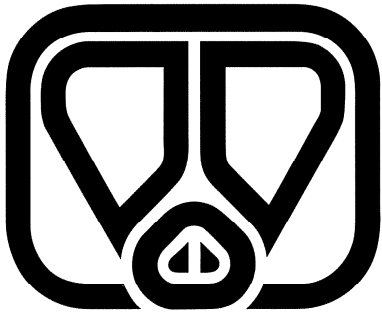


ir. M.M. van Krimpen  
ir. R.H.J. Scholten  
ing. G.P. Binnendijk

# Het gebruik van een tarwespecifiek enzym in tarwerijke biggenvoeders

*The use of a wheat specific  
enzyme in wheat-rich diets  
for weaned piglets*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

Locatie:  
Proefstation voor de  
Varkenshouderij  
Postbus 83  
5240 AB Rosmalen  
tel. 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.244  
juni 2000  
ISSN 0922 - 8586

# INHOUDSOPGAVE

	<b>SAMENVATTING</b>	4
	<b>SUMMARY</b>	6
1	<b>INLEIDING</b>	8
2	<b>LITERATUURSTUDIE</b>	9
2.1	Graankorrel	9
2.2	Niet Zetmeel Koolhydraten (NSP's)	9
2.3	Enzymen	10
2.4	Biggenproeven met enzymtoevoeging	12
3	<b>MATERIAAL EN METHODE</b>	15
3.1	Proefdieren	15
3.2	Proefbehandelingen	15
3.2.1	Enzymtoevoegingen	15
3.3	Proefindeling en proefomvang	16
3.4	Voeding en drinkwaterverstrekking	16
3.5	Huisvesting en klimaat	16
3.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	16
3.6.1	Verzameling van de gegevens	16
3.6.2	Statistische analyse	17
4	<b>RESULTATEN</b>	18
4.1	Chemische samenstelling van de proefvoerders	18
4.2	Technische resultaten	18
4.3	Gezondheid en uitval	20
4.3.1	Het vóórkomen van diarree	20
4.3.2	Uitval en veterinaire behandelingen	22
4.4	Hokbevuiling	22
4.5	Economische resultaten	23
5	<b>DISCUSSIE</b>	26
5.1	Effect van enzymtoevoeging aan tarwerijke voeders	26
5.2	Effect van het percentage tarwe in het mengvoer	27
6	<b>CONCLUSIES EN PRAKTISCHE RELEVANTIE</b>	29
	<b>LITERATUUR</b>	30
	<b>BIJLAGEN</b>	32
	<b>REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN</b>	35

# SAMENVATTING

Tarwe heeft een aandeel Niet Zetmeel Koolhydraten (NSP's) van circa 11% (CVB, 1999). NSP's zijn voor varkens over het algemeen moeilijk te verteren, omdat varkens de enzymen missen die de afbraak van deze componenten mogelijk maken. Het toevoegen van extern geproduceerde enzymen aan het voer kan een bijdrage leveren aan een betere vertering van NSP-rijke grondstoffen (Haberer en Schulz, 1998).

In samenwerking met Finnfeeds (Marlborough, Groot-Brittannië) is op het proefbedrijf van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij te Rosmalen een onderzoek uitgevoerd om na te gaan wat de effecten zijn van toevoeging van een tarwespecifiek enzym (Porzyme-8300®) aan tarwerijke biggenvoeders. In het onderzoek zijn de effecten gemeten van het aandeel tarwe en van enzymtoevoeging op technische en economische resultaten, gezondheid en mestconsistentie.

In het onderzoek zijn zes proefbehandelingen opgenomen:

- 1 mengvoer met 15% tarwe zonder enzym;
- 2 mengvoer met 15% tarwe en enzym;
- 3 mengvoer met 32,5% tarwe zonder enzym;
- 4 mengvoer met 32,5% tarwe en enzym;
- 5 mengvoer met 50% tarwe zonder enzym;
- 6 mengvoer met 50% tarwe en enzym.

De voeders bevatten geen antimicrobiële groeibevorderaars. Van dag 1 tot dag 15 na opleg in de biggenopfokafdeling kregen de biggen een speenvoer met een EW van 1,12 en een darmverteerbaar-lysinegehalte van 10,2 g/kg voer. Vanaf dag 15 tot einde opfok (dag 35) kregen de biggen een opfokvoer met een EW van 1,09 en een darmverteerbaar-lysinegehalte van 9,9 g/kg voer. De voeders werden onbepaald verstrekt.

Drinkwater stond onbepaald ter beschikking. De biggen hadden een gemiddeld speengewicht van 8,2 kg. Borgen en zeugen zijn gemengd opgelegd met tien dieren per hok. De dieren zijn gedurende 35 dagen na spenen gevolgd.

Porzyme-8300® is ontwikkeld voor biggen-rantsoenen met minimaal 30% tarwe (producten). Het enzym is niet bedoeld voor

voer met 15% tarwe en 30% gerst (behandeling 2). Om de proefopzet zo zuiver mogelijk te houden is echter besloten om gebruik te maken van één enzympreparaat voor alle tarweniveaus.

De belangrijkste conclusies van het onderzoek zijn als volgt.

Ten aanzien van de enzymbehandeling:

- ongeacht het aandeel tarwe heeft toevoeging van het enzym Porzyme-8300® aan het mengvoer geen invloed op de voeropname, voederconversie, EW-opname en EW-conversie van gespeende biggen in de opfokperiode. Enzymtoevoeging leidt wel tot een iets lagere groei van de gespeende biggen gedurende de hele opfokperiode, hetgeen niet verklaarbaar is;
- zowel de opbrengsten per big als de 'opbrengsten minus kosten' per big zijn bij toevoeging van Porzyme-8300® aantoonbaar lager;
- toevoegen van het enzym Porzyme-8300® tendert tot een daling van het aantal individuele behandelingen tegen maagdarmaandoeningen;
- enzymtoevoeging heeft weinig effect op het voorkomen van diarree, bevulling van dieren en hokbevulling.

Ten aanzien van het percentage tarwe in het mengvoer:

- in het traject van 15 tot 35 dagen na opleg daalt de voeder- en EW-conversie bij de voeders zonder enzymtoevoeging wanneer het tarwegehalte in het voer toeneemt. Bij de voeders met enzymtoevoeging is er geen verschil in voeder- en EW-conversie bij stijging van het aandeel tarwe in het voer (en daling van het aandeel van bepaalde andere grondstoffen, zoals gerst);
- biggen die mengvoer met 50% tarwe verstrekt krijgen groeien in de periode van 15 tot 35 dagen na opleg aantoonbaar sneller dan biggen met 15% tarwe in het voer;
- door het tarwepercentage in het biggenvoer te verhogen van 15% naar 32,5% of 50% dalen de totale kosten en stijgt het saldo aantoonbaar.

## Praktische relevantie

Samenvattend kan gesteld worden dat het goed mogelijk is om aanzienlijke hoeveelheden tarwe (in deze proef tot 50%) van goede kwaliteit te verwerken in speen- en opfokvoeders. Verhoging van het aandeel tarwe leidt zelfs tot verbetering van technische en economische resultaten. Het toevoegen van het enzym Porzyme-8300® aan de tarwerijke rantsoenen heeft in dit experiment geen

positief effect gehad op technische en economische resultaten.

Er is behoefte aan een methode om de kwaliteit van tarwe vóór verwerking in biggenvoeders goed in te schatten. Als de kwaliteit vóór verwerking bekend is, kan beslist worden welk aandeel tarwe maximaal in het voer verwerkt mag worden en of enzymtoevoeging bij deze kwaliteit verantwoord is. Op dit moment is deze methode echter nog niet beschikbaar.

# SUMMARY

The past few years the prices of cereals have been decreased. Price levels of cereals are expected to decrease further in the next few years. A higher amount of cereals in feed will possibly cause a reduction in feed costs. Wheat and barley are the cereals which are used most, due to their availability and the possible amount of those two cereals in the formulation of pig feeds. In the Netherlands, more wheat than barley is grown; moreover the cost price of wheat is generally (somewhat) lower than that of barley.

The current developments stimulate research on the possibilities of feeding as much cereals as possible, at the same time maintaining an optimal performance and economical results. If the ratio contains a high content of wheat, the importance of the digestibility of the raw material increases. Wheat has a content of Non-Starch Polysaccharides (NSPs) of about 11% (CVB, 1999), which is generally difficult to digest for pigs. This is caused by the fact that pigs lack the enzymes necessary to digest these NSPs. Adding externally produced enzymes can contribute to an improvement of the digestibility of these raw materials (Haberer und Schulz, 1998).

In collaboration with Finnfeeds (Marlborough; Great Britain) a research on the possibilities of adding enzyme (Porzyme-83000) to wheat-rich piglet diets was carried out at the experimental pig farm of the Research Institute for Pig Husbandry at Rosmalen. In this experiment the effects of the amount of wheat and addition of enzymes on performance, economical results, health and manure quality were measured.

The research included 6 treatments:

- 1 compound feed with 15% wheat and no enzyme;
- 2 compound feed with 15% wheat and enzyme;
- 3 compound feed with 32.5% wheat and no enzyme;
- 4 compound feed with 32.5% wheat and enzyme;
- 5 compound feed with 50% wheat and no

- enzyme;
- 6 compound feed with 50% wheat and enzyme.

The diets contained no anti-microbial growth promoters. From day 1 to day 15 after starting, the piglets got a weaning diet with 9.8 MJ NE (1.12 EW) and ileal digestible lysine of 10.2 g/kg of diet. From day 15 until the end of the rearing period (day 34), the piglets got a rearing diet with 9.6 MJ NE (1.09 EW) and ileal digestible lysine of 9.9 g/kg of diet. Piglets were fed ad libitum. Drinking water was available. Barrows and gilts were reared together.

Porzyme-8300® has been developed for pig feeds with a minimal amount of 30% of wheat (products). The enzyme is not intended for diets with 15% wheat and 30% barley (treatment 2). To get an experiment as accurate as possible, it was decided to use only one enzyme for all wheat levels.

The most important conclusions of the research are:

Regarding the enzyme treatment:

- irrespective of the amount of wheat in the diets, there was no effect of adding enzyme on feed intake, feed conversion ratio, energy intake and energy conversion ratio of weaned piglets. The enzyme caused a slightly lower growth of the weaned piglets during the whole period, which cannot be explained;
- adding the enzyme Porzyme-8300® proved to have a negative effect on pig value and gross margin per piglet;
- the use of the wheat-specific enzyme tended to lower growth, lower feed and energy intake in the period of 15 to 35 days after weaning;
- adding Porzyme-8300® tended to a decrease in the number of individual treatments for gastro-intestinal diseases;
- adding enzyme to the diets had little effect on the occurring of diarrhoea, fouling of the piglets and fouling of the slatted floor.

Regarding the amount of wheat in the diets:

- increasing the amount of wheat in the diets without enzyme caused a significant improvement of the feed conversion ratio and energy conversion ratio in the period from 15 to 35 days after weaning. The feed conversion ratio and energy conversion ratio did not differ when increasing the amount of wheat (and decreasing the level of other raw materials, for instance barley) in the diets with enzyme;
- the growth of the piglets receiving rearing diets with 50% of wheat was significantly higher than the growth rate of the piglets that received diets containing 15% of wheat in the period from 15 to 35 days after weaning;
- increasing the amount of wheat in the diets from 15% to 32,5% or 50% resulted in lower costs and higher gross margin per piglet.

Practica1 application

In summary, it can be concluded that it is well possible to add considerable amounts of wheat (up to 50% in this trial) to weaning and rearing diets. Increasing the amount of wheat caused even better performance and better economic results. This experiment did not show a positive effect of adding the enzyme Porzyme-8300® to wheat-rich diets on performance and economic results.

There is a need for a method which predicts the wheat quality well before processing it into piglet feeds. If the quality is known in advance, a decision can be made about the maximum amount of wheat that can be used in the diet and whether enzyme addition is justified for this quality. At the moment such a method is not available yet.

# 1 INLEIDING

De graanprijzen staan de laatste jaren onder druk. De verwachting is dat het prijsniveau van de granen, mede als gevolg van het prijsbeleid binnen de EU, de komende jaren een dalende tendens blijft vertonen. Een hoger aandeel granen in het rantsoen kan daardoor resulteren in een verlaging van de voerkosten. In het algemeen zijn tarwe en gerst de meest gebruikte granen. Dit komt voort uit het beschikbare aanbod van deze twee granen en het aandeel dat ze kunnen vormen in varkensvoerders. In Nederland wordt aanzienlijk meer tarwe dan gerst verbouwd. Bovendien is de inkoopprijs van tarwe over het algemeen (iets) lager dan die van gerst. Bovenstaande ontwikkeling was aanleiding te onderzoeken wat het maximale aandeel tarwe in het mengvoer is voor het bereiken van optimale technische en financiële resultaten.

