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ), # = ( $0,05 < p < 0,10$ ) en \* = ( $p < 0,05$ ). Fe = effect van Fe-gehalte, Zn = effect van Zn-gehalte, en int = effect van interactie tussen Fe- en Zn-gehaltes.

3 Pooled standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

a,b Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen

## 4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

In dit onderzoek is nagegaan of het optreden van diarree bij gespeende biggen kan worden verminderd door een speenvoer te verstrekken zonder toegevoegd Fe. Eerder onderzoek heeft namelijk uitgewezen dat het optreden van speendiarree sterk verminderd kan worden door biggen zowel hoge hoeveelheden Zn (2.000 tot 3.500 mg per kg) als ZnO in het voer te verstrekken (Holm, 1990; Muirhead, 1992). Daarnaast is ook aangetoond dat Zn-ionen de opname van Fe-ionen vanuit het maagdarmkanaal en vanuit de bloedbaan kunnen belemmeren (El-Shobaki en Srour, 1989; Hamilton et al., 1978; Hoefler et al., 1960; Solomons en Jacob, 1981; Solomons et al., 1983). Aangezien Fe een macronutrient is voor bacteriën (Brock en Madigan, 1990) is het mogelijk dat bacteriën, zoals pathogene *E. coli*'s, bij een gebrek aan Fe-ionen zich minder snel kunnen vermeerderen (koloniseren) en derhalve minder belastend zijn voor het dier.

### 4.1 Belemmering van de ijzer-opname door zink bij pathogene bacteriën

De veronderstelling dat een verlaging van het Fe-gehalte minder belastend is voor biggen is in dit onderzoek getoetst door een speenvoer samen te stellen op basis van commerciële grondstoffen met een laag Fe-gehalte. Daarnaast werd behalve de normale Zn-toevoeging (70 mg per kg Zn als  $ZnSO_4$ ) in twee van de vier proefvoerders 145 mg extra Zn als ZnO per kg voer toegevoegd tot de door het Produktschap voor Veevoeder gestelde maximum grens van 250 mg per kg voer. Hierbij werd verondersteld dat de extra Zn de bacteriële groei, en mogelijk het optreden van speendiarree bij biggen, verder zou kunnen verminderen. De resultaten in dit onderzoek tonen echter aan dat een verlaging van het Fe-gehalte met 55 mg per kg (tabel 1) in het speenvoer geen vermindering geeft in mate van vóórkomen en ernst van speendiarree (tabel 3). In dit onderzoek werd ten tijde van de grootste problemen met speendiarree, de tweede week van de opfokperiode, geen effect

van het Fe-gehalte in het speenvoer op de mate en ernst van speendiarree waargenomen. Verder blijkt uit de resultaten dat verhoging van het Zn-gehalte tot ongeveer 300 mg per kg voer tijdens de tweede week van de opfokperiode niet resulteerde in een lagere maar in een hogere mate en ernst van speendiarree. Uit deze resultaten kunnen we afleiden dat het verstrekken van een speenvoer zonder Fe- toevoeging mogelijk nog teveel Fe bevat (100 mg per kg voer) voor het afdoende remmen van bacteriële groei. Bij de in dit onderzoek gebruikte niveaus van Fe en Zn is geen interactie tussen Zn- en Fe-ionen gevonden, welke duiden op een belemmering van opname van Fe door bacteriën in het maagdarmkanaal van biggen.

### 4.2 IJzertoevoegingen in speenvoeders

De hoeveelheid Fe verstrekt in het speenvoer met een verlaagd Fe-gehalte is boven de Fe-behoefte voor gespeende biggen (5 tot 10 kg) van 60 mg en 80 mg per kg voer op droge stof basis. Deze Fe-behoeften worden geadviseerd door respectievelijk het ARC (1981) en NRC (1988). Dit zou betekenen dat het verstrekte speenvoer met een normaal Fe-gehalte van ongeveer 160 mg per kg geen verbetering in technische resultaten tot gevolg zou mogen hebben. Toch werd in de eerste twee weken van de proefperiode een verbetering in voeder- en EW-conversie waargenomen bij biggen die een normaal Fe-gehalte in het voer verstrekt kregen (tabel 2). Ook de uitval en het aantal behandelingen tegen ziekte/aandoeningen waren, zij het niet significant, het laagst bij de groep biggen met normale Fe-gehaltes in het speenvoer (tabel 4). De daling in bloed Hb-gehalte, een veel gebruikte en betrouwbare indicator voor de Fe-status van biggen (NRC, 1988), was eveneens duidelijk minder gedurende de eerste twee weken van de opfok voor de biggen die een normaal Fe-gehalte in het voer verstrekt kregen (tabel 5). De gevonden daling in bloed Hb-gehalte bij biggen die normaal Fe-gehaltes in het voer ver-

