



Praktijkrapport Varkens 36

Gerfermenteerde granen in brijvoer voor gespeende biggen



November 2004

Varkens





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

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

Bestellen

ISSN 1570-8608
Eerste druk 2004/oplage 120
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Abstract

Fermented cereals in liquid diets increase the feed intake and growth in weanling pigs with 20 and 9 g/d, respectively. However, these effects will only be realised when the fermentation process can be controlled. Uncontrolled fermentation deteriorates feed conversion ratio of the weanling pigs.

Keywords: weanling pigs, fermented cereals, liquid feed

Referaat

ISSN 1570-8608

Van der Peet-Schwering, C.M.C., M.A.H.H. Smolders, G.P. Binnendijk en E.M.A.M. Bruininx (Praktijkonderzoek)

Gefermenteerde granen in brijvoer voor gespeende biggen (2004).

PraktijkRapport Varkens 36

28 pagina's, 14 tabellen

Gefermenteerde granen in brijvoerrantsoenen verhogen de voeropname van gespeende biggen met 20 g/d en de groei met 9 g/d ten opzichte van rantsoenen zonder gefermenteerde granen. Dit blijkt uit onderzoek op het Praktijkcentrum Sterksel. Het voordeel is er alleen als het fermentatieproces goed verloopt. Als dat proces niet goed verloopt, verslechtert de voederconversie van de biggen.

Trefwoorden: gespeende biggen, gefermenteerde granen, brijvoer



Praktijkrapport Varkens 36

Gerfermenteerde granen in brijvoer voor gespeende biggen

Fermented cereals in liquid weaner diets

C.M.C. van der Peet-Schwering
M.A.H.H. Smolders
G.P. Binnendijk
E.M.A.M. Bruininx

November 2004

Samenvatting

In de varkenshouderij maakt men regelmatig gebruik van antimicrobiële groeibevorderaars (AMGB's) in voeders ter voorkoming van met name maagdarfstoornissen. Er zijn echter aanwijzingen dat het gebruik van AMGB's bijdraagt aan de resistentie tegen antibiotica die in de humane geneeskunde gebruikt worden. Brijvoer met een gefermenteerde koolhydraatrijke grondstof (tarwe) lijkt een positief effect te hebben op de groei én de darmgezondheid van gespeende biggen. Met name de hoge concentraties organische zuren (melkzuur) in dit voer lijken hiervoor verantwoordelijk te zijn. Op Praktijkcentra Sterksel is in twee experimenten met gespeende biggen onderzocht of gefermenteerde grondstoffen in brijvoer mogelijk een alternatief zijn voor AMGB's in het voer. Het eerste experiment is uitgevoerd met 1500 biggen, gehouden in groepen van 25. Er zijn drie proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

- 1 *Niet gefermenteerd, zonder AMGB's*: een brijvoerrantsoen bestaande uit 60% niet gefermenteerde gerst en tarwe en 40% aanvullend voer zonder AMGB.
- 2 *Gefermenteerd, zonder AMGB's*: een brijvoerrantsoen bestaande uit 60% gefermenteerde gerst en tarwe en 40% aanvullend voer zonder AMGB.
- 3 *Niet gefermenteerd, met AMGB's*: een brijvoerrantsoen bestaande uit 60% niet gefermenteerde gerst en tarwe en 40% aanvullend voer met AMGB.

Het tweede experiment is uitgevoerd met 900 biggen, gehouden in groepen van 25. Er zijn twee proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

- 1 *Niet gefermenteerd, zonder AMGB's*: een brijvoerrantsoen bestaande uit 60% niet gefermenteerde gerst en tarwe en 40% aanvullend voer zonder AMGB. Aan het granenmengsel was Bactocell (een bacteriecultuur) toegevoegd.
- 2 *Gefermenteerd, zonder AMGB's*: een brijvoerrantsoen bestaande uit 60% gefermenteerde gerst en tarwe en 40% aanvullend voer zonder AMGB. Aan het granenmengsel was Bactocell toegevoegd.

De belangrijkste resultaten van het onderzoek zijn:

- In experiment 1 is het fermentatieproces niet goed verlopen. Er is te weinig melkzuur en te veel azijnzuur gevormd. In experiment 2 is een bacteriecultuur toegevoegd aan de granen en is het fermentatieproces beter verlopen.
- Rantsoenen met gefermenteerde granen verbeterden de voeropname (+ 20g/d) en groei (+ 9 g/d) licht ten opzichte van rantsoenen met niet gefermenteerde granen. Dit geldt echter alleen als het fermentatieproces goed verloopt, zoals in experiment 2. In experiment 1 was er geen effect op groei en was de voederconversie ongunstiger bij gefermenteerde granen in het rantsoen.
- Biggen die niet gefermenteerd voer met AMGB's kregen, groeiden sneller en hadden een gunstigere voederconversie dan biggen die wel of niet gefermenteerd voer zonder AMGB's kregen.
- In beide experimenten zijn de meeste biggen uitgevallen in de groep met gefermenteerde granen in het rantsoen. In experiment 1 was de hogere uitval niet toe te wijzen aan een specifieke oorzaak. In experiment 2 was de uitval hoger door meer achterblijvers.
- Er was geen verschil in aantal uitgevallen dieren tussen biggen die niet gefermenteerd voer zonder of met AMGB kregen.
- In beide experimenten was er geen verschil in het aantal veterinair behandelde dieren.
- Het saldo per afgeleverde big was in beide experimenten het laagst bij de biggen met gefermenteerde granen in het rantsoen. In experiment 1 was het saldo het hoogst bij de biggen die niet gefermenteerd voer met AMGB kregen.

Het fermenteren van granen onder praktijkomstandigheden is moeilijker dan op basis van pilot experimenten werd verwacht. Toevoeging van een bacteriecultuur om het fermentatieproces goed te laten verlopen lijkt noodzakelijk. Als het fermentatieproces goed verloopt wordt er voldoende melkzuur (aanbeveling: minimaal 150 mmol/kg brij) en niet te veel azijnzuur (aanbeveling: maximaal 30 mmol/kg brij) gevormd. Daarnaast mag het aantal gisten niet te hoog zijn. Rantsoenen met gefermenteerde granen (mengsel van tarwe en gerst) voor gespeende biggen zijn op basis van onze proeven nog geen perspectiefvol alternatief voor AMGB's in het voer. Mogelijk dat het dat wel is als het fermentatieproces nog beter beheerst wordt of als er alleen tarwe gefermenteerd wordt.

Summary

Dietary anti microbial growth promoters (AMGPs) are commonly used to prevent piglets from gastrointestinal disorders. However, the use of AMGPs in diets will be forbidden in 2006. The addition of fermented cereals to liquid diet might improve growth rate and gastrointestinal health in weanling pigs. The high concentration of lactic acid in fermented diets seems responsible for these improvements. On the experimental farm in Sterksel, two experiments were conducted to investigate whether fermented cereals in liquid diets are an alternative to AMGPs in weanling pig diets.

In trial 1, 1,500 weanling pigs, housed in groups of 25, were used. Experimental treatments were:

- 1 *Nonfermented liquid diet without AMGP*: piglets were fed 60% nonfermented cereals and 40% compound feed without AMGP.
- 2 *Fermented liquid diet without AMGP*: piglets were fed 60% fermented cereals and 40% compound feed without AMGP.
- 3 *Nonfermented liquid diet with AMGP*: piglets were fed 60% nonfermented cereals and 40% compound feed with AMGP.

In trial 2, 900 weanling pigs, housed in groups of 25, were used. Experimental treatments were:

- 1 *Nonfermented liquid diet without AMGP*: piglets were fed 60% nonfermented cereals and 40% compound feed without AMGP. Cereals were inoculated with Bactocell (culture of *Pediococcus acidilactici* MA 18/5M).
- 2 *Fermented liquid diet without AMGP*: piglets were fed 60% fermented cereals and 40% compound feed without AMGP. Cereals were inoculated with Bactocell.

Main results and conclusions of the trials are:

- In trial 1, fermentation did not work out. The level of lactic acid was too low and the level of acetic acid too high. Therefore, in trial 2 cereals were inoculated with lactic acid bacteria to control fermentation. This worked out well.
- In trial 2, daily feed intake and daily growth rate were 20 g and 9 g, respectively, higher in piglets that were fed fermented diets than in piglets that were fed nonfermented diets. These effects, however, will only be realised when the fermentation process can be controlled. In trial 1, feed conversion ratio was worse in piglets that were fed fermented diets whereas growth rate was similar in piglets that were fed fermented or nonfermented diets.
- Piglets that were fed nonfermented diets with AMGPs grew faster and had a better feed conversion ratio than piglets that were fed fermented or nonfermented diets without AMGPs.
- Culling rate of piglets was highest in groups that were fed fermented diets. In trial 1, piglets were culled for several reasons. In trial 2, culling rate was higher because of backward piglets.
- Culling rate of piglets was similar in groups that were fed nonfermented diets with or without AMGPs.
- The number of veterinary treated pigs was similar in the experimental treatments.
- Gross margin per delivered piglet was lowest in piglets that were fermented diets. In trial 1, it was highest in piglets that were fed nonfermented diets with AMGPs.