Tarwe is vooral een energieleverancier (zetmeel). Het zetmeel zit echter opgesloten in het binnenste van de graankorrel, het endosperm (zie figuur 1). Omdat varkens niet in staat zijn hele tarwekorrels te verteren, moeten de tarwekorrels verkleind worden voordat ze aan varkens worden verstrekt. Naast zetmeel heeft tarwe een relatief hoog aandeel Niet Zetmeel Koolhydraten (NSP's). Het NSP-gehalte van tarwe kan echter aanzienlijk variëren, afhankelijk van ras en klimatologische omstandigheden. Het varken kan NSP's niet verteren. Dit komt doordat varkens de enzymen missen die de afbraak van deze componenten mogelijk maken. Verhoging van de NSP-fractie in het rantsoen leidt tot een hogere viscositeit in het maagdarmkanaal. Dit heeft een negatieve invloed op de vertering van met name de nutriënten vet en eiwit (Bikker, 1996; Smits, 1996; Jeroch et al., 1999). Toevoeging van voor dit doel geproduceerde enzymen aan het voer kan een bijdrage leveren aan een betere vertering van NSP-rijke grondstoffen (Inbarr, 1987; Haberer en Schulz, 1998; Rattay, 1998).

Bij pas gespeende biggen zijn er ook nog andere problemen bij het verstrekken van veel tarwe in het voer. Het verteringsapparaat is namelijk nog gericht op de vertering van melk. Op een leeftijd van circa vier weken is het enzymniveau bij jonge biggen niet toereikend om een hoog aandeel tarwe optimaal te verteren (Bikker, 1996). Direct na het spenen wordt bovendien vaak een daling van de enzymproductie waargenomen. Met name in deze periode kunnen biggen dus problemen krijgen met het goed verteren van het voer, met als gevolg een verhoogde kans op diarree en slechtere technische resultaten. Toevoeging van enzymen die de vertering van granen bevorderen kan bij jonge biggen wellicht een bijdrage leveren aan een verbetering van de technische resultaten.

Om de mogelijk positieve effecten van enzymtoevoeging aan tarwerijke biggenvoerders te meten, is op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen in de periode van september 1998 tot en met maart 1999 een proef uitgevoerd.

De doelstellingen van het onderzoek waren:

- 1 nagaan wat het effect is van het toevoegen van het enzym Porzyme-8300® aan biggenvoerders met verschillende percentages tarwe op de technische resultaten en gezondheid van gespeende biggen;
- 2 nagaan wat het effect is van een toenemend percentage tarwe in het mengvoer, respectievelijk 15%, 32,5% en 50%, op de technische resultaten en gezondheid van gespeende biggen.

Daarnaast is een literatuurstudie naar de werking en effectiviteit van enzymen uitgevoerd. Het resultaat van deze literatuurstudie staat vermeld in hoofdstuk 2.

Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Finnfeeds.

## 2 LITERATUURSTUDIE

### 2.1 Graankorrel

Een graankorrel bestaat uit meerdere onderdelen: omhulsel, aleuronlaag, vruchtwand, endosperm en embryo (figuur 1). Het endosperm bestaat voornamelijk uit zetmeel; de aleuronlaag bevat vooral eiwitten. Zetmeel en eiwit zitten ingesloten in celwandbestanddelen, die door het varken moeilijk te verteeren zijn. Dit komt doordat varkens de enzymen missen die nodig zijn om celwanden af te breken. De niet-verteerbare celwanden worden ook wel aangeduid als Niet Zetmeel Koolhydraten (=NSP's).

Graan bestaat grotendeels uit zetmeel en levert daarom voornamelijk energie.

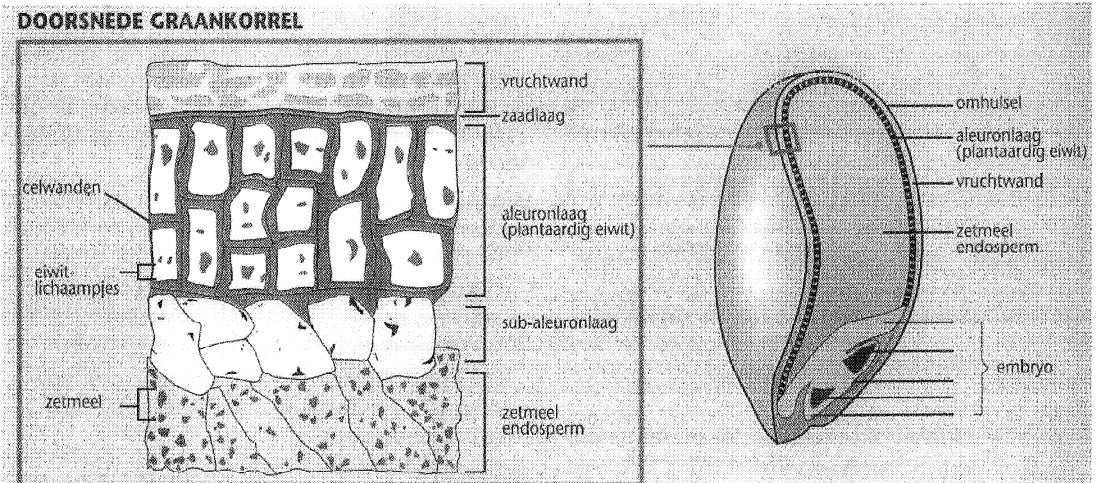
Daarnaast bevat het eiwit (tabel 1). In het algemeen geldt dat granen een matige eiwitkwaliteit hebben, dat wil zeggen dat zowel het absolute niveau van essentiële aminozuren als de verhouding tussen de diverse aminozuren niet geheel aansluit bij de behoefte van varkens.

### 2.2 Niet Zetmeel Koolhydraten (NSP's)

NSP is een verzamelnaam voor een vijftal componenten (zie figuur 2): cellulose, hemicellulose,  $\beta$ -glucanen, pectinen en oligosacchariden. Het aandeel NSP van granen varieert globaal tussen 10 en 20% (Schulze, 1995; Smits, 1996; Dänicke et al., 1999). NSP's zijn moeilijk verteerbaar en hebben

Tabel 1: Samenstelling diverse granen (bron: CVB-tabel 1999; NSP-fractie uit: Dänicke et al., 1999)

graansoort	energiewaarde EW	zetmeel (g/kg)	ruw eiwit (g/kg)	darmvert. (g/kg)	lysine (g/kg)	NSP-fractie (g/kg)
gerst	1,04	508	107	26,		152
tarwe	1,11	585	111	2,3		102
rogge	1,09	542	93	23,		140
triticale	1,14	583	114	2,8		113



Figuur 1: Doorsnede tarwekorrel

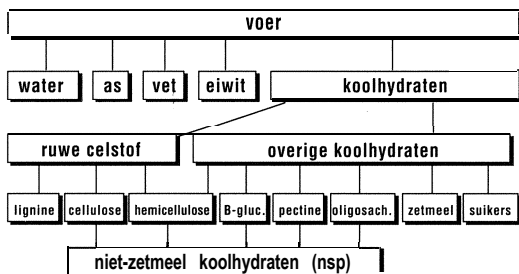
Bron: Boerderij/Varkenshouderij 80 no.9 (25 april 1995)



tevens, als gevolg van het effect op de viscositeit in het maagdarkanaal, een negatieve invloed op de vertering van andere nutriënten (Jeroch et al., 1999). Het gevolg is een verslechtering van de technische resultaten van varkens gevoerd met een voer bestaande uit een hoog percentage NSP's (Haberer en Schulz, 1998).

Tot de groep 'hemicellulose' behoren diverse suikerpolymeren (pentosanen), onder andere xylanen en arabinosen. In tarwe is de categorie arabinoxylanen de meest voorkomende NSP-bron (Smits, 1996). Deze komen met name in het omhulsel voor.

Het werkingsmechanisme, dat verklaart waarom toename van NSP's in het voer leidt tot een lagere verteerbaarheid van nutriënten, wordt beschreven door Smits (1996). Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat dit mechanisme specifiek geldt voor vleeskuikens. Het is de vraag in hoeverre dit ook voor varkens geldt. Smits (1996) geeft aan dat opname van met name oplosbare NSP's in het voer leidt tot een toename van de viscositeit van de darminhoud. Als gevolg van de hogere viscositeit wordt de verspreiding van nutriënten in het maagdarkanaal geremd. Bovendien remt de viscositeit de mogelijkheid van het met elkaar in contact komen van nutriënten en diereigen enzymen. Ook wordt het transport van nutriënten naar het darmepitheel bemoeilijkt. Als gevolg van de hogere viscositeit vormt de darmwand ook een dikkere mucuslaag.



Figuur 2: Indeling van veevoeder in verschillende componenten

Bron: Van Poppel e.a., Kwaliteitsreeks nr. 20, Productschap voor Veevoeder, 1992

Deze scheidt namelijk meer vloeistof af, er vinden meer celdelingen in de mucuslaag plaats en de mucuslaag verandert van fysisch chemische samenstelling. Dit bemoeilijkt vervolgens de absorptie van nutriënten. Ook het darmepitheel zelf past zich aan als gevolg van een hogere viscositeit. De morfologie van de villi verandert en de activiteit van specifieke enzymen op het oppervlak van het epitheel neemt af. Dit remt met name weer de absorptie van vetzuren, waardoor de vetverteerbaarheid afneemt. Veel oplosbare NSP-bronnen worden gefermenteerd in de dikke darm. Smits (1996) heeft via onderzoek met vleeskuikens aangetoond dat NSP's een toename van de activiteit van de microflora veroorzaken. Hierdoor worden galzouten mogelijk afgebroken, waardoor de mycelvorming wordt verlaagd, wat eveneens een negatief effect heeft op de vetvertering.

### 2.3 Enzymen

Enzymen zijn eiwitten die een versnellende werking hebben bij verschillende afbraakprocessen. In feite zijn enzymen dus biokatalysoren (Veldman, 1990). Enzymen zijn zeer specifiek wat betreft substraat, temperatuur en pH. Wanneer een enzym bijvoorbeeld niet bestand is tegen een hoge temperatuur, bestaat de kans dat bij het pelletiseren van mengvoer de enzymwerking wordt gereduceerd. Hetzelfde geldt voor de zuurbestendigheid: enzymen die niet bestand zijn tegen een lage pH zullen in meer of mindere mate geïnactiveerd worden tijdens het verblijf in de maag en daarmee minder bijdragen aan het verbeteren van de beschikbaarheid van nutriënten in het darkanaal (Thacker en Baas, 1996).

De werking van enzymen berust volgens Inbarr (1987) op de volgende mechanismen:

- 1 afbraak van NSP-rijke celwanden, waardoor essentiële nutriënten (onder andere zetmeel en eiwit) ontsloten worden;
- 2 verhoging van de beschikbaarheid van koolhydraten (onder andere zetmeel) en eiwit door verlaging van de viscositeit in de dunne darm;
- 3 afbraak van anti-nutritionele factoren (onder andere pentosanen,  $\beta$ -glucanen) voorkomend in grondstoffen; als voorbeeld

kan ook genoemd worden de afbraak van fytagen door fytase (Veldman, 1990); 4 versterking van de verteringscapaciteit van het dier.

Deze potentiële activiteiten van enzymen kunnen mogelijk leiden tot een verbeterde beschikbaarheid van nutriënten in het maagdarmkanaal en een hogere voederwaarde van grondstoffen.

In de literatuur is geen eenduidigheid over het effect van enzymtoevoeging in biggenvoeders op de technische resultaten. Dit is in tegenstelling tot de resultaten bij vleeskuikens. Daar blijken enzymen goed te werken en oefenen ze hun effect uit door de viscositeit van de voedselbrij in het darmkanaal te reduceren. Dänicke et al. (1999) geven een aantal fysiologische verschillen tussen groeiende varkens en vleeskuikens, die een verklaring kunnen geven voor het verschil in effectiviteit van enzymen bij deze diersoorten

#### Voorvertering

Het voedsel verblijft bij vleeskuikens enige tijd (variatie van 0,7 - 4,1 uur) in de krop voordat het in de maag aankomt. De pH in de krop is optimaal voor een goede enzymwerking en het enzym heeft in deze periode mogelijk de gelegenheid in te werken op het voer. Bij varkens komt het voer direct in de zure omstandigheden van de maag terecht en de verblijftijd is hier bovendien langer dan bij vleeskuikens. Enzymen die toegepast worden in varkensvoer dienen volgens Dänicke et al. (1999) dan ook een hogere pH-stabiliteit te hebben dan enzymen die in pluimveevoer worden verwerkt.

Het drogestofgehalte van de spijsbrij in de dunne darm

Dit varieert bij varkens tussen de 9 en 17%; bij vleeskuikens bevindt het drogestofgehalte zich in het traject van 15 tot 25%. Mede als gevolg hiervan is bij pluimvee de viscositeit van de darminhoud hoger dan bij varkens. Oplosbare NSP's vormen namelijk complexen met water, waarbij de viscositeit toeneemt (Smits, 1996). Deze stijging verloopt logaritmisch bij toename van het drogestofgehalte van de spijsbrij.

#### Capaciteit dikke darm

Bij varkens verblijft het voedsel na passage van de dunne darm nog 20 - 40 uur in het darmkanaal, terwijl dit bij vleeskuikens slechts 1,2-1,9 uur duurt. Hierdoor kan meer dan 30% van de voedselvertering bij varkens plaatsvinden na passage van de dunne darm; bij pluimvee vindt in dit traject minder dan 10% van de vertering plaats; in vergelijking met pluimvee hebben varkens dan ook meer mogelijkheden om de NSP-fractie in de dikke darm door middel van bacteriële fermentatie af te breken.