strekt kregen, kwam goed overeen met de daling in bloed Hb-gehalten gevonden bij biggen die voeders verstrekt kregen met Fe-gehalten variërend tussen de 219 en 454 mg per kg voer (Dove en Haydon, 1991). Het bloed Hb-gehalte was overigens in alle vier de proefgroepen beduidend hoger dan de 5.00 mMol en 6,25 mMol, waarboven volgens respectievelijk het ARC (1981) en het NRC (1988) geen verbetering in de technische resultaten te verwachten zijn.

Een mogelijke verklaring voor de in dit onderzoek gevonden verschillen in technische resultaten is dat als gevolg van de hoge mate en ernst van diarree gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode, de opname van Fe uit het voer laag is. Het is namelijk aannemelijk dat biggen met diarree weinig voer opnemen en bovendien de nutriënten uit het voer minder efficiënt benutten en derhalve een tekort aan bepaalde nutriënten kunnen hebben. In een onderzoek van Kamphues et al. (1992) is aangetoond dat het toedienen van twee Fe-injecties, respectievelijk op dag 3 en 21 na de geboorte, resulteerde in een geringe verbetering van de groei bij biggen tijdens de opfokperiode. Verder suggereerden zij dat praktijkwaarnemingen in hun werkgebied duiden op een verlaging van de incidentie van diarree als gevolg van een tweede Fe-injectie (Kamphues et al., 1992). In dit onderzoek werd de mate en ernst van diarree in de tweede week van de opfokperiode niet door het Fe-gehalte in het speenvoer beïnvloed. Een mogelijke verklaring is dat een verschil van 55 mg/kg Fe (tabel 1) tussen de proefvoerders met verlaagd en normaal Fe-gehalte te gering was voor het aantonen van een mogelijk positief effect van het verstrekken van extra Fe na het spenen op de mate en ernst van speendiarree.

#### 4.3 Extra zinktoevoegingen in speenvoeders

De hoeveelheid verstrekte Zn lag bij in alle vier de proefvoerders met minimaal 170 mg per kg Zn (tabel 1) ruim boven de Zn-behoefte van 80 mg per kg geadviseerd door het ARC (1981) en NRC (1988). Daarnaast is in dit onderzoek aan twee van de vier proefvoerders een extra hoeveelheid Zn van

ongeveer 145 mg per kg als ZnO toegevoegd. Daarmee kwam de totale hoeveelheid Zn in het speenvoer van deze twee proefgroepen uit op ongeveer 300 mg per kg voer. Dit is ver beneden de hoeveelheden van 2.000 tot 5.000 mg per kg voer waarbij toxische verschijnselen in biggen zijn waargenomen (Brink et al., 1959; Hahn and Baker, 1993). In dit onderzoek zijn, behalve een verhoging van de mate en ernst van diarree van 7 tot 14 dagen na opleg, geen andere effecten van de extra Zn-toevoeging waargenomen. Voor het verklaren van het effect van het verhoogde Zn-gehalte op de incidentie van speendiarree moeten wij in gebreke blijven. De verhoging in mate en ernst van diarree in deze periode ging namelijk niet gepaard met een hogere afname in bloed Hb-gehalte bij biggen die de proefvoerders met verhoogd Zn verstrekt kregen (tabel 5). Het is derhalve onwaarschijnlijk dat het hoge Zn-gehalte in het speenvoer de opname van Fe vanuit het maagdarkanaal in de bloedbaan van de biggen belemmerde en op deze manier een hogere incidentie van speendiarree veroorzaakte. Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat het toevoegen van extra Zn als ZnO aan speenvoeders tot de door het Produktschap voor Veevoeder gestelde maximum grens van 250 mg per kg nadelig is voor biggen tijdens de opfokperiode.