Fermentation of diets on a large scale is more difficult than was expected on basis of a pilot experiment. Inoculation of the cereals with lactic acid bacteria seems necessary to control fermentation. In order to benefit from the use of fermented feed, levels of at least 150 mmol lactic acid and of maximal 30 mmol acetic acid per kg liquid feed are advised. Moreover, the number of yeasts should be low. Currently, feeding weanling pigs fermented cereals (mixture of barley and wheat) in liquid diets is not a perspective alternative to AMGPs. However, when fermentation can be controlled better, it might be a perspective alternative in the future.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methode	2
2.1	Voeding	3
2.2	Huisvesting en klimaat.....	4
2.3	Waarnemingen.....	4
2.4	Statistische analyse	5
3	Resultaten experiment 1	6
3.1	Chemische samenstelling voeders.....	6
3.2	Technische resultaten tijdens opfokperiode	8
3.3	Gezondheid en uitval tijdens opfokperiode.....	9
3.4	Economische resultaten	10
4	Resultaten experiment 2	12
4.1	Chemische samenstelling voeders.....	12
4.2	Technische resultaten tijdens de opfokperiode.....	15
4.3	Gezondheid en uitval tijdens de opfokperiode	16
4.4	Economische resultaten	17
5	Discussie	19
5.1	Fermentatieproces.....	19
5.2	Technische resultaten	20
5.3	Economische resultaten	21
6	Conclusies en praktijktoepassing	22
Bijlagen		23
Bijlage 1	Grondstoffen- en berekende chemische samenstelling van speen- en opfokrantsoenen in experiment 1	23
Bijlage 2	Grondstoffen- en berekende chemische samenstelling van speen- en opfokrantsoenen in experiment 2.....	24
Bijlage 3	Voerschema experiment 1	25
Bijlage 4	Voerschema experiment 2	26
Bijlage 5	List of titles of tables.....	27
Literatuur		28
PraktijkRapporten Varkens		30

1 Inleiding

In de varkenshouderij maakt men regelmatig gebruik van antimicrobiële groeibevorderaars (AMGB's) in voeders ter voorkoming van met name maagdarfstoornissen. Er zijn echter aanwijzingen dat het gebruik van AMGB's bijdraagt aan de resistentie tegen antibiotica die in de humane geneeskunde gebruikt worden (Van den Bogaard, 2000). Het gebruik van AMGB's in diervoeders wordt daarom met ingang van 1 januari 2006 verboden. In toenemende mate zoekt men naar alternatieve wegen om door de voeding en houderijomstandigheden de gezondheid en daarmee ook het welzijn van de dieren te verbeteren. Scholten (2001) concludeerde dat het verstrekken van brijvoer met een gefermenteerde koolhydraatrijke grondstof (tarwe) een duidelijk positief effect heeft op de groei én de gezondheid van het maagdarmkanaal van gespeende biggen in vergelijking tot niet gefermenteerde brij. Mikkelsen en Jensen (1997 en 1998) toonden aan dat volledig gefermenteerde voeders leiden tot een verlaging van de pH in de maag en tot hogere melkzuurconcentraties in de inhoud van het maagdarmkanaal, waardoor we een betere bescherming tegen pathogene organismen mogen veronderstellen én waardoor de vertering beter is. Tevens was het aantal coliforme bacteriën in het maagdarmkanaal lager bij een volledig gefermenteerd rantsoen. Ook was de concentratie boterzuur in de dunne darm hoger, wat we associëren met een verbeterde darmmorfologie. Scholten et al. (1999) suggereren dat met name de aanwezigheid van hoge concentraties organische zuren (melkzuur) in gefermenteerde voeders genoemde veranderingen in het maagdarmkanaal bewerkstelligen.

Tot op heden is er nog geen informatie beschikbaar over de toepassing van gefermenteerde grondstoffen of gefermenteerde voeders als alternatief voor AMGB's voor gespeende biggen die onder Nederlandse praktijkomstandigheden worden gehouden. Daarom is hier in opdracht van het Ministerie van LNV onderzoek naar gedaan op het Praktijkcentrum Sterksel.

Er zijn twee experimenten uitgevoerd. In het eerste experiment is onderzocht wat de effecten zijn van een brijvoerrantsoen met gefermenteerde granen op de technische resultaten en gezondheid van gespeende biggen in vergelijking met brijvoerrantsoenen zonder en met AMGB's (beide zonder gefermenteerde granen). Omdat het fermentatieproces in het eerste experiment niet in alle gevallen volgens wens verliep, is een tweede experiment uitgevoerd waarbij een bacteriecultuur (*Pediococcus acidilactici* MA 18/5M ofwel Bactocell van Lallemand, Frankrijk) is toegevoegd om het fermentatieproces goed te laten verlopen. In het tweede experiment is onderzocht wat de effecten zijn van een brijvoerrantsoen met gefermenteerde granen op de technische resultaten en gezondheid van gespeende biggen in vergelijking met een brijvoerrantsoen zonder AMGB's en zonder gefermenteerde granen.

2 Materiaal en methode

Beide experimenten zijn uitgevoerd op het Praktijkcentrum Sterksel.

Proefdieren en proefomvang

Experiment 1 is uitgevoerd met gespeende biggen (borgjes en zeugjes) van het kruisingstype Torso eindbeer x (NL x GYz) zeug. Op een leeftijd van gemiddeld 4 weken zijn de biggen gespeend en ingedeeld voor de proef. De biggen zijn vanaf spenen 35 dagen gevolgd. Het onderzoek is gestart in januari 2002 en afgesloten in februari 2003 en omvatte vijf rondes met in totaal 1500 biggen.

Experiment 2 is uitgevoerd met gespeende biggen van het kruisingstype Tempo eindbeer x (NL x GYz) zeug. De biggen zijn gemiddeld op een leeftijd van 4 weken gespeend en ingedeeld voor de proef. De biggen zijn vanaf spenen 35 dagen gevolgd. Het onderzoek is gestart in december 2003 en afgesloten in mei 2004 en omvatte drie rondes met in totaal 900 biggen.

Proefbehandelingen

In experiment 1 zijn drie proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

- 1 *Niet gefermenteerd, zonder AMGB's*: De biggen kregen een aanvullend speenvoer in combinatie met 45% gerst en 15% tarwe en een aanvullend opfokvoer in combinatie met 30% gerst en 30% tarwe in brijvorm. Beide rantsoenen bevatten geen AMGB's.
- 2 *Gefermenteerd, zonder AMGB's*: De biggen kregen een aanvullend speenvoer in combinatie met 45% gefermenteerde gerst en 15% gefermenteerde tarwe en een aanvullend opfokvoer in combinatie met 30% gefermenteerde gerst en 30% gefermenteerde tarwe in brijvorm. Beide rantsoenen bevatten geen AMGB's.
- 3 *Niet gefermenteerd, met AMGB's*: De biggen kregen een aanvullend speenvoer in combinatie met 45% gerst en 15% tarwe en een aanvullend opfokvoer in combinatie met 30% gerst en 30% tarwe in brijvorm. Beide rantsoenen bevatten 40 ppm Avilamycine (een AMGB).

In alle proefgroepen werden de biggen 14 dagen na spenen in één keer overgeschakeld van het speen- naar het opfokrantsoen. De grondstoffsamenstelling en de berekende chemische samenstelling van de speen- en opfokrantsoenen zijn weergegeven in bijlage 1.

In experiment 2 zijn twee proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

- 1 *Niet gefermenteerd, zonder AMGB's*: De biggen kregen een aanvullend speenvoer in combinatie met 45% gerst en 15% tarwe en een aanvullend opfokvoer eveneens in combinatie met 45% gerst en 15% tarwe in brijvorm. Beide rantsoenen bevatten geen AMGB's. Het granenmengsel bevatte 167 gram Bactocell per ton granen.
- 2 *Gefermenteerd, zonder AMGB's*: De biggen kregen een aanvullend speenvoer in combinatie met 45% gefermenteerde gerst en 15% gefermenteerde tarwe en een aanvullend opfokvoer eveneens in combinatie met 45% gefermenteerde gerst en 15% gefermenteerde tarwe in brijvorm. Beide rantsoenen bevatten geen AMGB's. Het granenmengsel bevatte 167 gram Bactocell per ton granen.

Veertien dagen na spenen hebben we de biggen in één keer overgeschakeld van het speen- naar het opfokrantsoen. In beide proefgroepen kregen de biggen hetzelfde aanvullende speenvoer en opfokvoer. De grondstoffsamenstelling en de berekende chemische samenstelling van het speen- en opfokrantsoen zijn weergegeven in bijlage 2.