Diverse onderzoekers hebben het mechanisme van de afbraak van de NSP-fractie bestudeerd. Enzymatische afbraak van de NSP-fractie tot met name xylose en arabinoose levert op zichzelf geen bijzondere voordelen op voor de energievoorziening van varkens (Schutte, 1991). De energiewaarde van pentosesuikers kan volgens Schutte (1991) hooguit op 25 - 30% van die van D-glucose gesteld worden. Om het nut van enzymen te bepalen moet het rendement van enzymatische afbraak vergeleken worden met de fermentatieve afbraak in de dikke darm (Bikker, 1996). Indirect, via verlagings van de viscositeit, kan afbraak van de NSP-fractie echter wel een positieve invloed uitoefenen op de vertering van met name eiwit en vet. De afbraak van  $\beta$ -glucanen levert wel een wezenlijke hoeveelheid energie op. Deze NSP-fractie wordt namelijk afgebroken tot glucose (Veldman, 1990). In de dikke darm kan het varken de NSP-fractie ten dele afbreken. Dit is mogelijk dankzij de in het maagdarmkanaal aanwezige bacteriën, die ook  $\beta$ -glucanase- en xylanaseactiviteit bezitten (Bikker, 1996, Veldman, persoonlijke mededeling).

Rattay (1998) heeft een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van enzymtoevoeging in biggenvoer (xylanase) op een groot aantal parameters in het maagdarmkanaal (samenstelling van de chymus, gehalte van Weende analysecomponenten en NSP-fracties, fysiologische kenmerken en verteerbaarheid) bij jonge biggen. Uit dit onderzoek komen onder andere de volgende conclusies naar voren:

- enzymtoevoeging leidt tot verlaging van het gehalte aan oplosbare NSP's in de dunne darm en tot verlaging van het gehalte aan oplosbare arabinoxylanen in de maag, dunne darm en dikke darm;
- enzymtoevoeging leidt tot verlaging van de viscositeit in dunne darm en dikke darm;
- enzymtoevoeging leidt tot verhoging van de vertering van de organische stof, ruw eiwit, ruw vet en ruwe celstof, waardoor de hoeveelheid verteerbare energie toeneemt met 3%;
- de verteerbaarheid van NSP's en arabinoxylanen stijgt door toevoeging van enzymen; deze toename wordt veroorzaakt door een betere vertering van het oplosbare deel van deze fracties.

#### 2.4 Biggenproeven met enzymtoevoeging

Deze paragraaf bevat een literatuuroverzicht van diverse proeven waarin het effect is onderzocht van enzymtoevoeging aan rantsoenen voor jonge biggen. Uit deze bronnen blijkt dat enzymtoevoeging aan rantsoenen voor biggen geen eenduidige resultaten oplevert.

##### Gerstrijke rantsoenen

Liu et al. (1997) onderzochten bij jonge biggen de invloed van een enzympreparaat ( $\beta$ -glucanase) op de vertering van diverse nutriënten in de dunne darm. De rantsoenen bestonden hoofdzakelijk uit ontdopte gerst. Conclusie was dat door het gebruik van het enzympreparaat de verteerbare energie-inhoud (GE) van ontdopte gerst toenam met circa 6% en de ileale verteerbaarheid van de aminozuren met ongeveer 10%. In dit experiment is de invloed van het enzymgebruik op de technische resultaten van de biggen niet gemeten. Deze resultaten komen niet overeen met die van Inbarr (1994). Ook hij voegde het enzym  $\beta$ -glucanase toe aan biggenrantsoenen die gebaseerd waren op ontdopte gerst of op gerst met dop. De vertering van droge stof, zetmeel, stikstof en energie verbeterde in dit onderzoek niet. Wel vond hij een positief effect op de vertering van  $\beta$ -glucanen en een verlaging van de viscositeit van de spijsbrij. De biggen groeiden sneller en had-

den een lagere voederconversie als gevolg van het toevoegen van enzymen. Inbarr et al. (1993) onderzochten het effect van enzymtoevoeging aan een rantsoen met 35% tarwe en 35% gerst voor gespeende biggen. Zij vonden weliswaar een betere vertering van zetmeel- en  $\beta$ -glucanen in het darmkanaal, maar dit uitte zich niet in betere technische resultaten van de biggen.

##### Tarwerijke rantsoenen

Een literatuuroverzicht van Officer (1995) laat zien dat van 23 gepubliceerde enzymproeven bij biggen, uitgevoerd in de periode van 1978 tot en met 1993, er slechts vier resulteerden in een significant betere groei en zeven in een significant betere voederconversie. De proeven werden uitgevoerd met diverse graansoorten. In eigen onderzoek testte Officer (1995) drie verschillende multi-enzympreparaten in tarwerijke rantsoenen voor jonge biggen (tarweaandeel van 70%). Geen van de enzympreparaten resulteerde in een betere groei of voederconversie. Haberer en Schulz (1998) hebben eveneens een literatuuroverzicht samengesteld van onderzoek, waarin gekeken is naar de effecten van enzymen bij biggen. Een samenvatting van 32 enzymproeven in tarwerijke biggenrantsoenen leverde de volgende gemiddelde resultaten op:

- voeropname ten opzichte van de controle groep: verbetering van 2,0%;
- groei ten opzichte van de controlegroep: verbetering van 9,3%;
- voederconversie ten opzichte van de controlegroep: verbetering van 6,6%.

Gill et al. (1996) onderzochten de effecten van enzymtoevoeging aan biggenrantsoenen die rijk waren aan ontsloten tarwe. Het gehalte oplosbare NSP's van de ontsloten tarwe was laag in vergelijking met het gehalte in niet-ontsloten tarwe. Enzymtoevoeging (xylanase) bleek geen effect te hebben op de technische resultaten en op diverse kenmerken van de spijsbrij.

Grieks onderzoek (Florou-Paneri, 1998) heeft aangetoond dat in biggenvoeders zonder antimicrobiële groeibevorderaars (AMGB's) het effect van enzymtoevoeging groter is dan in voeders met AMGB's. Wanneer het gebruik van AMGB's in de toekomst verboden wordt, mag dus meer effect verwacht

worden van enzymtoevoeging. In dezelfde proef is ook gekeken naar de waarde van enzymtoevoeging in een gemedicineerd voer (Kantas, 1998). Het gemedicineerde voer bevatte Lincomycine en Colistine. Ook de combinatie van medicijnen en enzymen bleek te leiden tot een wezenlijk hogere groei dan bij het afzonderlijk verstrekken van enzymen of medicijnen. Diverse publicaties geven aan dat enzymtoevoeging een effect heeft van vermindering van incidentie en ernst van niet-specifieke colitis, een syndroom dat zich in bepaalde landen met name voordoeft bij gepelletiseerde biggen-voerders met een relatief hoog aandeel tarwe (Partridge and Hazzledine, 1997, Partridge, 1998).

Enzymfabrikant Finnfeeds International meldt in haar eigen publicatiereeks dat toevoeging van haar tarwespecifieke enzymen leidt tot een verbetering van de groei met 6,2% (452 versus 426 gram/dag) en een verbetering van de voederconversie met 4,8% (1,61 versus 1,69). Het betreft resultaten van 23 proeven met in totaal 2.700 biggen in het groeitraject van 8 tot 25 kilogram en rantsoenen variërend van 20 tot 70% tarwe. De betere groei (6,2%) wordt zowel veroorzaakt door een betere voederconversie (4,8%) als door een hogere voeropname (2,0%). Ook wordt vermeld dat het voorkomen en de ernst van diarree afnemen indien enzymen aan het voer worden toegevoegd.

Uit een tweetal proeven bij gespeende biggen met hetzelfde multi-enzympreparaat, uitgevoerd door Finnfeeds (Partridge et al., 1998), blijkt een verbetering van de voederconversie met 4 à 5%. In het eerste experiment ging dit samen met een lagere voeropname bij gelijkblijvende groei, terwijl in de tweede proef een hogere groei gevonden werd bij gelijkblijvende voeropname. Deze verschillen in resultaat worden in de publicatie toegeschreven aan het verschil in NSP's tussen de rantsoenen van de experimenten 1 en 2, met als gevolg een verschil in viscositeit in maag en dunne darm.

#### Viscositeit

Meer inzicht in de relatie tussen viscositeit en vertering wordt verschaft door een onderzoek van Gatel et al. (1997). In dit vertieringsonderzoek bij jonge biggen is gebruik

gemaakt van verschillende tarwe- en gerst-rassen en van een erwtenras. De geteste grondstoffen verschilden als gevolg van verschil in chemische samenstelling aanzienlijk in in-vitro viscositeit; bij tarwe en erwten was het niveau van viscositeit laag (1,3-2,5 mPa.s), terwijl dit bij de roggevarianten uiteen liep van 2,55-7,04 mPa.s. (mili Pascal per seconde; een maat voor de stroperigheid). Er was een goede relatie tussen de in-vitro viscositeit en het viscositeitsverloop in de dunne darm de eerste elf uur na voerverstrekking. Er bleek in dit onderzoek een negatief verband te zijn tussen in-vitro viscositeit en hoeveelheid fecaal verteerbare energie. Naarmate de viscositeit afnam vond er een verschuiving van vertering plaats van dikke-darm- naar dunne-darmniveau.

Verlaging van de viscositeit leidde tevens tot snellere darmpassage.

Dusel et al. (1997a) brachten met behulp van enzymen in een NSP-rijk rantsoen voor jonge biggen (15 kg lichaamsgewicht) de viscositeit terug tot het niveau van een NSP-arm rantsoen (van 7,1 naar 3,5 mPa.s). Het verschil in viscositeit was tot stand gebracht door het gebruik van een tweetal tarwerassen, die sterk verschilden in gehalte aan NSP's. Uit de verteringsproef bleek dat de hoeveelheid metaboliseerbare energie (ME) van het NSP-rijke tarweras 8% lager lag dan die van het NSP-arme tarweras. Door toevoeging van enzymen werd het ME-gehalte van de NSP-rijke variant echter weer verhoogd tot het niveau van het NSP-arme ras. Dezelfde rantsoenen werden ook in een groeiproef gedurende 35 dagen verstrekt aan biggen vanaf 10,3 kg lichaamsgewicht (Dusel et al., 1997b). Na enzymtoevoeging aan het hoog-visceuze voer verbeterden de groei en voederconversie van de biggen aantoonbaar ten opzichte van die van de dieren die hoog-visceus voer zonder enzym verstrekt kregen.

Dat het absolute niveau van viscositeit een belangrijke rol speelt bij de beïnvloeding van de technische resultaten blijkt uit onderzoek dat is uitgevoerd door Jeroch et al. (1999).

In dit experiment werd geen effect gevonden van enzymtoevoeging aan biggenrantsoenen die een lage viscositeit veroorzaakten op dunne-darmniveau (1,7 ten opzichte van 2,8 mPa.s). Daarnaast werd enzym toe-

gevoegd aan een hoog-visceus rantsoen, dat bestond uit 40% tarwe, 20% rogge en 20% gerst. De viscositeit van de darminhoud lag op een aanzienlijk hoger niveau dan bij de tarwerijke rantsoenen, namelijk op 6,4 mPa.s. Door enzymtoevoeging daalde de viscositeit van de darminhoud vervolgens naar 3,9 mPa.s, waarbij de verteringscoëfficiënten van met name de vet- en NSP-fractionen stegen. De hoeveelheid omzetbare energie van het rantsoen nam hierdoor toe met 9%. Er trad een significante verbetering op van de voeropname, groei en voederconversie. Dit onderzoek geeft sterke aanwijzingen dat visceuze darminhoud bij biggen pas een negatieve invloed hebben op de vertering van het voer boven een bepaald viscositeitsniveau. In het experiment van Jeroch et al. (1999) lijkt er bij een viscositeit van rond de 4 mPa.s. een effect van enzymtoevoeging waarneembaar.

Samenvattend kan gesteld worden dat toevoeging van enzymen aan NSP-rijke biggenrantsoenen geen eenduidige effecten heeft op de verteerbaarheid van nutriënten en de technische resultaten. Het lijkt erop dat het absolute niveau van viscositeit in de dunne darm een cruciale rol speelt bij het werkingsmechanisme van het enzym (Gatel et al 1997, Dusel 1997a, Dusel 1997b, Jeroch et al., 1999). Wanneer de viscositeit van de chymus tot een voor biggen kritiek niveau is gestegen, is de relatieve verandering van de viscositeit van de chymus een goede maat voor de werking van enzymen. Uit het onderzoek van Jeroch et al. (1999) blijkt dat enzymtoevoeging bij biggen zeer effectief is boven een viscositeitsniveau van circa 4 mPa.s. Nader onderzoek moet meer inzicht geven in de relatie tussen voersamenstelling, viscositeit in het maagdarmkanaal, effecten op vertering en technische resultaten.