#### 4.4 Conclusies

Het verstrekken van speenvoer zonder toegevoegd Fe gedurende de eerste twee weken van de opfokperiode resulteerde in een hogere afname van het bloed Hb-gehalte. Een verlaging in het bloed Hb-gehalte duidt op een verminderde Fe-status. Ook de voeder- en energieconversie waren ongunstiger gedurende de eerste 14 dagen van de opfokperiode. Een verhoging van het Zn-gehalte tot 250 mg per kg voer resulteerde in een hogere mate en ernst van speendiarree in de tweede week van de opfokperiode. Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat het verlagen van het Fe-gehalte (80 mg per kg voer), het verhogen van het Zn-gehalte (maximum 250 mg per kg voer) of een combinatie van beide, geen bruikbare adviezen zijn voor praktijkbedrijven die problemen hebben met speendiarree.

# LITERATUUR

- Agricultural Research Council 1981. *The Nutrient Requirements of Pigs*. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, Great Britain.
- Brink, M.F., D.E. Becker, S.W. Terrill en A.H. Jensen 1959. *Zinc toxicity in the weanling pig*. Journal of Animal Science, 18, 836.
- Brock T.D. en M.T. Madigan 1990. *Biology of Microorganisms (6th edition)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA
- Dove, C.R. en K.D. Haydon 1991. *The effect of copper addition to diets with various iron levels on the performance and hematology of weanling swine*. Journal of Animal Science, 69, 2013.
- El-Shobaki, F.A. en M.G. Srouf 1989. *The influence of ascorbic acid and lactose on the interaction of iron with each of cobalt and zinc during intestinal absorption*. Zeitschrift für Ernährungswissenschaft, 28, 310.
- Hahn, J.D. en D.H. Baker 1993. *Pharmacologic zinc level for weanling pigs: growth and plasma zinc responses*. Journal of Animal Science, 71 (Supplement 1), 66.
- Hamilton, D.L., J.E.C. Bellamy, J.D. Valberg en L.S. Valberg 1978. *Zinc, cadmium, and iron interactions during intestinal absorption in iron-deficient mice*. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 56, 384.
- Hoefler, J.A., E.R. Miller, D.E. Ullrey, H.D. Ritchie en R.W. Luecke 1960. *Interrelationships between calcium, zinc, iron and copper in swine feeding*. Journal of Animal Science, 19, 249.
- Holm, A. 1990. *E. coli associated diarrhoea in weaner pigs: Zinkoxide added to the feed as preventive measure?* Proceedings of the 11th congress of the International Pig Veterinary Society. pp. 154. International Pig Veterinary Society, Lausanne, Switzerland.
- Kornegay, E.T. 1972. *Availability of iron contained in defluorinated phosphate*. Journal of Animal Science, 34, 569.
- McCullagh, P. 1980. *Regression models for ordinal data (with discussion)*. Journal of the Royal Statistical Society Series B 42: 109-142.
- Miller, E.R. 1991. *Iron, copper, zinc, manganese, and iodine in swine nutrition*. In: E.R. Miller, D.E. Ullrey en A.J. Lewis (Ed.) Swine Nutrition. pp. 267-284. Butterworth-Heinemann, London, Great Britain.
- Muirhead, S. 1992. *Feeding of high levels of zinc oxide found beneficial to weanling pigs*. Feedstuffs (June):9.
- National Research Council 1988. *Nutrient Requirements of Swine (9th revised edition)*. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Oude Voshaar, J.H. 1994. *Statistiek voor Onderzoekers*, Wageningen Pers, Wageningen.
- Peet-Schwering, C.M.C. van der 1993. *Het effect van microbiële fytase in het voer op de opfokresultaten van gespeende biggen*. Rapport P 1.90, Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, Nederland.
- SAS 1990. *SAS/STAT User's Guide: Statistics (Release 6.04 Ed.)*. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Simons, P.C.M., H.A.J. Versteegh, A.W. Jongbloed, P.A. Kemme, P. Slump, K.D. Bos, M.G.E. Wolters, R.F. Beudeker en G.J. Verschoor 1990. *Improvements of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs*. British Journal of Nutrition, 64, 525.



Solomons, N.W. en R.A. Jacob 1981. *Studies on the availability of zinc in humans: Effects of heme and nonheme iron on the absorption of zinc.* American Journal of Clinical Nutrition, 34, 475.