Proefindeling

In beide experimenten zijn een dag voor aanvang van de proef alle te spenen biggen individueel gewogen. Biggen die 5 kg of minder wogen of fysieke (zichtbare) afwijkingen vertoonden, zijn niet in de proef ingezet. De biggen zijn ingedeeld op basis van sekse, gewicht en toom waarin de big gespeend is. Per hok zijn 12/13 borgjes en 12/13 zeugjes opgelegd. Biggen uit één toom zijn zoveel mogelijk over de verschillende proefbehandelingen verdeeld. Elke ronde omvatte drie afdelingen met ieder vier hokken voor 25 biggen. De drie afdelingen zijn telkens in één keer volgelegd.

Bij experiment 1 zijn de proefbehandelingen ad random aan de hokken toegewezen waarbij de proefgroep met gefermenteerde granen in elke afdeling telkens twee keer voorkwam. Binnen een afdeling hadden de biggen nagenoeg hetzelfde speengewicht. De twee proefgroepen met niet gefermenteerde granen zijn ieder 15 keer herhaald, de proefgroep met gefermenteerde granen 30 keer.

In experiment 2 is gebruik gemaakt van een blokkenindeling. Een blok bestond uit twee hokken. Er is naar gestreefd om het gemiddelde opleggewicht en de spreiding in opleggewicht voor de twee hokken binnen een blok gelijk te houden. De proefbehandelingen zijn at random aan de hokken toegewezen. Per afdeling zijn twee blokken opgelegd (twee hokken per proefbehandeling). Beide proefgroepen zijn 18 keer herhaald.

2.1 Voeding

Rantsoensamenstelling

De aanvullende voeders zijn in kruimelvorm aangeleverd. Om uitzakken van de brij te voorkomen is zowel aan de aanvullende speenvoeders als aan de aanvullende opfokvoeders 2,5% Sepioliet (een kleimineraal) en 5,0% bietenpulp toegevoegd. Dit betekende dat in de totale rantsoenen 1% Sepioliet en 2% bietenpulp zat. De granenmengsels (mengels van tarwe en gerst) zijn in beide experimenten door CHV-Landbouwbelang gemaakt en in meelvorm (gemalen op een hamermolen met een 3 mm zeef) aangeleverd. Het granenmengsel voor de speenfase bestond uit 75% gerst en 25% tarwe (mengverhouding 3 : 1). In experiment 2 werd dit granenmengsel ook gebruikt in de opfokfase. In experiment 1 bestond het granenmengsel voor de opfokfase uit 50% gerst en uit 50% tarwe (mengverhouding 1 : 1).

In experiment 2 is aan het granenmengsel 167 gram Bactocell per 1.000 kg granenmengsel toegevoegd. De totale rantsoenen bevatten daardoor 100 gram Bactocell per 1.000 kg.

Fermentatie van de granenmengsels

Achtenveertig uren voorafgaand aan de eerste voerbeurt na opleg is het granenmengsel (87% droge stof) gemengd met water van ± 20 °C in verwarmbare (35 °C) fermentatievaten (inhoud 1250 liter). Deze vaten zijn geïntegreerd in een restloze brijvoerinstallatie (WEDA, Van Zelderen B.V., Beek en Donk), in een gewichtsverhouding van 1 deel granenmengsel en ruim 2 delen (1 : 2,05) water. Dit resulteerde in brij met 28,5% droge stof. Dit mengsel is 5 minuten geroerd door het roerwerk in de fermentatievaten, zodat we een homogeen mengsel kregen. Vervolgens kon het mengsel gedurende een periode van 48 uren bij een temperatuur van 35 °C fermenteren. Tijdens dit fermentatieproces werd het mengsel elke 2 uur gedurende 1 minuut geroerd door het roerwerk in de vaten. Na 48 uren fermenteren is ongeveer 70% van de inhoud van de tank overgepompt naar de tweede fermentatietank die fungeerde als tussenopslag. De opslagcondities in deze tweede tank waren identiek aan die in de eerste tank. Vlak voordat er gefermenteerd graan werd overgepompt naar de tweede fermentatietank is het graan geroerd en zijn de pH en temperatuur gemeten. Direct na dosering in de tweede tank is de resterende 30% gefermenteerde granen in de eerste tank gebruikt als entmedium voor de volgende batch vers granenmengsel (overenten). Door het overenten is de fermentatietijd vanaf de tweede batch telkens verkort tot 24 uren.

De benodigde hoeveelheid gefermenteerde granen is dagelijks berekend op basis van het voerschema (zie bijlage 3 voor experiment 1 en bijlage 4 voor experiment 2). Vlak voor elke voerbeurt is de benodigde hoeveelheid gefermenteerde granen vanuit de tweede fermentatietank samen met het aanvullende voer en water in de mengtank van de brijvoerinstallatie gedoseerd.

Bij overschakelen naar de opfokrantsoenen is gestart met een nieuwe batch granen. Om deze verse startbatch 48 uur de tijd te geven om te fermenteren is de tweede fermentatietank gevuld met een dubbele hoeveelheid gefermenteerde granen om een periode van 2 dagen te overbruggen.

De mengtank van de brijvoerinstallatie en beide fermentatietanks zijn wekelijks handmatig gereinigd met een hogedrukspuit. Door de brij over te pompen hinderde dit het fermentatieproces niet. Het hierboven beschreven fermentatieprotocol is gebaseerd op een studie waarin de fermentatiekarakteristieken van verscheidene veevoedergrondstoffen zijn bestudeerd op laboratoriumschaal (Bruininx et al., 2001).

Voerverstrekking

De rantsoenen met niet gefermenteerde granen werden gemaakt door het droge granenmengsel te mengen met het aanvullende voer en water. De rantsoenen met gefermenteerde granen werden gemaakt door de gefermenteerde granen te mengen met het aanvullende voer en water. De speenrantsoenen hadden een beoogd drogestofgehalte van 275 g/kg. Bij de opfokrantsoenen was dit 250 g/kg. Aangezien de opname van nutriënten direct na spenen essentieel is (Bruininx, 2002), besloten we om de eerste 14 dagen na spenen geconcentreerdere brij (brij met een hoger drogestofpercentage) te verstrekken. Bij het doseren van de gefermenteerde granen in de mengtank is aangenomen dat tijdens het fermentatieproces het drogestofgehalte met 2% is afgenomen van 285 g/kg naar 265 g/kg. Deze aanname is gebaseerd op waarnemingen tijdens pilotproeven met de fermentatie-unit en brijvoerinstallatie én tevens op ervaringen van Scholten (2001).

De voercomponenten (granen, aanvullend voer en water) in de mengtank werden 5 minuten geroerd door het roerwerk in de mengtank. Na deze menging bleven de rantsoenen nog 5 minuten ongemoeid in de mengtank. Hierna werd 1 minuut geroerd voordat dosering naar de hokken plaatsvond. De inweektijd van 5 minuten komt de homogeniteit van de rantsoenen ten goede, bleek uit de pilotproeven. De rantsoenen zijn door de

brijvoerinstallatie gedoseerd in een trog met een bezetting van 2,5 biggen per vreetplaats. Deze troggen waren voorzien van sensoren die op vooraf ingestelde tijden het vloeistofniveau in de trog maten (sensorvoeding). Indien de sensoren niet meer in de brij hingen, kreeg de brijvoerinstallatie het signaal om verse brij in de trog te doseren. Dit gebeurde alleen als de biggen in dat hok op die dag nog een voertegoed hadden én indien de hoeveelheid groot genoeg was om de vereiste weeg- en doseernauwkeurigheden te halen.

De kleinste portie brijvoer die nog met een nauwkeurigheid van 100 gram kon worden gedoseerd in een trog was 3 kg. In experiment 1 kon echter in het begin van de opfokperiode slechts twee keer per dag gevoerd worden. In experiment 2 was dit drie keer per dag. Zodra het voerniveau van de biggen het toeliet werd de voerfrequentie verhoogd. Het gehanteerde voerschema, het dagelijkse aantal voerbeurten en "aftastmomenten" door de sensoren, zijn weergegeven in bijlage 3 (experiment 1) en bijlage 4 (experiment 2). De bijlagen zijn opgesteld op basis van adviezen van de leverancier, studies van Scholten (2001), ervaringen uit de pilot-proeven met de brijvoerinstallatie en opgedane ervaringen in experiment 1. Hierbij is ernaar gestreefd om de dieren vanaf het begin zoveel mogelijk de kans te geven om voer op te nemen zonder dat er te lang voer in de trog blijft staan. Drinkwater stond onbeperkt ter beschikking in drinkbakjes.

Tijdens de zoogperiode zijn de biggen bijgevoerd met een commercieel voer dat als brijvoer werd verstrekt. De laatste 3 dagen voor spenen kregen de biggen een mengsel van het commerciële voer en het granenmengsel zodat ze alvast konden wennen aan het granenmengsel. Ook dit voer werd als brijvoer verstrekt. De brij gaven we in ronde biggenvoerbakjes, vastgeklemd op het rooster. Op de dag van spenen hebben we de biggen doorgevoerd.