# 3 MATERIAAL EN METHODE

## 3.1 Proefdieren

Het onderzoek is uitgevoerd op het proefbedrijf van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij in Rosmalen in de periode van september 1998 tot en met maart 1999. De gebruikte biggen hadden een Groot Yorkshire slachtvarkenvaderdier als vader en een rotatiekruisingszeug (bestaande uit Groot Yorkshire zeugenlijn, Fins Landvarken en Nederlands Landvarken) als moeder. Zeugjes en borgjes zijn gemengd opgelegd, waarbij gestreefd is naar een gelijke verdeling van de sekses over de proefbehandelingen. De biggen waren bij opleg gemiddeld 28 dagen oud en wogen gemiddeld 8,2 kilogram. De dieren zijn bij spenen opgelegd in de biggenopfokstal en gedurende 35 dagen gevolgd.

## 3.2 Proefbehandelingen

In dit onderzoek is de toevoeging van het enzym Porzyme-8300® (Finnfeeds International Ltd., Marlborough, Groot Britannië) aan tarwerijke voeders onderzocht. De rantsoenen bestonden uit een volledig mengvoer met daarin drie verschillende percentages tarwe. Er zijn zes proefbehandelingen vergeleken:

- 1 mengvoer met 15% tarwe, zonder enzym;
- 2 mengvoer met 15% tarwe, met enzym;
- 3 mengvoer met 32,5% tarwe, zonder enzym;
- 4 mengvoer met 32,5% tarwe, met enzym;
- 5 mengvoer met 50% tarwe, zonder enzym;
- 6 mengvoer met 50% tarwe, met enzym.

Omdat in de praktijk gebruik gemaakt wordt van tarweniveaus in biggenvoeders van maximaal 15% is voor dit percentage gekozen bij de behandelingen 1 en 2. Het aandeel tarwe van de andere behandelingen ligt ver boven het niveau dat in de praktijk gangbaar is.

Het mengvoer werd in korrelvorm verstrekt. Vanaf opleg in de biggenopfokstal tot en met veertien dagen na opleg werd speenkorrel verstrekt. Van dag 15 tot en met 17 werd geleidelijk overgeschakeld van speen-

korrel naar opfokkorrel. Vanaf dag 18 tot het einde van de proef werd opfokkorrel verstrekt. De zes behandelingen zijn zowel in het speen- als in het opfokvoer toegepast. De grondstoffensamenstelling en berekende chemische samenstelling van de voeders zijn weergegeven in bijlage A. De voeders bevatten geen antimicrobiële groeibevorderaars. De voeders werden handmatig verstrekt. De mengvoeders zijn in twee charges aangemaakt.

### 3.2.1 Enzymtoevoegingen

In het onderzoek is gebruik gemaakt van het enzym Porzyme-8300®, een tarwespecifiek enzym. In het vervolg van dit verslag wordt dit product aangeduid als 'enzym' of als 'Porzyme-8300®'. Porzyme-8300® is bedoeld voor biggen in het traject vanaf spenen tot circa 30 kilogram, bij gebruik van een rantsoen met minimaal 30% tarwe(producten). Bij het samenstellen van de proefvoeders is overwogen om aan de voeders met 15% tarwe en 30% gerst (behandeling 2) het enzym Porzyme-8100® in plaats van Porzyme-8300® toe te voegen. In de praktijk adviseert Finnfeeds, vanwege de hogere glucanase-activiteit, Porzyme-8100® bij gerstrijke voeders. Om de proefopzet zo zuiver mogelijk te houden is besloten om uitsluitend gebruik te maken van het Porzyme-8300s. Het enzympreparaat is gedoseerd in een verhouding van 1 kilogram op 1.000 kilogram voer (0,1%). De toevoeging was onafhankelijk van het aandeel tarwe in het voer. Het enzym bevatte gegarandeerd (NEN ISO) minimaal 5.000 xylanase-units en 500 units protease per gram enzym.

Ter voorkoming van verlies aan enzymactiviteit mocht de temperatuur van het persmeel tijdens de productie van het voer niet hoger worden dan 85 graden Celsius. De mengvoeders zijn voor aanvang van het onderzoek gecontroleerd op het gehalte aan enzymactiviteit. Deze bepaling is uitgevoerd door het laboratorium van Finnfeeds International. De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage B.

### 3.3 Proefindeling en proefomvang

De biggen zijn een dag voor opleg individueel gewogen. Op basis van gewicht, sekse en toom waarin de big werd gespeend, zijn de biggen verdeeld over de zes behandelingen. Binnen een hok is gestreefd naar een gelijkmatige verdeling van zeugjes en borges. Biggen die 5 kg of minder wogen of fysieke (zichtbare) afwijkingen hadden werden niet in de proef ingedeeld. In ieder hok werden tien dieren opgelegd. De verdeling van de proefbehandelingen over de hokken binnen een afdeling gebeurde at random. Een afdeling werd steeds in één keer vol gelegd. In totaal is elke behandeling achttien keer herhaald met tien biggen per herhaling.

### 3.4 Voeding en drinkwaterverstrekking

De biggen zijn tijdens de gehele opfokperiode onbeperkt gevoerd. Voerverstrekking vond plaats via een droogvoerbak met vier vreetplaatsen of een brijbak met één vreetplaats, afhankelijk van het type voerbak in een afdeling. De dieren konden onbeperkt water opnemen via een drinkbakje direct naast de droogvoerbak of via de nippel in de brijbak.

### 3.5 Huisvesting en klimaat

In het onderzoek zijn in totaal tien verschillende afdelingen gebruikt. Deze afdelingen hadden elk zes grondhokken voor tien biggen. De oppervlakte van de hokken bedroeg 3,3 m<sup>2</sup> (2,65 m diep en 1,25 m breed). Vijf afdelingen hadden een groot metalen driekantrooster voor in het hok, een bolle dichte vloer met vloerverwarming en een klein metalen driekantrooster achter in het hok. Drie afdelingen hadden een klein metalen driekantrooster voor in het hok, een bolle dichte vloer met vloerverwarming en een groot metalen driekantrooster achter in het hok, met daarachter een mestspleet. Twee afdelingen hadden een volledig kunststof roostervloer. Vijf afdelingen werden mechanisch geventileerd, de andere vijf afdelingen werden natuurlijk geventileerd met het Automatisch Corrigerend Natuurlijk Ventilatiesysteem (ACNV).

### 3.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

#### 3.6.1 Verzameling van de gegevens

Daags voor opleg, op dag 15 na opleg en op dag 35 na opleg (afsluiten van de proefronde) zijn alle biggen individueel gewogen. Daarnaast is de voergift per hok bijgehouden. Aan de hand van deze gegevens zijn de volgende productiekenmerken per hok berekend: groei per dag, voer- en EW-opname per dag en voeder- en EW-conversie. Het optreden en het verloop van ziekten en/of gebreken en de behandeling ervan zijn per dier geregistreerd. Bij uitval van een dier zijn datum, gewicht en oorzaak van uitval genoteerd. Uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de resultaten.

Gedurende de gehele proef werden alle hokken driemaal per week (op maandag, woensdag en vrijdag) beoordeeld op de mate van vóórkomen en ernst van diarree. Bij de diarreescore is gekeken naar de consistentie van de mest in het hok en naar de dieren. De consistentie van de mest is opgedeeld in drie klassen, namelijk normale mest (geen diarree), pasteuze mest en waterdunne mest. Daarbij is per hok een inschatting gemaakt van het aantal dieren dat in elke klasse viel.

Eén keer per week (op maandag) werd de mate van hokbevuiling beoordeeld. Uit eerdere proeven van Finnfeeds is namelijk gebleken dat enzymtoevoeging minder hokbevuiling geeft. Er is een score gegeven (volgens protocol Praktijkonderzoek Varkenshouderij) voor de mate van nat en bevuild zijn van het vloeroppervlak, waarbij score 0 stond voor geheel schoon en droog en score 4 voor geheel vuil en nat. Bij de hokken met halfroostervloer zijn het grote rooster, het noodrooster en de dichte vloer apart beoordeeld. Bij de hokken met volledig kunststof rooster is géén beoordeling van de mate van hokbevuiling uitgevoerd. Het betrof namelijk een beperkt aantal hokken, die qua mestgedrag en hokbevuiling niet vergelijkbaar waren met hokken met halfroostervloeren. Omdat score 4 weinig voorkwam is deze score in de resultaten samengevoegd met score 3. Gedurende het onderzoek zijn van alle voe-

ders voermonsters genomen. In de voermonsters zijn de Weende analyse-componenten (droge stof, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en anorganische stof) en het gehalte aan zetmeel bepaald.

### 3.6.2 Statistische analyse

De verzamelde gegevens zijn statistisch getoetst op verschillen met behulp van de statistische pakketten SAS en Genstat. De kengetallen groei, voeropname, EW-opname, voederconversie en EW-conversie zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990), volgens het model

$$y = \text{constante} + \text{gewicht bij opleg} + \text{ronde} \\ + \text{percentage tarwe in het voer} + \text{enzym} \\ + \text{percentage tarwe} \times \text{enzym} + \text{rest}$$

In dit model is gewicht bij opleg meegenomen als co-variabele.

Het vóórkomen van diarree en de mate van hokbevuiling zijn geanalyseerd met het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1994), waarbij rekening is gehouden met ronde-effecten. Met behulp van de chikwadraattoets is nagegaan of er tussen de proefbehandelingen verschillen in aantal uitgevallen biggen en aantal veterinair behandelde biggen zijn.



## 4 RESULTATEN

### 4.1 Chemische samenstelling van de proefvoerders

De gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de proefvoerders zijn weergegeven in tabel 2. Per proefvoeder is per charge een verzamelmonster aangelegd en geanalyseerd op Weende analyse-componenten en zetmeel. De enzymactiviteit is voor aanvang van de proef reeds bepaald. De resultaten zijn eveneens in tabel 2 weergegeven

De geanalyseerde gehalten komen overeen met de berekende gehalten (bijlage A), uitgezonderd een hoger geanalyseerd ruw-eiwitgehalte. Stijging van het aandeel tarwe gaat samen met een hoger zetmeelgehalte en een lager ruwe-celstof- en ruw-vetgehalte.

De xylanase-activiteit van de in het onderzoek gebruikte enzymvrije speen- en opfokvoerders was te verwaarlozen. Deze voeders

hadden allen minder dan 100 xylanase-units per gram voer. De berekende enzymactiviteit van de voeders met enzymtoevoeging was 5.000 units per kg. Uit tabel 2 blijkt dat er een aanzienlijke spreiding is in de geanalyseerde enzymactiviteit tussen de behandelingen. Deze varieert tussen de 4.423 U/kg (12% lager dan berekend) en 6.257 U/kg (25% hoger dan berekend). Er is sprake van een duidelijk onderscheid in enzymactiviteit tussen de voeders mét en de voeders zónder enzym. In de speenvoerders met enzymtoevoeging is er een dalende tendens in activiteit bij toename van het aandeel tarwe.

### 4.2 Technische resultaten

In tabel 3 zijn de technische resultaten van de gespeende biggen vermeld. De resultaten zijn weergegeven voor de periode waarin speenkorrel is verstrekt (dag 1 tot en met dag 14), voor de periode waarin opfokkorrel is verstrekt (dag 15 tot en met dag 35) en

Tabel 2: Chemische analyses van de voeders (in g/kg voer)

enzymtoevoeging:	15% tarwe		32,5% tarwe		50% tarwe	
	zonder	met	zonder	met	zonder	met
<i>speenkorrel:</i>						
aantal	2	2	2	2	2	2
droge stof	900	891	890	890	889	889
ruw eiwit	218	207	211	214	215	216
ruw vet	49	48	43	45	42	42
ruwe celstof	34	35	31	34	32	28
as	61	63	63	59	58	57
zetmeel	358	369	386	385	399	399
enzymactiviteit	< 100	5.958	< 100	4.843	< 100	4.423
<i>opfokkorrel:</i>						
aantal	2	2	2	2	2	2
droge stof	886	886	886	886	883	882
ruw eiwit	209	220	223	217	216	210
ruw vet	44	46	47	42	39	38
ruwe celstof	39	42	37	36	33	33
as	63	63	61	60	58	55
zetmeel	360	355	359	372	372	385
enzymactiviteit	< 100	4.785	< 100	6.257	< 100	5.650

voor de gehele opfokperiode (dag 1 tot en met dag 35).

Uit tabel 3 blijkt dat er voor de kenmerken groei, voeropname en EW-opname in de periode van opleg tot vijftien dagen na opleg een aantoonbare interactie is tussen het tarwe-effect en het enzymeffect. Bij de voeders zonder enzymtoevoeging daalden de groei, voeropname en EW-opname met een toenemend tarwegehalte in het voer. Bij

de voeders met enzym was er geen verschil in groei, voeropname en EW-opname bij verschillende tarwegehalten in het voer.