Solomons, N.W., O. Pineda, F. Viteri en H.H. Sandstead 1983. *Studies on the bioavailability of zinc in humans: Mechanism of the intestinal interaction of nonheme iron and zinc.* Journal of Nutrition, 113, 337.

Swinkels, J.W.G.M., E.T. Kornegay en M.W.A. Verstegen 1988. *The effect of reduced nocturnal temperature and feed additives on the performance, immune response and scouring index of weanling pigs.* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 60, 137.

# BIJLAGEN

Bijlage 1: Grondstoffensamenstelling en berekende chemische samenstelling van de proefvoeders (g/kg) en opfokkorrel.

	normaal Fe		laag Fe		opfokkorrel
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn	
<b>Grondstoffensamenstelling</b>					
zuivelprodukten	157	157	157	157	90
vismeel	34	34	34	34	56
granen	696,5	691,5	696,5	691,5	518
cassave					100
graanbijprodukten					50
erwten					50
getoaste soyabonen	60	60	60	60	60
vet	18	18	18	18	12
melasse					25
premix, zout, aminozuren en organisch zuur	34,5	39,5	34,5	39,5	39
<b>Chemische samenstelling</b>					
EW	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
ruw eiwit	170	170	170	170	165
ruw vet	55	55	55	55	42
ruwe celstof	40	40	40	40	42
as	54	54	54	54	66
lysine	11,5	11,5	11,5	11,5	10,6
meth. + cyst.	7,0	7,0	7,0	7,0	6,7
ijzer (mg/kg)	160	160	80	80	295'
zink (mg/kg)	105	250	105	250	180
koper (mg/kg)	165	165	165	165	175

Bijlage 2: Technische resultaten van biggen gevoerd met speenvoer met verschillende Fe- en Zn-gehaltenes tijdens de eerste 14 dagen van de opfokperiode

	normaal Fe		verlaagd Fe		SEM <sup>1</sup>	sign. <sup>2</sup>		
	norm Zn	hoog Zn	norm Zn	hoog Zn		Fe	Zn	int.
Aantal hokken <sup>3</sup>	12	12	12	12				
Van opleg tot 7 dagen na opleg:								
speengewicht (kg)	7,7	7,8	7,9	7,8	0,3	ns	ns	ns
groei (g/dag)	177	160	151	169	11	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,20	0,19	0,20	0,21	0,01	ns	ns	ns
voederconversie	1,18	1,36	1,49	1,33	0,09	ns	ns	#
EW-opname per dag	0,23	0,21	0,23	0,24	0,01	ns	ns	ns
EW-conversie	1,31	1,51	1,65	1,47	0,10	ns	ns	#
Van 7 tot 14 dagen na opleg:								
gewicht dag 7 (kg)	10,9	10,8	10,8	10,8	0,3			
groei (g/dag)	280	273	270	266	10	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,37	0,35	0,36	0,35	0,01	ns	ns	ns
voederconversie	1,35	1,31	1,43	1,36	0,06	ns	ns	ns
EW-opname per dag	0,44	0,41	0,42	0,41	0,01	ns	ns	ns
EW-conversie	1,57	1,50	1,56	1,54	0,07	ns	ns	ns
Van 15 tot 21 dagen na opleg:								
gewicht dag 14 (kg)	10,9	10,8	10,8	10,8	0,3	ns	ns	ns
groei (g/dag)	448	464	435	447	12	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,66	0,69	0,63	0,67	0,02	ns	ns	ns
voederconversie	1,50	1,49	1,46	1,73	0,04	ns	ns	ns
EW-opname per dag	0,72	0,75	0,69	0,73	0,02	ns	ns	ns
EW-conversie	1,63	1,62	1,59	1,64	0,04	ns	ns	ns
Van 22 tot 28 dagen na opleg:								
gewicht dag 21 (kg)	14,1	14,1	13,8	13,9	0,4	ns	ns	ns
groei (g/dag)	515	523	531	553	15	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	0,84	0,82	0,79	0,80	0,04	ns	ns	ns
voederconversie	1,64	1,60	1,51	1,46	0,07	#	ns	ns
EW-opname per dag	0,90	0,89	0,85	0,86	0,04	ns	ns	ns
EW-conversie	1,77	1,73	1,63	1,58	0,02	#	ns	ns
Van 29 dagen na opleg tot eind proef:								
gewicht dag 28 (kg)	17,3	17,3	17,1	17,4	0,5	ns	ns	ns
eindgewicht (kg)	21,0	21,1	20,9	21,2	0,5	ns	ns	ns
groei (g/dag)	580	595	599	601	22	ns	ns	ns
voeropname (kg/dag)	1,02	0,99	1,04	1,05	0,03	ns	ns	ns
voederconversie	1,76	1,69	1,77	1,79	0,05	ns	ns	ns
EW-opname per dag	1,10	1,07	1,12	1,13	0,03	ns	ns	ns
EW-conversie	1,90	1,82	1,91	1,93	0,06	ns	ns	ns