2.2 Huisvesting en klimaat

De drie opfokafdelingen bij het onderzoek hadden elk vier grondhokken voor 25 biggen. De hokken waren 2,2 meter diep en 4,5 meter breed. De vloer bestond uit volledig volkern kunststof rooster. Er werd mechanisch geventileerd door middel van plafonventilatie. De troggen waren 2 meter lang en 0,17 meter breed en voorzien van trogafscheiders die vreetplaatsen van 0,17 meter afscheidden.

2.3 Waarnemingen

Technische en economische resultaten

In beide experimenten zijn daags voor opleg en op 14 en 35 dagen na opleg alle biggen individueel gewogen. Daarnaast is de voergift per hok door de computer van de brijvoerinstallatie geregistreerd op basis van 87% droge stof, op de aanname dat het gefermenteerde granenmengsel bij het doseren in de mengtank een drogestofgehalte had van 265 g/kg. Op basis van de achteraf gemeten gehalten aan droge stof in de complete rantsoenen is het door de computer geregistreerde voerverbruik herberekend voordat we de data statistisch analyseerden. Aan de hand van de gewichten van de biggen en de voergegevens zijn de volgende productietekenen per hok berekend: groei per dag, voer- en EW-opname per dag, en voeder- en EW-conversie. Ziekten en/of gebreken en de behandeling ervan zijn per dier geregistreerd. Bij uitval van een dier zijn de datum, het gewicht en de vermoedelijke oorzaak van uitval genoteerd. De uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de opfokresultaten. Tevens hebben we een economische berekening uitgevoerd.

Diarreescores

In beide experimenten zijn de biggen in alle hokken de eerste 3 weken na opleg driemaal in de week (op maandag, woensdag en vrijdag) beoordeeld op het vóórkomen 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 was opgedeeld in drie klassen; 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.

Voeranalyses experiment 1

Gedurende experiment 1 zijn per ronde wekelijks voermonsters genomen uit de aanvoerleiding naar de trog (bij 1 hok per proefbehandeling, tijdens doseren). De monsters zijn per ronde, proefbehandeling en rantsoen gepoold zodat er uiteindelijk zes monsters per ronde overbleven (drie monsters van de speenrantsoenen en drie van de opfokrantsoenen). Alle 30 monsters zijn geanalyseerd op droge stof, ruw eiwit, ruw vet, as, ruwe celstof, zetmeel (Ewers), suiker, melkzuur, mierenzuur, azijnzuur, propionzuur en boterzuur.

Voeranalyses experiment 2

Gedurende experiment 2 zijn eveneens per ronde wekelijks voermonsters genomen uit de aanvoerleiding naar de trog (bij 1 hok per proefbehandeling, tijdens doseren). De monsters zijn per ronde, proefbehandeling en rantsoen gepoold zodat er uiteindelijk vier monsters per ronde overbleven (twee monsters van de speenrantsoenen en

twee van de opfokrantsoenen). Alle 12 monsters zijn geanalyseerd op droge stof, ruw eiwit, ruw vet, as, ruwe celstof, zetmeel (Ewers), suiker, melkzuur, mierenzuur, azijnzuur, propionzuur, boterzuur, ethanol en pH. Bij experiment 2 zijn tevens 24 en 48 uur na inzet van een nieuwe batch granen monsters genomen van het gefermenteerde granenmengsel. Deze monsters zijn geanalyseerd op droge stof, melkzuur, mierenzuur, azijnzuur, propionzuur, boterzuur, ethanol en pH.

Tot slot zijn de gefermenteerde granenmengsels (niet de startbatch maar de gefermenteerde granen 24 uur na overenten) en de rantsoenen in ronde 1 en 2 wekelijks geanalyseerd op gisten en schimmels door Selko BV.

2.4 Statistische analyse

De kengetallen groei, voeropname, voederconversie, EW-opname, EW-conversie en het financieel resultaat zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (GenStat, 2000).

In experiment 1 zag het model er als volgt uit:

$$y = \mu + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{ronde} \times \text{afdeling} + \text{proefbehandeling} + \text{rest}$$

waarin : y = te analyseren kenmerk; μ = algemeen gemiddelde

In experiment 2 zag het model er als volgt uit:

$$y = \mu + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{ronde} \times \text{afdeling} + \text{blok binnen (ronde} \times \text{afdeling)} + \text{proefbehandeling} + \text{rest}$$

waarin : y = te analyseren kenmerk; μ = algemeen gemiddelde

In beide modellen is hok de kleinste experimentele eenheid

Met de chi-kwadraattoets is nagegaan of er tussen de proefbehandelingen verschillen waren in het aantal uitgevallen dieren en het aantal dieren dat behandeld is voor gezondheidsstoornissen. De diarreescores zijn geanalyseerd door logistische regressie met het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1995).

3 Resultaten experiment 1

3.1 Chemische samenstelling voeders

In experiment 1 zijn in totaal 30 voermonsters geanalyseerd (15 van de speenrantsoenen en 15 van de opfokrantsoenen). Door fouten in de analyses op het laboratorium konden we negen uitslagen niet gebruiken. In tabel 1 presenteren we de resultaten van 21 voeranalyses (12 analyses van de speenrantsoenen en 9 van de opfokrantsoenen).

Tabel 1 Berekende en geanalyseerde gehalten aan nutriënten in de speen- en opfokrantsoenen (g/kg voer op basis van 88% droge stof)

	Niet gefermenteerd zonder AMGB		Gefermenteerd zonder AMGB		Niet gefermenteerd met AMGB	
	berekend	geanalyseerd	berekend	geanalyseerd	berekend	geanalyseerd
<i>Speenrantsoenen</i>						
Aantal monsters		4		4		4
Droge stof (g/kg brij)	275	264	275	247	275	263
Ruw eiwit	187	171	187	177	187	170
Ruw vet	40	44	40	45	40	46
Ruwe celstof	30	33	30	42	30	33
As	64	62	64	66	64	60
Zetmeel	420	350	420	362	420	350
Suikers	45	71	45	53	45	65
<i>Opfokrantsoenen</i>						
Aantal monsters		3		3		3
Droge stof (g/kg brij)	250	244	250	243	250	234
Ruw eiwit	188	182	188	194	188	185
Ruw vet	47	47	47	47	47	45
Ruwe celstof	42	39	42	38	42	40
As	68	63	68	60	68	63
Zetmeel	397	348	397	363	397	343
Suikers	39	47	39	44	39	48

Uit tabel 1 blijkt dat in alle speenrantsoenen de gemeten gehalten aan ruw eiwit en zetmeel lager waren dan de vooraf berekende gehalten. Het gemeten gehalte aan suikers daarentegen was in alle speenrantsoenen hoger dan vooraf berekend. Dit verschil was het kleinst in het gefermenteerde speenrantsoen. De geanalyseerde en berekende gehalten aan ruw vet, ruwe celstof en as kwamen goed overeen in de speenrantsoenen.

In de opfokrantsoenen waren de geanalyseerde gehalten aan zetmeel eveneens lager dan vooraf berekend terwijl de geanalyseerde gehalten aan suikers juist hoger waren. Ook hier was het verschil in suikergehalte het kleinst in het gefermenteerde opfokrantsoen. Voor de overige nutriënten in de opfokrantsoenen kwamen de geanalyseerde en vooraf berekende gehalten goed overeen.

In tabel 2 geven we de gehalten aan melkzuur en aan vluchtige vetzuren in de rantsoenen weer.

Tabel 2 Geanalyseerde gehalten aan melkzuur en vluchtige vetzuren in de rantsoenen (mmol/kg brij)

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Niet gefermenteerd met AMGB
<i>Speenrantsoenen</i>			
Melkzuur	23,6	62,2	20,7
Azijnzuur	26,8	75,9	22,4
Propionzuur	1,5	6,9	0,9
Boterzuur	n.d. ¹	n.d.	n.d.
Mierenzuur	3,8	3,1	4,0
<i>Opfokrantsoenen</i>			
Melkzuur	24,5	58,8	14,4
Azijnzuur	25,0	70,9	21,4
Propionzuur	1,0	5,0	1,3
Boterzuur	n.d.	n.d.	n.d.
Mierenzuur	3,7	3,2	4,0

¹ n.d. = niet detecteerbaar (gehalte lager dan 0,28 mmol/kg)

Uit tabel 2 blijkt dat de gehalten aan melk-, azijn- en propionzuur hoger waren in de speen- en opfokrantsoenen met gefermenteerde granen dan in de rantsoenen zonder gefermenteerde granen. In de niet gefermenteerde speenrantsoenen zonder én met AMGB's waren de gehalten aan deze drie zuren vergelijkbaar. In de twee opfokrantsoenen zonder gefermenteerde granen waren de gehalten aan azijnzuur en propionzuur vergelijkbaar. Het melkzuurgehalte in het opfokrantsoen met AMGB's was echter ongeveer 41% lager dan in het controle-rantsoen zonder AMGB's. De gehalten aan mierenzuur waren in alle rantsoenen redelijk gelijk (3-4 mmol/kg brij). Boterzuur is in geen enkel rantsoen aangetoond.