Toevoeging van het enzym aan het voer met 15% tarwe verslechterde de groei, voeropname en EW-opname. Bij de voeders met 32,5% en 50% tarwe was er geen effect van het enzym op de technische resultaten. Bij de voeders zonder enzymtoevoeging neigden de gemiddelde voederconversie en EW-conversie naar een hogere waarde

Tabel 3: Technische resultaten tijdens de opfokperiode van biggen die voeders kregen mét of zonder enzymtoevoeging en met verschillende aandelen tarwe

enzymtoevoeging:	15% tarwe		325% tarwe		50% tarwe		SEM <sup>1</sup>	significantie*		
	zonder	met	zonder	met	zonder	met		T	E	T*E
aantal dieren	180	180	180	180	180	180				
aantal hokken	18	18	18	18	18	18				
<i>Van opleg tot 15 dagen na opleg:</i>										
speengewicht (kg)	8,2	8,1	8,2	8,2	8,2	8,2				
groei (g/dag)	232 <sup>b</sup>	201 <sup>a</sup>	207 <sup>a</sup>	202 <sup>a</sup>	198 <sup>a</sup>	205 <sup>a</sup>	5,3			**
voeropname (kg/dag)	0,30 <sup>b</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,28 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,28 <sup>a</sup>	0,006			***
voederconversie	1,32	1,40	1,38	1,36	1,38	1,38	0,021			#
EW-opname per dag	0,34 <sup>b</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,007			***
EW-conversie	1,48	1,57	1,55	1,53	1,55	1,55	0,023			#
<i>Van 15 dagen na opleg tot einde opfok (35 dagen na opleg):</i>										
tussengewicht (kg)	11,4	10,9	11,1	11,0	11,0	11,1				
groei (g/dag)	514	510	531	520	535	523	6,8	**	#	n.s.
voeropname (kg/dag)	0,82	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,009	n.s.	#	n.s.
voederconversie	1,61 <sup>d</sup>	1,56 <sup>cd</sup>	1,52 <sup>ab</sup>	1,54 <sup>bcd</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,52 <sup>abc</sup>	0,015			
EW-opname per dag	0,90	0,87	0,88	0,87	0,87	0,87	0,010	n.s.	#	n.s.
EW-conversie	1,75 <sup>d</sup>	1,70 <sup>cd</sup>	1,66 <sup>ab</sup>	1,68 <sup>bcd</sup>	1,63 <sup>a</sup>	1,66 <sup>abc</sup>	0,017			*
<i>Van opleg tot einde opfok (35 dagen na opleg):</i>										
eindgewicht (kg)	22,2	21,5	22,3	22,0	22,2	22,1				
groei (g/dag)	400	385	400	391	399	395	5,1	n.s.	*	n.s.
voeropname (kg/dag)	0,61	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,007			#
voederconversie	1,53	1,52	1,48	1,50	1,47	1,48	0,011	***	n.s.	n.s.
EW-opname per dag	0,67	0,64	0,65	0,64	0,64	0,64	0,008			#
EW-conversie	1,68	1,67	1,63	1,64	1,61	1,63	0,012	***	n.s.	n.s.

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele; als het verschil tussen de proefgroepen groter is dan 2,77 x de SEM is het verschil significant)

<sup>2</sup> significantie: T= tarwe-effect; E= enzymeffect; T\*E= interactie tussen tarwe-effect en enzymeffect; n.s. = niet significant; # = (p < 0,10); \* = (p < 0,05); \*\* = (p < 0,01); \*\*\* = (p < 0,001)

a,b,c,d een verschillende letter binnen een rij duidt op een significant verschil tussen de proefgroepen

( $p < 0,10$ ) met een toenemend tarwegehalte in het voer. Bij de voeders zonder enzymtoevoeging was deze tendens niet aanwezig.

In de periode van vijftien dagen na opleg tot het einde van de proef (35 dagen na opleg) is er een wezenlijk effect van het aandeel tarwe in het voer op de groei aanwezig. De groeisnelheid van de biggen stijgt wanneer het tarwegehalte toeneemt van 15% naar 32,5% en blijft daarna gelijk. Voor de kenmerken voederconversie en EW-conversie geldt een aantoonbare interactie tussen tarweniveau en enzymtoevoeging. Bij de voeders zonder enzymtoevoeging dalen de voeder- en EW-conversie bij een toenemend tarwegehalte in het voer. Bij de voeders met enzymtoevoeging was er geen verschil in voeder- en EW-conversie bij stijging van het aandeel tarwe in het voer. Bij een aandeel tarwe in het voer van 15% zijn de voederconversie en EW-conversie gunstiger wanneer Porzyme-8300® is toegevoegd. Bij de andere tarweniveaus is er geen effect van enzymtoevoeging op de voederconversie en EW-conversie. De gemiddelde groei, voeropname en EW-opname neigen naar lagere waarden ( $p < 0,10$ ) wanneer voer met enzym wordt verstrekt.

Onafhankelijk van het aandeel tarwe groeiden de gespeende biggen over de gehele opfokperiode van opleg tot 35 dagen na opleg iets langzamer wanneer voeders met enzymen werden verstrekt. Enzymtoevoeging leidde in deze proef dus

niet tot verbetering van de groei. De voer- en EW-opname verschilden niet aantoonbaar tussen de proefbehandelingen en tenderden alleen tot iets hoger bij de dieren die 15% tarwe zonder het enzym in het mengvoer verstrekt kregen. De voeder- en EW-conversie werden gunstiger bij toename van het percentage tarwe in het mengvoer. Het al dan niet toevoegen van het enzym had, over de gehele opfokperiode gezien, geen aantoonbare invloed op de voeder- en EW-conversie.

In tabel 4 is de spreiding in gewichten binnen hokken bij opleg, bij tussenweging (dag 14 na opleg) en aan het einde van de proef weergegeven.

Bij opleg waren er geen verschillen in spreiding in gewicht tussen de hokken bij de zes proefbehandelingen. Ook bij de tussenweging vijftien dagen na opleg en aan het einde van de opfokperiode zijn er geen verschillen in spreiding in gewicht aangetoond. Noch het percentage tarwe noch het al dan niet toevoegen van het enzym in het mengvoer hadden invloed op de spreiding in gewichten binnen hokken.

#### 4.3 Gezondheid en uitval

##### 4.3.1 Het vóórkomen van diarree

In tabel 5 zijn de mate van vóórkomen en de ernst van diarree weergegeven gedurende de opfokperiode.

Tabel 4: Spreiding in gewichten

	15% tarwe		32,5% tarwe		50% tarwe		SEMI	significantie*		
	zonder	met	zonder	met	zonder	met		T	E	T*E
opleggewicht (kg)	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,02	n.s.	n.s.	n.s.
tussengewicht (kg)	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	0,08	n.s.	n.s.	n.s.
eindgewicht (kg)	3,0	3,0	2,8	2,8	2,9	2,9	0,15	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele; als het verschil tussen de proefgroepen groter is dan 2,77 x de SEM is het verschil significant)

<sup>2</sup> significantie: T = tarwe-effect; E = enzymeffect; T\*E = interactie tussen tarwe-effect en enzymeffect; n.s. = niet significant

In de eerste week na opleg was er een significante interactie tussen het tarwe- en het enzymeffect met betrekking tot de mate van vóórkomen en ernst van diarree. Bij de voeders zonder enzymtoevoeging was er een afname in de mate en ernst van diarree bij een toenemend tarweaandeel in het voer. Bij de voeders met enzymtoevoeging daarentegen was er een toename in mate en ernst van diarree bij een toename van het tarwepercentage in het voer. Bij een tarweaandeel van 15% hadden de dieren met enzymverstrekking minder diarree, die bovendien in

minder ernstiger mate voorkwam, dan de dieren die geen enzym verstrekt kregen. Binnen de andere tarweniveaus bleek er geen effect te zijn van enzymtoevoeging op de mate en ernst van de diarree bij de biggen.

Ook in de tweede week na opleg was er een aantoonbare interactie aanwezig tussen de behandelingen tarwepercentage en enzymtoevoeging. Bij tarweaandelen van 15% en 32,5% leidde enzymtoevoeging tot minder diarree, die bovendien minder ernstig van aard was. Bij voer met 50% tarwe daarente-

Tabel 5: Mate van vóórkomen en ernst van diarree (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van biggen die voeders kregen mét of zonder enzymtoevoeging en verschillende aandelen tarwe

enzymtoevoeging:	15% tarwe		32,5% tarwe		50% tarwe		significantie <sup>1</sup>		
	zonder	met	zonder	met	zonder	met	T	E	T*E
aantal dieren	180	180	180	180	180	180			
aantal hokken	18	18	18	18	18	18			
<i>Eerste week na opleg:</i>									
geen diarree	86,2	90,7	87,4	87,2	87,7	88,1			
pasteuze diarree	9,1	7,2	8,9	8,4	8,4	8,6			
waterdunne diarree	4,7	2,1	3,7	4,4	3,9	3,3			
<i>Tweede week na opleg:</i>									
geen diarree	84,8	85,9	85,0	86,0	88,5	87,3			
pasteuze diaree	11,8	11,0	11,4	11,0	9,3	9,5			
waterdunne diaree	34,	31,	3,6	3,0	2,2	3,2			
<i>Derde week na opleg:</i>									
geen diarree	93,5	91,4	92,3	93,6	92,5	93,4	n.s.	n.s.	n.s.
pasteuze diaree	54,	7,2	5,9	5,5	6,4	5,9			
waterdunne diaree	1,1,	14,	1,8	0,9	1,1	0,7			
<i>Vierde week na opleg:</i>									
geen diarree	97,3	96,4	97,1	97,1	97,9	97,0	n.s.	n.s.	n.s.
pasteuze diaree	25,	34,	1,8	2,5	1,9	2,5			
waterdunne diaree	02,	02,	1,1	0,4	0,2	0,5			
<i>Vijfde week na opleg:</i>									
geen diarree	98,7	98,9	97,9	98,1	98,5	98,1	n.s.	n.s.	n.s.
pasteuze diaree	1,1,	09,	2,1	1,3	0,9	1,9			
waterdunne diaree	02,	02,	0,0	0,6	0,6	0,0			

<sup>1</sup> significantie: T = tarwe-effect; E = enzymeffect; T\*E = interactie tussen tarwe-effect en enzymeffect; n.s. = niet significant; \* = (p < 0,05)

gen gaf enzymtoevoeging meer diarree. Dit ging tevens gepaard met meer waterdunne diarree.

Vanaf de derde week na opleg is er geen verschil meer in de mate van vóórkomen en ernst van diarree tussen de verschillende proefbehandelingen. Het percentage dieren met diarree lag in de laatste drie weken van de opfokperiode duidelijk lager dan in de eerste twee weken na opleg.

#### 4.3.2 Uitval en veterinaire behandelingen

In tabel 6 zijn het aantal uitgevallen dieren en het aantal dieren dat behandeld is vanwege gezondheidsstoornissen weergegeven. Daarnaast zijn de redenen van uitval en van behandelen vermeld.

Het totaal aantal uitgevallen biggen is bij alle proefbehandelingen laag. Er zijn geen verschillen in aantal uitgevallen dieren gevonden tussen de proefbehandelingen. Ook het

totaal aantal veterinair behandelde dieren is niet verschillend tussen de proefbehandelingen. Het aantal dieren dat vanwege maagdarmaandoeningen is behandeld tendeeft naar iets lager wanneer het enzym aan het mengvoer is toegevoegd. Het aantal hokbehandelingen vanwege diarree was bij alle proefbehandelingen dusdanig laag dat hierover geen uitspraken kunnen worden gedaan.

#### 4.4 Hokbevuiling

In tabel 7 is de mate van hokbevuiling weergegeven

Er zijn geen verschillen in de mate van bevuiling van het rooster voor en achter in het hok en de dichte bolle vloer aangetoond tussen de zes proefbehandelingen. Wel is er een interactie aangetoond voor de behandelingen tarwepercentage en enzymtoevoeging met betrekking tot de bevuiling van de

Tabel 6: Uitval en veterinaire behandelingen tijdens de opfokperiode

enzymtoevoeging:	15% tarwe		32,5% tarwe		50% tarwe		significantie <sup>1</sup>		
	zonder	met	zonder	met	zonder	met	T	E	T*E
aantal dieren opgelegd	180	180	180	180	180	180			
aantal dieren uitgevallen	3	3	1	3	1	1	n.s.	n.s.	n.s.
reden van uitval:									
- achterblijven	1	3	1	2	1	0	n.s.	n.s.	n.s.
- beenwerkaandoeningen	0	0	0	0	0	1	2	2	2
- diversen	2	0	0	1	0	0	2	2	2
aantal individueel behandeld	14	12	19	12	16	17	n.s.	n.s.	n.s.
reden van behandelen:									
- maagdarmaandoeningen	8	4	14	3	5	8	n.s.	#	n.s.
- kreupelheden	3	6	2	8	11	7	n.s.	n.s.	n.s.
- luchtwegaandoeningen	0	1	2	0	0	1	2	2	2
- achterblijven	1	1	0	0	0	0	2	2	2
- diversen	2	0	1	1	0	1	2	2	2
aantal hokbehandelingen vanwege diarree	0	0	2	1	1	0	2	2	2

<sup>1</sup> significantie: T = tarwe-effect; E = enzymeffect; T\*E = interactie tussen tarwe-effect en enzymeffect; n.s. = niet significant; # = (p < 0,10)

<sup>2</sup> aantallen te laag om te mogen toetsen

Tabel 7: Mate van hokbevuiling (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van biggen die voeders kregen mét of zonder enzymtoevoeging en met verschillende aandelen tarwe

enzymtoevoeging:	15% tarwe		32,5% tarwe		50% tarwe		significantie'		
	zonder	met	zonder	met	zonder	met	T	E	T*E
aantal hokken	14	14	14	14	14	14			
<i>bevuiling rooster voor in hok:</i>							n.s.	n.s.	n.s.
- score 0	50,6	50,6	53,2	49,4	54,4	58,2			
- score 1	46,9	43,1	44,3	46,8	44,3	34,2			
- score 2+3	2,5	6,3	25,	38,	1,3	7,6			
<i>bevuiling dichte vloer:</i>							n.s.	n.s.	n.s.
- score 0	51,9	54,4	49,4	51,9	36,7	53,2			
- score 1	36,7	31,7	35,4	35,5	54,5	43,0			
- score 2	10,1	6,3	13,9	6,3	6,3	3,8			
- score 3+4	1,3	7,6	13,	63,	2,5	0,0			
<i>bevuiling rooster achter in hok:</i>							n.s.	n.s.	n.s.
- score 0	10,1	10,1	8,9	12,7	8,9	15,2			
- score 1	45,6	45,6	50,6	48,1	41,8	45,6			
- score 2	26,6	25,3	13,9	19,0	20,2	26,6			
- score 3+4	17,7	19,0	26,6	20,2	29,1	12,6			
<i>bevuiling dieren:</i>									
- score 0	7,6	11,4	7,6	10,1	6,3	3,8			
- score 1	59,5	51,9	46,8	60,8	75,9	72,2			
- score 2	30,4	27,8	39,3	25,3	16,5	24,0			
- score 3+4	2,5	8,9	63,	38,	1,3	0,0			

<sup>1</sup> significantie: T = tarwe-effect; E = enzymeffect; T\*E = interactie tussen tarwe-effect en enzymeffect; n.s. = niet significant; \* = ( $p < 0,05$ )

dieren. Binnen de behandeling met 32,5% tarwe waren de dieren met enzymtoevoeging aantoonbaar minder bevuild dan de dieren zonder enzymtoevoeging. Bij de tarweandelen van 15% en 50% waren er geen duidelijke verschillen in de mate van bevuiling van de dieren.