<sup>1</sup> SEM = pooled standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele).

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ), # = ( $p < 0,10$ ) en \* = ( $p < 0,05$ ). Fe = effect van Fe-gehalte, Zn = effect van Zn-gehalte, en int = effect van interactie tussen Fe- en Zn-gehaltenes.

<sup>3</sup> In elk hok werden 10 biggen gehuisvest.

# REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

## Proefverslag P 1.114

"Het beperkt voeren van borgen aan een brijbak". C.M.C. van der Peet-Schwering, Hoofs, A.I.J., 1994.

## Proefverslag P 1.115

"De Turbomat voerautomaat voor gespeende biggen in vergelijking met een droogvoerbak". A.I.J. Hoofs en J.G. Plagge, 1994.

## Proefverslag P1.116

"Gezondheidsproblemen van zeugen in groepshuisvesting". F.J. van der Wilt, L. Velenga en H.M. Vermeer, 1994.

## Proefverslag PI .117

"Technisch Model Varkensvoeding." Informatiemodel. C.M.C. van der Peet-Schwering e.a., 1994.

## Proefverslag PI. 118

"Het effect van de groepsgrootte bij gespeende biggen op technische- en economische resultaten". H.M. Vermeer en A.I.J. Hoofs, 1994.

## Proefverslag P1. 119

"Onderzoek naar mogelijkheden tot bepaling van de vleeskwaliiteit van koppels vleesvarkens door benutting van lichtreflectiemeting". M.J.H.M. Klein Breteler, W.M. Wes, J.H. Huiskes, E. Kanis en P. Walstra, 1994.

## Proefverslag P1. 120

"Vergelijking van het één-, twee- en drie-weekse produktiesysteem voor vermeerderingsbedrijven". P.F.M.M. Roelofs en P.M.H.K. Verbaarschot, 1994.

## Proefverslag PI. 121

"Literatuurstudie naar de problematiek rondom het mesten van beertjes". R.H.J. Scholten, J.H. Huiskes en P.C. Vesseur, 1994.

## Proefverslag P1. 122

"Mogelijkheden tot produktie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan". R.H.J. Scholten, J.H. Huiskes, W.H.M. Baltussen, R. Hoste, J.G.M. Thelosen en A.W. Vermeer, 1994.

## Proefverslag P1.122a

"Handleiding Rekenmodel BeerBorg + dis-kette". R.H.J. Scholten en J.H. Huiskes, 1994.

## Proefverslag PI. 123

"Automatische bepaling van het individuele lichaamsgewicht van in groepen gehuisveste vleesvarkens met een voorhandweegsysteem". P.J.L. Ramaekers, J.H. Huiskes, M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, P.C. Vesseur en J.W.G.M. Swinkels, 1994.

## Proefverslag P1. 124

"Varkenssector op kruispunt; drie mogelijke toekomstbeelden voor 2005". P.A.M. Bens, G,B,C, Backus en I.A.M.A. Jahae, november 1994.

## Proefverslag P1. 125

"Studie naar klimatisering dekstal in relatie tot emissie en energie". I.A.A.C. Mouwen en J.G. Plagge, januari 1995.

## Proefverslag P1. 126

"Relatie tussen speendiarree en het ijzer- en zinkgehalte in speenvoer bij biggen". J.W.G.M. Swinkels, G.P. Binnendijk en C.M.C. van der Peet-Schwering.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door **f** 18,50 per verslag (m.u.v. Pi ,117, deze kost **f** 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen **f** 20,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én **f** 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P1.117, deze kost **f** 75,-).

Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor **f** 250,- per jaar.