3.2 Technische resultaten tijdens opfokperiode

In tabel 3 staan de technische resultaten van de gespeende biggen per proefgroep voor de periode waarin de speenrantsoenen zijn verstrekt (tot en met 14 dagen na opleg), de periode van de opfokrantsoenen (vanaf 15 tot en met 35 dagen na opleg) en voor de gehele opfokperiode.

Tabel 3 Technische resultaten van gespeende biggen met niet gefermenteerd brijvoer zonder of met AMGB of gefermenteerd brijvoer zonder AMGB

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Niet gefermenteerd met AMGB	SEM ¹	Significantie ²
Aantal dieren	375	750	375A		
Aantal hokken	15	30	15		
<i>Van opleg tot 14 dagen na opleg</i>					
Speengewicht (kg)	7,8	7,8	7,8		
Spreiding in gewicht (kg)	0,49	0,49	0,49	0,009	n.s.
Groei (g/dag)	133 ^a	143 ^b	154 ^c	3,9	**
Voeropname (g/dag) ³	0,25	0,25	0,25	0,006	n.s.
Voederconversie	1,88 ^a	1,80 ^a	1,65 ^b	0,047	**
EW-opname per dag	0,28	0,28	0,28	0,006	n.s.
EW-conversie	2,11 ^a	2,01 ^a	1,85 ^b	0,053	**
<i>Van 15 dagen na opleg tot einde opfok (35 dagen na opleg)</i>					
Tussengewicht (kg)	9,8	10,0	10,1		
Spreiding in gewicht (kg)	1,01 ^a	1,11 ^b	0,94 ^a	0,035	**
Groei (g/dag)	462 ^a	464 ^a	482 ^b	5,8	*
Voeropname (g/dag) ³	0,79 ^a	0,84 ^b	0,77 ^a	0,010	***
Voederconversie	1,72 ^a	1,81 ^b	1,61 ^c	0,022	***
EW-opname per dag	0,87 ^a	0,92 ^b	0,85 ^a	0,010	***
EW-conversie	1,89 ^a	1,99 ^b	1,77 ^c	0,025	***
<i>Van opleg tot einde opfok (35 dagen na opleg)</i>					
Eindgewicht (kg)	19,5	19,7	20,3		
Spreiding in gewicht (kg)	2,59 ^a	2,87 ^b	2,44 ^a	0,086	**
Groei (g/dag)	323 ^a	328 ^a	343 ^b	4,0	**
Voeropname (g/dag) ³	0,56 ^a	0,59 ^b	0,55 ^a	0,007	***
Voederconversie	1,74 ^a	1,80 ^b	1,61 ^c	0,020	***
EW-opname per dag	0,62 ^a	0,65 ^b	0,61 ^a	0,008	***
EW-conversie	1,92 ^a	1,99 ^b	1,78 ^c	0,022	***

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: n.s. = niet significant; * = (p < 0,05); ** = (p < 0,01); *** = (p < 0,001)

³ De voeropname is uitgedrukt op krachtvoerbasis (88% droge stof) gebaseerd op het gemeten gehalte aan droge stof van het complete rantsoen dat per voersoort én per ronde is bepaald. In het geval van missende waarden is het gemiddelde van de overige metingen gebruikt.

^{a,b,c} Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend (p < 0,05)

In tabel 3 zien we in de periode van opleg tot 14 dagen na opleg geen verschillen in voer- en EW-opname tussen de drie proefgroepen. Er waren tussen de proefgroepen wel verschillen in groei en voeder- en EW-conversie tijdens deze periode. De biggen met niet gefermenteerd voer met AMGB groeiden sneller en hadden een gunstigere voeder- en EW-conversie dan de biggen die niet gefermenteerd voer zonder AMGB kregen en de biggen met gefermenteerd voer. De biggen met gefermenteerd voer hadden een vergelijkbare groei en voeder- en EW-conversie als de biggen met niet gefermenteerd voer zonder AMGB.

Zowel tijdens de periode van 15 tot 35 dagen na opleg als gemiddeld over de gehele 35-daagse opfokperiode namen de biggen die gefermenteerd voer kregen meer voer op en hadden een ongunstigere voeder- en EW-conversie dan de biggen met niet gefermenteerd voer zonder of met AMGB. Er was geen verschil in groei tussen de biggen die wel of niet gefermenteerd voer zonder AMGB kregen. Biggen met niet gefermenteerd voer met AMGB groeiden tijdens beide periodes het snelst en hadden de gunstigste voeder- en EW-conversie.

Bij opleg van de biggen was de spreiding in gewicht tussen de dieren in een hok gelijk in de drie proefgroepen. Op 15 en 35 dagen na opleg was de spreiding in gewicht tussen de dieren in een hok groter bij de biggen met gefermenteerd voer dan bij de biggen die niet gefermenteerd voer zonder of met AMGB kregen.

3.3 Gezondheid en uitval tijdens opfokperiode

Het vóórkomen van diarree

In tabel 4 zijn de mate van vóórkomen en de ernst van diarree weergegeven per proefgroep gedurende de eerste 3 weken van de opfokperiode.

Tabel 4 Mate van vóórkomen en ernst van diarree (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van gespeende biggen die niet gefermenteerd brijvoer zonder of met AMGB kregen of gefermenteerd brijvoer zonder AMGB

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Niet gefermenteerd met AMGB	Significantie ¹
Aantal dieren	375	750	375	
Aantal hokken	15	30	15	
<i>Eerste week na opleg</i>				
Geen diarree	77,3	79,9	76,9	n.s.
Pasteuze diarree	15,4	13,8	15,2	
Waterdunne diarree	7,3	6,3	7,9	
<i>Tweede week na opleg</i>				
Geen diarree	79,5	80,6	81,2	n.s.
Pasteuze diarree	15,8	15,1	14,8	
Waterdunne diarree	4,7	4,3	4,0	
<i>Derde week na opleg</i>				
Geen diarree	82,8	80,0	82,4	n.s.
Pasteuze diarree	14,6	17,1	15,6	
Waterdunne diarree	2,6	2,9	2,0	

¹ Significantie: n.s. = niet significant

Uit tabel 4 blijkt dat er in de eerste 3 weken na opleg tussen de dieren uit de drie proefgroepen geen verschillen waren in de mate van vóórkomen en de ernst van diarree.

Uitval en veterinaire behandelingen

In tabel 5 staat het aantal uitgevallen biggen en het aantal individueel veterinair behandelde biggen. Eveneens zijn de redenen van uitval en van behandelen vermeld.

Tabel 5 Uitval en veterinaire behandelingen van gespeende biggen die niet gefermenteerd brijvoer zonder of met AMGB kregen of gefermenteerd brijvoer zonder AMGB

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Niet gefermenteerd met AMGB	Significantie ¹
Aantal dieren	375	750	375	
Aantal hokken	15	30	15	
Aantal uitgevallen dieren	4 ^a	21 ^b	2 ^a	*
<i>Reden van uitval</i>				
- maagdarmaandoeningen	0	1	0	²
- beenwerkaandoeningen	1	4	1	²
- luchtwegaandoeningen	1	5	1	²
- streptococcon-infectie	2	2	0	²
- achterblijven	0	4	0	²
- diversen	0	5	0	²
Aantal dieren behandeld	36	85	36	n.s.
<i>Reden van behandelen</i>				
- maagdarmaandoeningen	1	4	3	²
- beenwerkaandoeningen	11	29	11	n.s.
- luchtwegaandoeningen	2	8	5	n.s.
- hersenverschijnselen	6	7	1	n.s.
- achterblijven	11	33	8	n.s.
- diversen	5	4	8	#

¹ Significantie: n.s. = niet significant; # = ($p < 0,10$); * = ($p < 0,05$)

² Aantallen te laag om te toetsen

^{a,b} Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend ($p < 0,05$)

Uit tabel 5 blijkt dat het aantal uitgevallen biggen het hoogste was bij de dieren met gefermenteerd voer zonder AMGB. Tussen de biggen die niet gefermenteerd voer zonder of met AMGB kregen was er geen verschil. Voor de relatief hoge uitval in de groep biggen met gefermenteerd voer is niet één specifieke oorzaak aan te wijzen, aangezien de totale uitval verdeeld is over meerdere redenen.

Uit tabel 5 blijkt ook dat er, rekening houdend met het verschil in aantal opgelegde biggen, geen verschillen waren in het aantal veterinair behandelde dieren. In alle proefgroepen waren beenwerkaandoeningen en achterblijven de belangrijkste redenen voor veterinaire behandelingen.