#### 4.5 Economische resultaten

In de economische berekening zijn de verschillen in technische resultaten, de kosten voor veterinaire behandelingen en de arbeidskosten voor het behandelen van de dieren meegenomen. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de economische berekening.

- Opbrengstprijs:  
biggenprijs is f 92,- bij 25 kilogram (exclusief transportkosten). Biggen lichter/zwaarder dan 25 kilogram brengen per kg afwijking f 2,20 minder/meer op (KWIN-V, 1999/2000).
- Voerkosten:  
speenvoer 15% tarwe: zonder enzym f 73,40 per 100 kg en met enzym f 74,33 per 100 kg;  
speenvoer 32,5% tarwe: zonder enzym f 72,40 per 100 kg en met enzym f 73,33 per 100 kg;  
speenvoer 50% tarwe: zonder enzym f 72,40 per 100 kg en met enzym f 73,33 per 100 kg;

opfokvoer 15% tarwe: zonder enzym *f* 57,20 per 100 kg en met enzym *f* 58,13 per 100 kg;  
 opfokvoer 32,5% tarwe: zonder enzym *f* 57,20 per 100 kg en met enzym *f* 58,13 per 100 kg;  
 opfokvoer 50% tarwe: zonder enzym *f* 58,20 per 100 kg en met enzym *f* 59,13 per 100 kg.

De prijzen van de voeders hebben betrekking op de voersamenstellingen zoals ze in deze proef zijn toegepast. De voerprijzen zijn gebaseerd op het gangbare prijsniveau van voorjaar 1999. De voerkosten zijn berekend aan de hand van de werkelijk opgenomen hoeveelheden voer vermenigvuldigd met de voerprijs. Het opnemen van Porzyme-8300® verhoogde de kostprijs van de voeders met *f* 0,93 per 100 kg mengvoer.

Medicijn- en arbeidskosten: per injectie wordt gemiddeld 2 ml van een medicijn ingespoten. De kosten van het medicijn bedragen 20 cent per ml. De arbeidskosten zijn *f* 38,54 per uur (Landelijk Biggenprijzenschema, juli 1999). Uit waarnemingen van het Praktijkonderzoek

Varkenshouderij blijkt dat het individueel behandelen van één gespeende big 1,13 minuut kost. Elke medicinale behandeling kost dan omgerekend *f* 0,73 per injectie. Er is van uitgegaan dat elke behandeling gemiddeld twee keer is herhaald. De totale kosten per behandeld dier dat twee keer is geïnjecteerd bedragen *f* 2,25.

De kosten voor uitval van een big zijn gesteld op *f* 58,63. De kosten voor preventieve gezondheidszorg en de overige kosten zijn op *f* 2,00 per big gesteld.

Uit tabel 8 blijkt dat de opbrengsten per afgeleverde big bij de behandelingen met enzymtoevoeging lager zijn dan bij de behandelingen zonder enzymtoevoeging. Het verschil in opbrengst bedroeg *f* 1,09 bij een tarweaandeel van 15%, *f* 0,67 bij 32,5% tarwe en *f* 0,36 bij 50% tarwe. Er bleek een interactie aanwezig te zijn tussen enzymtoevoeging en tarweaandeel in het voer met betrekking tot de voerkosten. Wanneer geen enzym werd toegevoegd bleken de voerkosten bij de behandeling met 15% tarwe wezenlijk hoger dan bij de behandeling met 32,5% en 50,0% tarwe. Dit verband was niet

Tabel 8: Economische resultaten per afgeleverde big van biggen die voeders kregen mét of zonder enzymtoevoeging en met verschillende aandelen tarwe

enzymtoevoeging:	15% tarwe		32,5% tarwe		50% tarwe		SEM <sup>1</sup>	significantie <sup>2</sup>		
	zonder	met	zonder	met	zonder	met		T	E	T*E
opbrengst per big	<i>f</i> 85,44	<i>f</i> 84,35	<i>f</i> 85,47	<i>f</i> 84,80	<i>f</i> 85,36	<i>f</i> 85,00	0,39	n.s.	**	n.s.
voerkosten	<i>f</i> 12,98 <sup>b</sup>	<i>f</i> 12,54 <sup>a</sup>	<i>f</i> 12,47 <sup>a</sup>	<i>f</i> 12,53 <sup>a</sup>	<i>f</i> 12,46 <sup>a</sup>	<i>f</i> 12,71 <sup>ab</sup>	0,15			**
medicijn- +arbeidsk.	<i>f</i> 0,18	<i>f</i> 0,15	<i>f</i> 0,49	<i>f</i> 0,28	<i>f</i> 0,33	<i>f</i> 0,21				
kosten uitval	<i>f</i> 0,99	<i>f</i> 0,99	<i>f</i> 0,33	<i>f</i> 0,99	<i>f</i> 0,33	<i>f</i> 0,33				
kosten totaal	<i>f</i> 16,15 <sup>d</sup>	<i>f</i> 15,68 <sup>bc</sup>	<i>f</i> 15,29 <sup>ab</sup>	<i>f</i> 15,79 <sup>cd</sup>	<i>f</i> 15,12 <sup>a</sup>	<i>f</i> 15,25 <sup>a</sup>	0,15			***
opbrengst - kosten	<i>f</i> 69,29	<i>f</i> 68,67	<i>f</i> 70,18	<i>f</i> 69,01	<i>f</i> 70,24	<i>f</i> 69,75	0,28	***	***	n.s.

1 SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele; als het verschil tussen de proefgroepen groter is dan 2,77 x de SEM is het verschil significant)

2 significantie: T = tarwe-effect; E = enzymeffect; T\*E = interactie tussen tarwe-effect en enzym-effect; n.s. = niet significant; \*\* = (p < 0,01); \*\*\* = (p < 0,001)

a,b,c,d een verschillende letter binnen een rij duidt op een significant verschil tussen de proefgroepen

aanwezig bij de behandelingen met enzymtoevoeging. Ook bij het kengetal 'kosten totaal' was er interactie tussen de behandelingen aandeel tarwe en enzymtoevoeging. Bij het tarwenniveau van 15% waren de totale kosten bij toevoeging van Porzyme-8300® aantoonbaar lager, terwijl deze bij het tarweaandeel van 32,5% hoger waren. Het kengetal 'opbrengst - kosten' (saldo) werd aantoonbaar beïnvloed door zowel het tarwe-

aandeel als enzymtoevoeging. Verhoging van het percentage tarwe in het voer gaf een aantoonbaar hoger saldo, terwijl het toevoegen van een enzym leidde tot wezenlijke verlaging van het saldo. Het hoogste saldo werd bereikt bij 50% tarwe in het voer zonder enzymtoevoeging. De behandeling met 15% tarwe met enzymtoevoeging behaalde het laagste saldo.



## 5 DISCUSSIE

### 5.1 Effect van enzymtoevoeging aan tarwerijke voeders

Uit dit onderzoek is gebleken dat de toevoeging van het enzym in de periode van opleg tot het einde van de proef geen positieve effecten had op de technische resultaten van gespeende biggen. Gedurende de periode van opleg tot vijftien dagen na opleg bleek dat de gespeende biggen iets langzamer groeiden en een iets lagere voer- en EW-opname hadden wanneer rantsoenen met enzymtoevoeging werden verstrekt. Deze, overigens kleine, verschillen werden veroorzaakt door de resultaten die behaald zijn met de voeders waaraan 15% tarwe was toegevoegd; een tarweniveau waarvoor het enzym niet is bedoeld. De verschillen worden bovendien niet veroorzaakt door tegenvallende resultaten van het voer met 15% tarwe plus enzym, maar door de opvallend goede resultaten van de behandeling met 15% tarwe zonder enzymtoevoeging. In het traject van 15 tot 35 dagen na opleg neigden de gemiddelde groei, voeropname en EW-opname bij de voeders met enzym tot lagere waarden. De verschillen in voer- en EW-opname zijn echter gering en worden ook in dit traject veroorzaakt door de resultaten van de behandelingen met 15% tarwe. Bij de conclusies worden deze effecten daarom niet meegenomen.

Waarom de technische resultaten niet zijn verbeterd door enzymtoevoeging is moeilijk aan te geven. In de literatuur is geen eenduidigheid ten aanzien van het effect van het toevoegen van enzymen aan tarwerijke rantsoenen (zie hoofdstuk 2). De conclusie van het literatuurhoofdstuk is dat er sterke aanwijzingen zijn dat enzymen alleen een gunstig effect hebben wanneer de viscositeit in het maagdarmkanaal zodanig hoog is dat deze een anti-nutritionele werking krijgt (Gatel et al., 1997, Dusel 1997a, Dusel 1997b, Jeroch et al., 1999). Mogelijk is de viscositeit bij geen van de tarweniveaus tot een kritiek niveau gestegen. Dit zou een verklaring kunnen geven voor het ontbreken van positieve effecten. In dit experiment zijn

echter geen viscositeitsbepalingen van de voeders of de chymus uitgevoerd, zodat deze veronderstelling niet ondersteund kan worden met feiten.

De groei, voederconversie en EW-conversie van de behandeling met 15% tarwe plus enzymtoevoeging bleven aantoonbaar achter ten opzichte van de vergelijkbare behandeling zonder enzymtoevoeging. Haberer und Schulz (1998) geven aan dat enzymtoevoeging niet meteen tot verlaging van de viscositeit in het maagdarmkanaal hoeft te leiden. In eerste instantie kan de viscositeit zelfs stijgen, doordat onoplosbare NSP-fractionen als gevolg van enzymatische afbraak juist oplosbaar worden. In een later stadium treedt pas een verlaging van de viscositeit op, doordat deze inmiddels oplosbare NSP's verder worden afgebroken. Het voer van deze proefgroep bevatte naast tarwe ook nog een hoog aandeel gerst (30%), een grondstof die van nature rijk is aan onoplosbare NSP's. Het is denkbaar dat dit mechanisme van viscositeitsstijging een rol heeft gespeeld bij de behandeling met enzymtoevoeging aan het voer met 15% tarwe, met verslechtering van de technische resultaten als gevolg.

De kwaliteit van de tarwe die in de proefvoeders is verwerkt kan ook een rol gespeeld hebben. Partridge et al. (1999) toonden aan dat het effect van enzymtoevoeging op technische resultaten afhangt van de voederwaarde van de gebruikte tarwe. Zij definieerden op basis van groeiproeven bij gespeende biggen de voederwaarde van een drietal tarwevariëteiten als hoog, gemiddeld en laag en verwerkten vervolgens 65% van deze kwaliteiten tarwe in rantsoenen van biggen van 28 kg. Het verschil in voederwaarde tussen de tarwekwaliteiten bleek overigens niet verklaard te worden door een verschil in viscositeit. Deze was namelijk voor elke kwaliteit gelijk (Partridge, persoonlijke mededeling). De rantsoenen met de gemiddelde en lage tarwekwaliteit gaven een lagere voeropname en groei ten opzichte van het rantsoen met de hoge tarwekwaliteit.

teit. Enzymtoevoeging gaf een aantoonbare verbetering van de voeropname en groei van de biggen die het rantsoen met de lage tarwekwaliteit kregen en wel tot het niveau van de behandeling die de hoog kwalitatieve tarwe kreeg. Op basis van deze resultaten is een mogelijke verklaring dat in de in dit rapport beschreven proef gebruik gemaakt is van een goede kwaliteit tarwe, waardoor enzymtoevoeging geen verbetering van de resultaten opleverde. Deze veronderstelling wordt ondersteund door de in deze proef behaalde positieve resultaten bij toename van het tarweaandeel. In het traject van 15 tot 35 dagen verbeterde de groei bij verhoging van het tarwepercentage. Over het hele groeitraject gezien verbeterde de voeder- en EW-conversie bij een toenemend aandeel tarwe.