3.4 Economische resultaten

In de economische berekening zijn de verschillen in technische resultaten, voerkosten, kosten voor uitgevallen dieren, medicijnkosten en arbeidskosten voor het veterinair behandelen van de dieren meegenomen. De kosten voor de fermentatie unit in de brijvoerinstallatie zijn niet meegenomen. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de economische berekening:

- Opbrengstprijis: De opbrengstprijis van een big is € 40,50 bij 25 kg (KWIN-V, 2004). Biggen lichter of zwaarder dan 25 kg brengen per kg afwijking € 1,00 minder of meer op.
- Voerkosten per 100 kg (op basis van 88% droge stof):

Speenrantsoen wel/niet gefermenteerd zonder AMGB:	€ 36,02
Speenrantsoen niet gefermenteerd met AMGB:	€ 36,68
Opfokrantsoen wel/niet gefermenteerd zonder AMGB:	€ 26,79
Opfokrantsoen niet gefermenteerd met AMGB:	€ 27,45
- Medicijnkosten: Per injectie wordt gemiddeld 2 ml van een medicijn ingespoten. De kosten bedragen € 0,09 per ml.
- Arbeidskosten: de arbeidskosten zijn € 18,06 per uur (Landelijk Biggenprijzenschema, juli 2004). Uit waarnemingen op het proefbedrijf van het voormalige Praktijkonderzoek Varkenshouderij bleek dat het individueel behandelen van een big 1,13 minuut kost. Er is vanuit gegaan dat elk veterinair behandeld dier

gemiddeld twee keer is behandeld. De totale kosten (arbeid en medicijnen) voor het behandelen van een big bedragen daarmee € 1,07 per behandelde big.

- Kosten voor uitval: de kosten van een uitgevallen big bedragen € 32,00.
- Overige kosten: kosten voor algemene gezondheidszorg, water, gas, elektra en dergelijke bedragen € 1,37 (KWIN-V, 2004).

Tabel 6 Financieel resultaat (in € per afgeleverde big) van gespeende biggen die niet gefermenteerd brijvoer zonder of met AMGB kregen of gefermenteerd brijvoer zonder AMGB

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Niet gefermenteerd met AMGB	SEM ¹	Significantie ²
Opbrengst	35,32 ^a	35,40 ^a	36,06 ^b	0,159	**
Voerkosten ³	6,03 ^a	6,48 ^b	6,27 ^c	0,077	***
Gezondheidskosten	0,10	0,12	0,10		
Uitvalkosten	0,35	0,92	0,17		
Overige kosten	1,37	1,37	1,37		
Opbrengst – kosten	27,47 ^a	26,51 ^b	28,15 ^c	0,133	***

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddeld (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: ** = ($p < 0,01$); *** = ($p < 0,001$)

³ De voerkosten voor de proefgroep “Gefermenteerd voer zonder AMGB” zijn inclusief de extra kosten van het verlies aan droge stof tijdens het fermenteren

^{a,b,c} Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend ($p < 0,05$)

Uit tabel 6 blijkt dat de opbrengst het hoogste is bij de biggen met een AMGB in het rantsoen. De voerkosten en de kosten voor uitgevallen dieren zijn het hoogst bij de biggen die gefermenteerde granen in het rantsoen kregen. Het saldo (opbrengst – toegerekende kosten) per afgeleverde big is het hoogst bij biggen met een AMGB in het rantsoen en het laagst bij biggen die gefermenteerde granen in het rantsoen kregen.

4 Resultaten experiment 2

4.1 Chemische samenstelling voeders

In tabel 7 staan de berekende en geanalyseerde gehalten aan nutriënten in de speen- en opfokrantsoenen.

Tabel 7 Berekende en geanalyseerde gehalten aan nutriënten in de speen- en opfokrantsoenen (g/kg voer op basis van 88% droge stof)

	Niet gefermenteerd zonder AMGB		Gefermenteerd zonder AMGB	
	berekend	geanalyseerd	berekend	geanalyseerd
<i>Speenrantsoenen</i>				
Aantal monsters		3		3
Droge stof (g/kg brij)	275	295	275	294
Ruw eiwit	188	170	188	173
Ruw vet	51	54	51	56
Ruwe celstof	35	29	35	33
As	60	51	60	52
Zetmeel	380	402	380	377
Suikers	52	56	52	47
<i>Opfokrantsoenen</i>				
Aantal monsters		3		3
Droge stof (g/kg brij)	250	239	250	233
Ruw eiwit	173	173	173	175
Ruw vet	46	49	46	49
Ruwe celstof	38	36	38	34
As	64	53	64	55
Zetmeel	380	355	380	394
Suikers	58	55	58	42

Uit tabel 7 blijkt dat in beide speenrantsoenen de geanalyseerde gehalten aan ruw eiwit en as lager waren dan de vooraf berekende gehalten. De overige geanalyseerde en berekende gehalten in de speenrantsoenen kwamen vrij goed overeen. In beide opfokrantsoenen kwamen de geanalyseerde en berekende gehalten aan ruw eiwit, ruw vet en ruwe celstof goed met elkaar overeen. Het geanalyseerde gehalte aan as was in beide opfokrantsoenen lager dan het berekende gehalte. In het niet gefermenteerde opfokrantsoen was het geanalyseerde zetmeelgehalte 25 g/kg lager dan het vooraf berekende gehalte, terwijl het in het gefermenteerde opfokrantsoen 14 g/kg hoger was. In het gefermenteerde opfokrantsoen was het geanalyseerde suikergehalte 16 g/kg lager dan het berekende gehalte.

In tabel 8 geven we de gehalten aan melkzuur, vluchtige vetzuren en ethanol, het aantal gisten en schimmels en de pH in de rantsoenen.

Tabel 8 Geanalyseerde gehalten aan melkzuur, vluchtige vetzuren en ethanol, het aantal gisten en schimmels en de pH in de rantsoenen

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB
<i>Speenrantsoenen</i>		
Aantal monsters	3	3
Melkzuur (mmol/kg brij)	53,2	96,2
Azijnzuur (mmol/kg brij)	20,5	42,0
Propionzuur (mmol/kg brij)	1,46	3,16
Boterzuur (mmol/kg brij)	n.d. ¹	n.d.
Mierenzuur ² (mmol/kg brij)	2,63	1,43
Ethanol (g/kg brij)	0,5	1,1
pH	5,3	4,9
gisten (KVE ³ /g brij)	0,5x10 ⁶	1,1x10 ⁶
schimmels (log KVE/g brij)	< 2	< 2
<i>Opfokrantsoenen</i>		
Aantal monsters	3	3
Melkzuur (mmol/kg brij)	31,9	74,9
Azijnzuur (mmol/kg brij)	13,7	39,1
Propionzuur (mmol/kg brij)	0,46	1,06
Boterzuur (mmol/kg brij)	n.d.	n.d.
Mierenzuur (mmol/kg brij)	0,79	0,84
Ethanol (g/kg brij)	0,4	1,5
pH	5,5	5,0
gisten (KVE/g brij)	0,9x10 ⁵	0,6x10 ⁶
schimmels (log KVE/g brij)	< 2	< 2

¹ n.d. = niet detecteerbaar (gehalte lager dan 0,28 mmol/kg)

² In ronde 1 was mierenzuur niet detecteerbaar in de rantsoenen (gehalte lager dan 0,54 mmol/kg). De gepresenteerde resultaten zijn daarom het gemiddelde van ronde 2 en 3.

³ KVE = kolonie vormende eenheden

Uit tabel 8 blijkt dat de gehalten aan melk-, azijn- en propionzuur en aan ethanol hoger waren in de rantsoenen met gefermenteerde granen dan in de rantsoenen met niet gefermenteerde granen. Het gehalte aan mierenzuur was vergelijkbaar in de rantsoenen met wel of niet gefermenteerde granen. Boterzuur is in geen enkel rantsoen aangetoond. De pH van de rantsoenen met gefermenteerde granen was lager dan van de rantsoenen met niet gefermenteerde granen. Het aantal gisten was hoger in de rantsoenen met gefermenteerde granen dan in de rantsoenen met niet gefermenteerde granen en hoger in de speenrantsoenen dan in de opfokrantsoenen.

In tabel 9 geven we de gehalten aan melkzuur, vluchtige vetzuren en ethanol en de pH in de 24 en 48 uur gefermenteerde granen, en het aantal schimmels en gisten in de gefermenteerde granen 24 uur na overenten.

Tabel 9 Geanalyseerde gehalten aan melkzuur, vluchtige vetzuren en ethanol en de pH in de 24 en 48 uur gefermenteerde granen en het aantal gisten en schimmels in de gefermenteerde granen 24 uur na overenten

	24 uur gefermenteerd graan	48 uur gefermenteerd graan
Aantal monsters	6	5
Melkzuur (mmol/kg brij)	129,0	158,2
Azijnzuur (mmol/kg brij)	20,5	42,6
Propionzuur (mmol/kg brij)	0,86	1,24
Boterzuur (mmol/kg brij)	n.d. ¹	n.d.
Mierenzuur (mmol/kg brij)	1,03	0,68
Ethanol (g/kg brij)	2,4	3,6
pH	4,0	3,8
Gisten (KVE ² /g brij)	0,4 * 10 ⁶	³
Schimmels (log KVE/g brij)	2,4	-

¹ n.d. = niet detecteerbaar (gehalte lager dan 0,28 mmol/kg)

² KVE = kolonie vormende eenheden

³ 24 uur na overenten kregen de dieren het graan. Vlak daarvoor is een monster genomen om het aantal gisten en schimmels te bepalen. Gefermenteerd graan 48 uur na overenten was er niet.

Uit tabel 9 blijkt dat de gehalten aan melk-, azijn- en propionzuur en aan ethanol hoger zijn in het 48 uur gefermenteerde granenmengsel dan in het 24 uur gefermenteerde granenmengsel. Het gehalte aan mierenzuur en de pH zijn iets lager in het 48 uur dan in het 24 uur gefermenteerde granenmengsel. Boterzuur is niet aangetoond. In de overgeënte granen werden zowel gisten als schimmels aangetroffen.

4.2 Technische resultaten tijdens de opfokperiode

In tabel 10 zijn de technische resultaten van de gespeende biggen weergegeven voor de periode van de speenrantsoenen (tot en met 14 dagen na opleg), de periode van de opfokrantsoenen (vanaf 15 tot en met 35 dagen na opleg) en voor de gehele opfokperiode.

Tabel 10 Technische resultaten van gespeende biggen met niet of wel gefermenteerd brijvoer zonder AMGB

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	SEM ¹	Significantie ²
Aantal dieren	450	450		
Aantal hokken	18	18		
<i>Van opleg tot 14 dagen na opleg</i>				
Speengewicht (kg)	8,5	8,5		
Spreiding in gewicht (kg)	0,25	0,28	0,009	*
Groei (g/dag)	159	177	4,9	*
Voeropname (g/dag) ³	0,27	0,29	0,007	*
Voederconversie	1,71	1,65	0,032	n.s.
EW-opname per dag	0,30	0,33	0,008	*
EW-conversie	1,92	1,86	0,036	n.s.
<i>Van 15 dagen na opleg tot einde opfok (35 dagen na opleg)</i>				
Tussengewicht (kg)	10,6	10,9		
Spreiding in gewicht (kg)	0,91	0,97	0,048	n.s.
Groei (g/dag)	491	494	3,9	n.s.
Voeropname (g/dag) ³	0,83	0,85	0,006	#
Voederconversie	1,70	1,72	0,012	n.s.
EW-opname per dag	0,92	0,94	0,006	#
EW-conversie	1,87	1,90	0,013	n.s.
<i>Van opleg tot einde opfok (35 dagen na opleg)</i>				
Eindgewicht (kg)	21,1	21,4		
Spreiding in gewicht (kg)	2,48	2,79	0,098	*
Groei (g/dag)	361	370	2,3	*
Voeropname (g/dag) ³	0,61	0,63	0,005	*
Voederconversie	1,69	1,71	0,012	n.s.
EW-opname per dag	0,68	0,70	0,005	*
EW-conversie	1,87	1,89	0,014	n.s.

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: n.s. = niet significant; # = ($p < 0,10$); * = ($p < 0,05$)

³ De voeropname is uitgedrukt op krachtvoerbasis (88% droge stof) gebaseerd op het gemeten gehalte aan droge stof van het complete rantsoen dat per voersoort én per ronde is bepaald. In het geval van missende waarden is het gemiddelde van de overige metingen gebruikt.

Uit tabel 10 blijkt dat de biggen die brijvoer kregen met gefermenteerde granen de eerste 14 dagen na opleg meer voer opnamen en sneller groeiden dan de biggen met niet gefermenteerd brijvoer. Er was in deze periode geen verschil in voeder- en EW-conversie tussen de twee proefgroepen.

In de periode van 15 tot 35 dagen na opleg waren er geen verschillen in groei en voeder- en EW-conversie tussen de biggen die wel of niet gefermenteerd brijvoer kregen. Wel was er een tendens tot een hogere voer- en EW-opname bij de biggen met gefermenteerd voer.

Over de hele opfokperiode namen de biggen die we gefermenteerd brijvoer gaven meer voer op en groeiden sneller dan de biggen die niet gefermenteerd brijvoer kregen. Er waren tussen de twee proefgroepen geen verschillen in voeder- en EW-conversie.

Bij opleg van de biggen was de spreiding in gewicht tussen de dieren in een hok iets hoger bij de biggen die gefermenteerd voer kregen. Op dag 15 was er geen verschil in spreiding in gewicht tussen de twee proefgroepen. Op 35 dagen na opleg was de spreiding in gewicht tussen de dieren in een hok groter bij de biggen met gefermenteerd voer dan bij de biggen die niet gefermenteerd voer kregen.

4.3 Gezondheid en uitval tijdens de opfokperiode

Het vóórkomen van diarree

In tabel 11 zijn de mate van vóórkomen en de ernst van de diarree weergegeven gedurende de eerste 3 weken van de opfokperiode.

Tabel 11 Mate van vóórkomen en ernst van diarree (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van gespeende biggen die niet of wel gefermenteerd brijvoer zonder AMGB kregen

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Significantie ¹
Aantal dieren	450	450	
Aantal hokken	18	18	
<i>Eerste week na opleg</i>			
Geen diarree	94,1	94,1	n.s.
Pasteuze diarree	4,9	5,4	
Waterdunne diarree	1,0	0,5	
<i>Tweede week na opleg</i>			
Geen diarree	97,1	95,3	*
Pasteuze diarree	2,5	4,6	
Waterdunne diarree	0,4	0,1	
<i>Derde week na opleg</i>			
Geen diarree	97,3	97,7	n.s.
Pasteuze diarree	2,6	2,3	
Waterdunne diarree	0,1	0,0	

¹ Significantie: n.s. = niet significant ; * = ($p < 0,05$)

Uit tabel 11 blijkt dat er in de tweede week na opleg iets meer pasteuze diarree voorkwam bij biggen met brijvoer met gefermenteerde granen. In de eerste en derde week na opleg waren er tussen de proefbehandelingen geen verschillen in de mate van voorkomen en de ernst van diarree.

Uitval en veterinaire behandelingen

In tabel 12 staat het aantal uitgevallen biggen en het aantal individueel veterinair behandelde biggen. Tevens zijn de redenen van uitval en van behandelen vermeld.

Tabel 12 Uitval en individuele veterinaire behandelingen van gespeende biggen die niet of wel gefermenteerd brijvoer zonder AMGB kregen

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	Significantie ¹
Aantal dieren	450	450	
Aantal hokken	18	18	
Aantal uitgevallen dieren	11	16	n.s.
<i>Reden van uitval</i>			
- Streptococcen	8	7	n.s.
- Achterblijven	1	6	#
- Diversen	2	3	n.s.
Aantal dieren behandeld	55	59	
<i>Reden van behandelen</i>			
- Streptococcen	12	21	#
- Achterblijven	8	8	n.s.
- Luchtwegaandoeningen	2	0	²
- Beenwerkaandoeningen	23	22	n.s.
- Ontstoken oog	6	3	n.s.
- Diversen	4	5	n.s.

¹ Significantie: n.s. = niet significant; # = (p < 0,10)

² Aantallen te laag om te toetsen

Uit tabel 12 blijkt dat er tussen de proefgroepen geen aantoonbare verschillen zijn in het aantal uitgevallen dieren en het aantal veterinair behandelde dieren. Wel zijn er enkele verschillen in de reden van uitval en van behandelen. Bij de biggen die brijvoer met gefermenteerde granen kregen zijn meer dieren uitgevallen door achterblijven en zijn meer dieren behandeld voor streptococcen.

In ronde 1 en 3 zijn geen groepsbehandelingen uitgevoerd. In ronde 2 zijn, voor een streptococce infectie, alle biggen tweemaal gedurende 5 dagen behandeld.

4.4 Economische resultaten

In de economische berekening zijn de verschillen in technische resultaten, voerkosten, kosten voor uitgevallen dieren, medicijnkosten en arbeidskosten voor het veterinair behandelen van de dieren meegenomen. De kosten voor de fermentatie unit in de brijvoerinstallatie zijn niet meegenomen. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de economische berekening:

- Opbrengstprijis: De opbrengstprijis van een big is € 40,50 bij 25 kg (KWIV-V, 2004). Biggen lichter of zwaarder dan 25 kg brengen per kg afwijking € 1,00 minder of meer op.
- Voerkosten per 100 kg (op basis van 88% droge stof):

Speenrantsoen wel/niet gefermenteerd zonder AMGB:	€ 36,02
Opfokrantsoen wel/niet gefermenteerd zonder AMGB:	€ 27,45
- Medicijnkosten: Per injectie wordt gemiddeld 2 ml van een medicijn ingespoten. De kosten bedragen € 0,09 per ml.
- Arbeidskosten: de arbeidskosten zijn € 18,06 per uur (Landelijk Biggenprijzenschema, juli 2004). Uit waarnemingen op het proefbedrijf van het voormalige Praktijkonderzoek Varkenshouderij bleek dat het individueel behandelen van een big 1,13 minuut kost. Er is vanuit gegaan dat elk veterinair behandeld dier gemiddeld twee keer is behandeld. De totale kosten (arbeid en medicijnen) voor het behandelen van een big bedragen daarmee € 1,07 per behandelde big.
- Kosten voor uitval: de kosten van een uitgevallen big bedragen € 32,00.
- Overige kosten: kosten voor algemene gezondheidszorg, water, gas, elektra en dergelijke bedragen € 1,37 (KWIV-V, 2004).