In de inleiding is gesteld dat enzymen toegepast kunnen worden in combinatie met goedkopere (NSP-rijke) grondstoffen, zodat de voerprijs verlaagd wordt zonder dat de technische resultaten verslechteren. In deze proef is er echter naar gestreefd proefvoerders samen te stellen die qua chemische samenstelling zo veel mogelijk vergelijkbaar waren. Hierdoor is de kostprijs van de voeders bij toename van het tarwepercentage niet of nauwelijks gedaald. In deze proef lag de kostprijs van de tarwerijke voeders met enzymtoevoeging op hetzelfde niveau (bij het speenvoer) of op een aanmerkelijk hoger niveau (bij het opfokvoer) dan de kostprijs van de tarwearme voeders zonder enzymtoevoeging. Dit heeft er mede toe bijgedragen dat het toevoegen van enzym in deze proef leidde tot een verlaging van het saldo.

Gegeven de vragen die voortkomen uit dit onderzoek en de wisselende proefresultaten, beschreven in de literatuur, is meer onderzoek naar het mechanisme van de werking van enzymen bij biggen en vleesvarkens gewenst. Een belangrijk aspect hierbij is het effect van enzymen in relatie tot viscositeit in het maagdarkanaal. De prijsontwikkelingen van granen, het EU-beleid om meer Europese granen in varkensrantsoenen te verwerken en de belangstelling van varkenshouders en mengvoederindustrie om meer granen in het rantsoen op te nemen rechtvaardigen vervolgonderzoek.

## 5.2 Effect van het percentage tarwe in het mengvoer

Uit tabel 3 blijkt dat een oplopend aandeel tarwe heeft geleid tot een lagere voederconversie en EW-conversie gedurende het gehele opfoktraject. Deze tendens doet zich met name voor in de periode dat de biggen opfokvoer verstrekt kregen (15 - 35 dagen). Een verklaring voor deze resultaten kan mogelijk gevonden worden in de verschillen in nutriënten tussen de diverse voeders. Bij vergelijking van de voersamenstellingen (tabel 2 en bijlage A) blijkt dat toename van het aandeel tarwe hoofdzakelijk samenging met een verlaging van het percentage gerst. Deze wijziging in grondstoffen ging, zoals overigens verwacht, gepaard met een hoger zetmeel + suikergehalte en een lager gehalte aan ruwe celstof en ruw vet. Ondanks deze verschillen in nutriënten is de berekende voederwaarde (EW) van de voeders gelijk. De voederwaarde van mengvoergroondstoffen is gebaseerd op verteringsonderzoek bij vleesvarkens van circa 60 kg. Uit de literatuur is bekend dat het gewicht van varkens een belangrijke rol speelt bij vertering van nutriënten. Veel recent onderzoek naar de relatie tussen nutriëntverteerbaarheid en gewicht van varkens is echter gericht op het verschil tussen vleesvarkens en zeugen. Een voorbeeld hiervan is onderzoek van Noblet and Le Goff (1999), die hebben aangetoond dat de voederwaarde van ruwe celstofrijke grondstoffen voor zeugen hoger is dan voor vleesvarkens. Een interessante vraag is vervolgens of vleesvarkens de nutriënten ruwe celstof en ruw vet weer beter benutten dan biggen in de opfokfase. Roth and Kirchgessner (1984) vonden bij biggen in het traject van 12 - 19 kg een verbetering van de verteringscoëfficiënten van ruw eiwit, ruw vet en overige koolhydraten in vergelijking met biggen in het gewichtstraject van 8 - 12 kg. Mogelijk overschat het huidige EW-systeem dus de voederwaarde van OOS- en vetrijkere biggenvoerders vanwege het feit dat dit systeem is gebaseerd op verteringsonderzoek bij vleesvarkens. Dit zou de gunstigere voederconversie en EW-conversie bij een oplopend aandeel tarwe in het voer kunnen verklaren. Ook dit aspect behoeft nader onderzoek.

Een andere mogelijke verklaring voor de verbetering van de technische resultaten bij oplopende tarwepercentages is de kwaliteit van de gebruikte tarwe. Dat deze zeer sterk kan variëren blijkt uit een onderzoek van Cadogan et al. (1999), waarin gekeken is naar het effect van elf verschillende tarwerassen op technische resultaten bij gespeende biggen. In dit experiment varieerde de voeropname van 271 tot 514 g/dag en de groei van 233 tot 447 g/dag. De voederconversie was in deze proef echter vrij constant met waarden tussen de 1,09 en 1,18. Vergelijkbare resultaten zijn gevonden door Schulze et al. (1999) in een proef met gespeende biggen, waarin zes verschillende tarwerassen zijn ingezet, alle afkomstig van één akkerbouwbedrijf. De voeropname varieerde in deze proef van 554 tot 636 g/dag en de groei van 415 tot 488 g/dag. De voederconversie was in dit onderzoek niet constant en liep uiteen van 1,29 tot 1,49. Uit beide onderzoeken blijkt een grote invloed van het

tarweras op dierprestaties van gespeende biggen, hoewel in deze publicaties niet wordt aangegeven wat de nutritionele verschillen van de verschillende tarwerassen zijn. In het in dit rapport beschreven onderzoek kwamen de berekende en geanalyseerde voersamenstelling redelijk goed overeen, met uitzondering van een hoger geanalyseerd ruw-eiwitgehalte. Een mogelijk hogere voederwaarde van de tarwe kan dus verklaard worden door een hoger ruw-eiwitgehalte dan aangehouden bij het optimaliseren van de proefvoerders. Hoewel niet geanalyseerd, is het ook goed mogelijk dat de verwerkte tarwe minder NSP's bevatte of dat de samenstelling van de NSP-fractie gunstiger was voor de biggen. Zoals in het literatuurhoofdstuk is aangegeven kunnen varkens NSP's moeilijk verteren en hebben deze een negatieve invloed op de verteerbaarheid van andere nutriënten (Jeroch et al., 1999; Haberer en Schulz, 1998).

## 6 CONCLUSIES EN PRAKTISCHE RELEVANTIE

Ten aanzien van de enzymbehandeling:

- ongeacht het aandeel tarwe heeft toevoeging van het enzym Porzyme-8300® aan het mengvoer geen invloed op de voeropname, voederconversie, EW-opname en EW-conversie van gespeende biggen in de opfokperiode. Enzymtoevoeging leidt wel tot een iets lagere en onverklaarbare groei van de gespeende biggen gedurende de hele opfokperiode;
- zowel de opbrengsten per big als de 'opbrengsten minus kosten' per big zijn bij toevoeging van Porzyme-8300s aantoonbaar lager;
- het gebruik van het enzym Porzyme-8300® tendeert tot lagere groei, lagere voeropname en lagere EW-opname in het traject van 15 tot 35 dagen na opleg;
- in het traject van 15 tot 35 dagen na opleg verbeteren de voederconversie en EW-conversie bij het tarweniveau van 15% aantoonbaar door toevoeging van het enzym Porzyme-8300®;
- toevoegen van het enzym Porzyme-8300® tendeert tot een daling van het aantal individuele behandelingen tegen maagdarm-aandoeningen;
- enzymtoevoeging heeft weinig effect op het voorkomen van diarree, bevulling van dieren en hokbevulling.

Ten aanzien van het percentage tarwe in het mengvoer:

- verhoging van het aandeel tarwe van 15% naar 32,5% of 50% heeft een aantoonbare verbetering van de voeder- en EW-conversie tot gevolg in het traject van opleg tot 35 dagen na opleg;
- biggen die mengvoer met 50% tarwe verstrekt krijgen groeien in de periode van 15 tot 35 dagen na opleg aantoonbaar sneller dan biggen met 15% tarwe in het voer;
- door het tarwepercentage in het biggenvoer te verhogen van 15% naar 32,5% of 50% dalen de totale kosten en stijgt het saldo aantoonbaar.

Praktische relevantie

Samenvattend kan gesteld worden dat het goed mogelijk is om aanzienlijke hoeveelheden tarwe (in deze proef tot 50%) te verwerken in speen- en opfokvoerders. Verhoging van het aandeel tarwe leidt zelfs tot verbetering van technische en economische resultaten. Het toevoegen van het enzym Porzyme-8300® aan de tarwerijke rantsoenen heeft in dit experiment geen positief effect gehad op technische en economische resultaten.

# LITERATUUR

- Bikker, P. 1996. *Enzymen in diervoeders*. Rapport Wetenschapswinkel Landbouw-universiteit Wageningen.
- Cadogan, D.J., M. Choct, R.G. Campbell and S. Kershaw 1999. *Effects of new season's wheat on the growth performance of young pigs*. Manipulating Pig Production VII. Proc. Australasian Pig Science Association Meeting. Adelaide, Nov.-Dec. 1999, p. 40.
- CVB 1999. Veevoedertabel.
- Dänicke, S., G. Dusel, H. Jeroch and H. Kluge 1999. *Factors affecting efficiency of NSP-degrading enzymes in rations for pigs and poultry*. *Agribiol. Res.* 52, 1, 1999.
- Dusel, G., H. Kluge, O. Simon, H. Jeroch and H. Schulze 1997a. *Untersuchungen zum Einfluß von NS-hydrolysierenden Enzymen in getreidereichen Futtermischungen auf intestinale Viskosität sowie Nährstoffverdaulichkeit bei Ferkeln*. Proc. Soc. Nutr. Physiol. (1997)6.
- Dusel, G., H. Schulze, H. Kluge, O. Simon and H. Jeroch 1997b. *The effect of wheat quality measured by extract viscosity and dietary addition of feed enzymes on performance of young pigs*. *Journal of Animal Science*, Vol. 75, Suppl. A, p. 200.
- Finfeeds International Ltd. *Diverse publications*.
- Florou-Paneri, P., D. Kantas, C. Alexopoulos, A.C. Tsinas, V. Vassilopoulos and S.C. Kyriakis 1998. *A comparative study on the effect on a dietary multi-enzym system and/or Virginiamycin on weaned piglet performance*. Proceedings of the 15th IPVS Congress, Birmingham, England, 5-9 July 1998.
- Gatel, F., C. Jondreville, S. van Cauwenberghe, I. Williatte and M.F. Beaux 1997. *Characterization of wheat, barley and pea digestion by the weaned piglet*. Proceedings of the seventh international symposium on digestive physiology in pigs (p.377 - 381).
- Gill, B.P., K.H. Hillman and H. Schulze 1996. *Effect of wheat processing and enzyme supplementation of weaner diets on piglet performance and gut health*. British Society of Animal Science Winter Meeting. Scarborough, 18-20 March 1996.
- Haberer, B. und E. Schulz 1998. *Zum Einfluss Nsp-Hydrolysierender Enzyme in der Schweinefütterung*. *Übersicht Tierernährung* 26 (1998) p. 25-64.
- Inbarr, J. 1987. *Enzymes in pig feeds*. 38th Annual Meeting of the EAAP, Lissabon-Portugal, 27 september - 1 october 1987.
- Inbarr, J., M. Schmitz and F. Ahrens 1993. *Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs*. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 44, p.113-127.
- Inbarr, J. 1994. *Gastrointestinal parameters influencing performance of pigs fed enzyme-supplemented barley-based feeds*. *Agricultural Science in Finland*, Vol. 3, 1994, Supplement No. 2.
- Jeroch, H., D. Dusel, H. Klunge and H. Nonn 1999. *Zur Wirksamkeit einer mikrobiellen Xylanase zu weizenreichen Ferkelaufzucht-rationen auf der Basis von Weizen bzw. Weizen, Roggen und Gerste*. Landbauforschung Völknerode: wissenschaftliche Mitteilungen der Forschungsanstalt für Landwirtschaft 1999 - 193 (p. 223-228).
- Kantas, D., P. Florou-Paneri, V. Vassilopoulos and S.C. Kyriakis 1998. *The effect on a dietary multi-enzym system on piglet post-weaning performance*. Proceedings of the 15th IPVS Congress, Birmingham, England, 5-9 July 1998.
- Liu, Y.G., S.K. Baidoo and H. Schulze 1997. *Digestive responses of young pigs on microbial enzymes added to hulles barley diets: energy and amino acid digestibility*

Proceedings of the VIIth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, EAAP Publication No. 88, Saint Malo, France.

Officer, D.I. 1995. *Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre- and post-weaning periods*. Animal Feed Science and Technology, Vol. 56, p.55-65.

Noblet, J. and G. le Goff 1999. *Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs*. 50th Annual Meeting of the EAAP, Zurich, 22-26 August 1999.

Oude Voshaar, J.H. 1994. *Statistiek voor onderzoekers*. Wageningen Pers, Wageningen.

Partridge, G.G. 1995. *Practical application of new feed enzymes to wheat based pig feeds*. Feed Compounder, March, p. 22-25.

Partridge, G.G. and M. Hazzledine 1997. *The influence of feed enzymes on digestive disorders in swine*. American Association of Swine Practitioners, 1997.

Partridge, G.G. 1998. *Ingredient effects on digestive disorders*. Pig International, March 1998, Volume 28, number 3, p.18-20.

Partridge, G.G., J.M. de la Fuente, A. Flores, M. Sanz and M.Y. Tan 1998. *The use of a multi-enzyme product in mixed grain diets for young pigs*. The 8th World Conference on Animal Production, Seoul, Korea, June 28 - July 4 1998, Contributed papers Vol. I.

Partridge, G.G., P.H. Simmins and D.J. Cadogan 1999. *Influence of xylanase addition to diets containing wheat co-products and nutritionally-defined wheat on growing pig performance*.

*Manipulating Pig Production VII*. Proc. Australasian Pig Science Association Meeting. Adelaide, Nov.-Dec. 1999, p. 37.

Poppel, F. van, S. Tamminga, M.C. Blok en S.F. Spoelstra 1992. *Niet-zetmeel koolhydraten (NSP) in de veevoeding*. Kwaliteitsreeks nr. 20, uitgave Productschap voor Veevoeder, 101p.

Rattay, D. 1998. *Einfluß eines antimikrobiellen Zusatzstoffes (Avilamycin) und eines Nicht-Starke-Polysaccharid (NSP)-hydrolysierenden Enzyms (Xylanase) allein und in Kombination auf die Nährstoffumsetzungen im Verdauungstrakt beim Schwein*. Inaugural Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover 1998.

Roth, F.X. and M. Kirchgessner 1984. *Verdaulichkeit der Energie und Rohrnährstoffe beim Schwein in Abhängigkeit von Fütterungsniveau und Lebendgewicht*. Z. Tierphysiol. und Tierernährung und Futtermittelkunde 51, 79-87.

SAS 1990. *SAS/STAT Users Guide: Statistics (Release 6.04 Ed.)*. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

Schulze, H. 1995. *Enzymes in Animal Nutrition - Enzyme Development and Mode of Action of Enzymes, Symposium "De nieuwe generatie enzymen"*, De Reehorst, Ede.

Schulze, H., A.N. Pearce and S.P. Rose 1997. *The effect of six different wheat cultivars of similar bushel weight on growth performance of young pigs*. Journal of Animal Science 75, Supplement, p. 197.

Schutte, J.B. 1991. *Nutritional value and physiological effects of D-xylose and L-arabinose in poultry and pigs*. PhD-Thesis Agricultural University Wageningen, TNO-ILOB.

Smits, C.H.M. 1996. *Viscosity of dietary fibre in relation to lipid digestibility in broiler chickens*. PhD-Thesis Agricultural University Wageningen.

Thacker, P.A. and T.C. Baas 1996. *Effects on the activity of exogenous pentosanase supplementation of the diet on the performance of growing-finishing pigs*. Animal Feed Science and Technology 63 (1996) p. 187-200.

Veldman, A. 1990. *De toepassing van enzymen in de veevoeding*. Veevoedkundige mededelingen van De Schothorst.

# BIJLAGEN

## Bijlage A: Voersamenstellingen

### Grondstoffensamenstelling (%) speenvoeders dag 1- 14 na opleg

	15% tarwe	32,5% tarwe	50% tarwe
tarwe	15,0	32,5	50,0
gerst	30,0	15,0	0,0
maïs	15,0	12,8	10,5
weipoederconc.	10,0	10,0	10,0
lijnzaadschilfers	3,0	3,0	3,0
sojaschroot	17,5	17,5	17,5
getoaste sojabonen	2,5	2,5	2,5
mengvet	2,25	2,1	1,9
overige	4,8	4,6	4,6

Geen van de proefvoeders bevatte een antimicrobiële groeibevorderaar

### Berekende gehalten (gram/kg)

	Speenvoer		
	15% tarwe	32,5% tarwe	50% tarwe
EW	1,12	1,12	1,12
ruw eiwit	200	200	200
zetmeel+suiker varken	434	449	464
ruw vet	46	43	40
ruwe celstof	33	31	29
darmverteerbaar lysine	10,2	10,2	10,2
darmverteerbaar meth.+cyst.	6,4	6,4	6,4
darmverteerbaar threonine	6,5	6,5	6,5
darmverteerbaar tryptofaan	2,0	2,0	2,0
calcium	8,8	8,8	8,8
verteerbaar fosfor	3,6	3,6	3,6
natrium	1,8	1,8	1,8

Grondstoffensamenstelling (%) opfokvoerders dag 15 - 34 na opleg

	15% tarwe	32,5% tarwe	50% tarwe
tarwe	15,0	32,5	50,0
tarwegries	5,0	5,0	5,0
gerst	30,0	15,0	0,0
mais	3,0	0,0	8,5
tapioca	10,0	10,0	15
sojaschroot	22,5	22,5	22,5
getoaste sojabonen	2,5	2,5	2,5
diermeel	4,4	4,2	2,7
mengvet	2,4	2,5	1,9
overige	5,2	5,8	5,4

Geen van de proefvoerders bevatte een antimicrobiële groeibevorderaar

Berekende gehalten (gram/kg)

	Opfokvoer		
	15% tarwe	32,5% tarwe	50% tarwe
EW	1,09	1,09	1,09
ruw eiwit	207	208	210
zetmeel+suiker varken	392	403	431
ruw vet	48	48	43
ruwe celstof	41	38	33
darmverteerbaar lysine	9,9	9,9	9,9
darmverteerbaar meth+cyst.	6,0	6,0	6,0
darmverteerbaar threonine	5,7	5,7	5,7
darmverteerbaar tryptofaan	2,0	2,0	2,0
calcium	8,3	9,5	8,3
verteerbaar fosfor	3,4	3,4	3,4
natrium	1,8	2,1	1,8



## Bijlage B: Geanalyseerde enzymactiviteit

Speenvoer	Xylanase-activiteit (U/kg)
1 15% tarwe zonder enzym	< 100
2 15% tarwe met enzym	5.958
3 32,5% tarwe zonder enzym	< 100
4 32,5% tarwe met enzym	4.843
5 50% tarwe zonder enzym	< 100
6 50% tarwe met enzym	4.423

Opfokvoer	Xylanase-activiteit (U/kg)
1 15% tarwe zonder enzym	< 100
2 15% tarwe met enzym	4.785
3 32,5% tarwe zonder enzym	< 100
4 32,5% tarwe met enzym	6.257
5 50% tarwe zonder enzym	< 100
6 50% tarwe met enzym	5.650

De berekende xylanase-activiteit in de voeders met enzym was 5.000 U/kg

# REEDSEERDERVERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

## Proefverslag P 1.213

*Verdamping van water uit dierlijke mest met behulp van zonne-energie.* J. J.H. Huijben en Wagenberg, A.V. van, oktober 1998.

## Proefverslag P 1.214

*Investeringskosten van standaardstallen voor varkens anno 1996.* J.H.A.N. Adams, Brakel, C.E.P. van, Backus, G.B.C. en Bens P.A.M., november 1998.

## Proefverslag P 1.215

*Los of in het mengvoer verstrekken van 50% tarwe en gerst aan vleesvarkens.* M.M. J.A. Rijnen, Scholten, R.H.J. en Plagge, J.G., december 1998.

## Proefverslag P 1.216

*Reinigen van varkensstallen na inweken met schuim of met water; kosten en kwaliteit.* P.F.M.M. Roelofs en Plagge, J.G., januari 1999.

## Proefverslag P 1.217

*Arbeidsbelasting, fysieke klachten en ziekteverzuim bij varkenshouders.* E. Hartman, Oude Vrielink, H.H.E. en Roelofs, P.F.M.M., januari 1999.

## Proefverslag P 1.218

*Uitroeiing van schurft op varkensbedrijven.* P.C. Vesseur (Ed.), Bokma-Bakker, M.H., Rambags, P.G.M., Hunneman, W.A., Heijden, H.M.J.F. van der, Smeding, T., Pieke, E. en Binnendijk, G.P., maart 1999.

## Proefverslag P 1.219

*Reconstructie vanaf de basis. Fase 1: toekomstverkenningen van Limburgse varkenshouders.* W.P.J. Stroucken-Steeghs, Vleuten, C.W.J.M. van der, Hoff, H.M. en Backus, G.B.C., maart 1999.

## Proefverslag P 1.220

*De invloed van geboorte-inductie en het tijdstip van vlekziekte-vaccinatie tijdens de zoogperiode op het interval spenen-bronst van zeugen.* M.C. Vonk, Binnendijk, G.P. en Vesseur, P.C., maart 1999.

## Proefverslag P 1.221

*Model MINERALENSTROOM.* C.P.A. van Wagenberg en Backus G.B.C., april 1999.

## Proefverslag P 1.222

*Doelstellingen, inrichting en fasering van de Dierveiligheidsindex.* M.H. Bokma-Bakker en Vesseur, P.C., april 1999.

## Proefverslag P 1.223

*Scharrelvleesvarkens bij verschillende houderijsystemen, hokuitvoeringen en koppelgroottes.* J.H. Huiskes, Roelofs, P.F.M.M., Altena, H., Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., april 1999.

## Proefverslag P 1.224

*Ammoniakemissie van grote groepen gespeende biggen met een hokoppervlak van 0,4 m<sup>2</sup> per dier.* A.J.A.M. van Zeeland, Brok, G.M. den, Asseldonk, M.G.A.M. van en Verdoes, N., april 1999.

## Proefverslag P 1.225

*Technische en economische resultaten van bedrijven met vleesvarkens 1997.* L.M.C.J. Kuunders, Mandersloot, F. en Lubben, J., mei 1999.

## Proefverslag P 1.226

*Technische en economische resultaten van bedrijven met zeugen 1997.* L.M.C.J. Kuunders, Mandersloot, F. en Lubben, J., mei 1999.

## Proefverslag P 1.227

*Vernevelen van water voor koeling in varkensstallen.* A.V. van Wagenberg en Zeeland, A.J.A.M. van, juni 1999.

## Proefverslag P 1.228

*Gedeeltelijk spenen van eerste- en tweede-worpszeugen.* P.C. Vesseur, Binnendijk, G.P. en Hoofs, A.I.J., augustus 1999.

## Proefverslag P 1.229

*Vleesvarkens in een alternatief houderijsysteem met of zonder voerbepaarders.* J.H. Huiskes en Plagge, J.G., augustus 1999.

Proefverslag P 1.230

*Haalbaarheid van luchtdesinfectie door UV-straling in varkensstallen.* P.F.M.M. Roelofs, Nooijen, P.J.J.M. en Vesseur, P.C., augustus 1999.

Proefverslag P 1.231

*De waarde van een vervangingsindex voor het vervangingsbeleid van zeugen.* H. J. P.M. Vos, Elst-Wahle, ER. ter en Vesseur, P.C., oktober 1999.

Proefverslag P 1.232

*Taaktijden voor de varkenshouderij.* P.F. M. M. Roelofs, Asseldonk, M.G.A.M. van en Schilden M. van der, oktober 1999.

Proefverslag P 1.233

*Individuele voeropnamekenmerken van in groepen gehuisveste gespeende biggen.* E.M.A.M. Bruininx en Peet-Schwering, C.M.C. van der, november 1999.

Proefverslag P 1.234

*Wa terverdamping uit dunne mest; resultaten van modelberekeningen.* A.V. van Wagenberg, Verdoes, N., Vranken, E. en Berckmans, D., december 1999.

Proefverslag P 1.235

*Haalbaarheid van de ontwerp-GHP-code voor varkensbedrijven.* B.G.P. Vlemmix, Bokma-Bakker, M.H., Loo, D.J.P.H. van de en Vesseur, P.C., januari 2000.

Proefverslag P 1.236

*Kostprijs van varkensvlees in een aantal EU-landen in 1996 en 1997.* L.M.C.J. Kuunders en Mandersloot, F., februari 2000.

Proefverslag P 1.237

*Het effect van rogge in vleesvarkensvoer op technische en financiële resultaten, slachtkwaliteit en gezondheid.* M.M. van Krimpen, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., februari 2000.

Proefverslag P 1.238

*Fysieke belasting in de varkenshouderij bij verschillende werkmethoden.* E. Hartman, Oude Vrielink, H.H.E. en Roelofs, P.F.M.M., maart 2000.

Proefverslag P 1.239

*De gebruikswaarde van de Gezondheidsplanner Varkens onder praktijkomstandigheden.* M.H. Bokma-Bakker, Geudeke, Th., Schilder, E.A.M. en Binnendijk, G.P., april 2000.

Proefverslag P 1.240

*Monitoring van het energiegebruik in vleesvarkensstallen bij toepassing van frequentieregelaars op ventilatoren.* A.V. van Wagenberg en Hoofs, A.I.J., april 2000.

Proefverslag P 1.241

*Het praktisch en technisch functioneren van mes tpan ven tila tie in kraamafdelingen.* A. V. van Wagenberg, Rooseboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., mei 2000.

Proefverslag P 1.242

*Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventila tiesys teem op de stofconcentratie.* P.F.M.M. Roelofs en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.243

*Effect van eiwitbron in spenvoer op de technische resultaten en gezondheid van biggen.* C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, 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 30,- per P I-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost f 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.