Tabel 13 Financieel resultaat (in € per afgeleverde big) van gespeende biggen die wel of niet gefermenteerd brijvoer zonder AMGB kregen

	Niet gefermenteerd zonder AMGB	Gefermenteerd zonder AMGB	SEM ¹	Significantie ²
Opbrengst	36,61	36,92	0,081	*
Voerkosten ³	6,19	6,40	0,051	**
Gezondheidskosten	0,13	0,14		
Uitvalkosten	0,80	1,18		
Overige kosten	1,37	1,37		
Opbrengst – kosten	28,12	27,83	0,074	*

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddeld (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: * = (p < 0,05); ** = (p < 0,01)

³ De voerkosten voor de proefgroep “Gefermenteerd voer zonder AMGB” zijn inclusief de extra kosten van het verlies aan droge stof tijdens het fermenteren

Uit tabel 13 blijkt dat de opbrengst het hoogste is bij de biggen die gefermenteerde granen in het rantsoen kregen. De voerkosten en de kosten voor uitgevallen biggen zijn in deze groep echter ook het hoogst. Dit resulteert in een lager saldo (opbrengst – toegerekende kosten) bij biggen met gefermenteerde granen in het rantsoen dan bij biggen die niet gefermenteerde granen in het rantsoen kregen.

5 Discussie

5.1 Fermentatieproces

Melkzuur en azijnzuur

In dit onderzoek is nagegaan of gefermenteerde grondstoffen mogelijk een alternatief zijn voor AMGB's in het voer. Een belangrijke voorwaarde voor een succesvol gebruik van gefermenteerd voer is een goed verloop van de fermentatie waarbij snel en veel melkzuur gevormd wordt zodat de pH snel daalt tot circa 4 (Bruininx et al., 2001). Als de melkzuurfermentatie onvoldoende is, waardoor de pH-daling niet voldoende is of niet snel genoeg verloopt, krijgen ongewenste organismen (zoals E. Coli en Salmonella) de kans zich te ontwikkelen (Van Winssen et al., 2000). Bruininx et al. (2001) hebben onderzocht welke grondstoffen geschikt zijn als fermentatiesubstraat en hoe het fermentatieproces beheerst kan worden. Zij concluderen dat met name granen (zetmeelrijk en eiwitarm) geschikt zijn als fermentatiesubstraat. Daarnaast hebben zij een fermentatieprotocol opgesteld dat wij toegepast hebben in ons onderzoek. Ondanks dit fermentatieprotocol is in experiment 1 het fermentatieproces niet naar wens verlopen. Dit is af te leiden uit de geanalyseerde melkzuur- en azijnzuurgehalten in de rantsoenen. In het speenrantsoen met gefermenteerde granen waren het melkzuur- en azijnzuurgehalte respectievelijk 62,2 en 75,9 mmol/kg (tabel 1). In het opfokrantsoen met gefermenteerde granen waren het melk- en azijnzuurgehalte respectievelijk 58,8 en 70,9 mmol/kg. Melkzuur heeft, afhankelijk van de concentratie, een bacterieremmende of een bacteriedodende werking. Brooks et al. (2003) geven aan dat een melkzuurgehalte van minimaal 70 mmol/kg nodig is voor deze remmende werking. Voor een bacteriedodende werking moet het melkzuurgehalte echter hoger zijn dan 100 mmol/kg, bij voorkeur circa 150 mmol/kg. Daarnaast geven Brooks et al. (2003) aan dat het gewenste azijnzuurgehalte maximaal 30 mmol/kg is. Hogere gehalten aan azijnzuur kunnen de smaak van het voer negatief beïnvloeden en daarmee de voeropname reduceren (Pedersen, 2001). Dit betekent dat zij een melkzuur : azijnzuurverhouding adviseren van 5 : 1. Deze adviezen worden ondersteund door de resultaten van Scholten (2001), die een melkzuur : azijnzuurverhouding in de rantsoenen had van 5,3 : 1.

In experiment 1 waren de melkzuurgehalten lager en de azijnzuurgehalten hoger dan geadviseerd, zodat de verhouding tussen melkzuur en azijnzuur 0,86 : 1 was. De reden dat het fermentatieproces niet de gewenste melkzuur- en azijnzuurgehalten heeft opgeleverd komt mogelijk omdat we uitgegaan zijn van "natuurlijke" fermentatie (fermentatie zonder toevoegen van een bacteriecultuur). Brooks et al. (2003) hebben circa 56 granenmonsters, afkomstig van diverse plaatsen in Engeland, "natuurlijk" laten fermenteren. Het melkzuurgehalte in deze monsters varieerde van 10 tot 140 mmol. Veertig monsters hadden een melkzuurgehalte van 70 mmol of lager en 50 monsters een melkzuurgehalte van 100 mmol of lager. Volgens Brooks et al. (2003) is een gehalte van minimaal 100 mmol nodig om Salmonella te doden. Het blijkt dus dat bij "natuurlijke" fermentatie in enkele gevallen wel voldoende melkzuur wordt gevormd, maar in de meeste gevallen niet. Brooks et al. (2003) adviseren daarom om een bacteriecultuur toe te voegen om het fermentatieproces gecontroleerd en goed te kunnen laten verlopen. Zij hebben in een experiment zes verschillende bacteriecultures toegevoegd aan granen. Na 24 uur fermentatie varieerde het melkzuurgehalte in de gefermenteerde granen van 180 tot 230 mmol.

In het tweede experiment hebben we daarom een bacteriecultuur (Bactocell) toegevoegd aan de granen. Het fermentatieproces verliep hierdoor inderdaad beter. Na 24 uur fermentatie waren het melk- en azijnzuurgehalte in de gefermenteerde granen respectievelijk 129,0 en 20,5 mmol/kg en na 48 uur respectievelijk 158,2 en 42,6 mmol/kg (tabel 9). Ook de pH-daling in de gefermenteerde granen was voldoende. Na 24 uur fermentatie was de pH in de gefermenteerde granen 4,0 en na 48 uur 3,8. Een soortgelijke pH-daling is gevonden door Bruininx et al. (2001). In de uiteindelijke speen- en opfokrantsoenen waren de melk- en azijnzuurgehalten lager en de pH hoger omdat de rantsoenen voor slechts 60% uit gefermenteerde granen bestonden.

Gisten en schimmels

Hoge gistaantallen zijn een indicator voor een slechte fermentatie en voor bederf van de brij. Gisten kunnen met melkzuurbacteriën concurreren om de aanwezige suikers waardoor het verloop van de melkzuurfermentatie verstoord wordt en de pH van de brij minder snel daalt (Bruininx et al., 2001). Daarnaast kunnen gisten melkzuur afbreken waardoor de pH stijgt en ongewenste micro-organismen de kans krijgen zich te vermenigvuldigen (Oude Elferink et al., 1999). In het onderzoek van Bruininx et al. (2001) was het aantal gisten in 24 en 48 uur gefermenteerde tarwe respectievelijk $0,5 \times 10^3$ en $1,0 \times 10^7$ KVE per gram brij. Na overenten stabiliseerde het aantal gisten zich op $1,0 \times 10^7$ KVE per gram brij. Deze aantallen hadden geen effect op de pH van de brij en er waren geen aanwijzingen voor bederf. In ons onderzoek was het aantal gisten in het gefermenteerde granenmengsel na overenten lager dan bij Bruininx et al. (2001), namelijk $0,4 \times 10^6$ KVE per gram brij (tabel 9). In de speen- en opfokrantsoenen varieerde het gemiddelde aantal gisten tussen $0,5 \times 10^5$ en $1,1 \times 10^6$ KVE per gram brij (tabel 8).

Ook het aantal schimmels was in ons onderzoek lager dan bij Bruininx et al. (2001). Op basis van het aantal gisten en schimmels kunnen we dus ook concluderen dat het fermentatieproces in experiment 2 goed verlopen is. In experiment 1 is het aantal gisten en schimmels in de gefermenteerde granen en in de rantsoenen niet gemeten.

5.2 Technische resultaten

Rantsoenen zonder AMGB

Uit de resultaten van experiment 1 bleek dat de biggen met 60% gefermenteerde granen (mengsel van tarwe en gerst) in het rantsoen iets meer voer opnamen dan de biggen die niet gefermenteerd voer zonder AMGB kregen. De hogere voeropname resulteerde echter niet in een hogere groei, maar in een ongunstigere voederconversie. Deze resultaten komen niet overeen met die van Scholten (2001). Hij vond juist dat biggen met een rantsoen met gefermenteerde tarwe een gunstigere voederconversie hadden dan biggen met een rantsoen zonder gefermenteerde tarwe. Het niet goed verlopende fermentatieproces in experiment 1 is mogelijk de reden dat wij geen positief effect vinden van gefermenteerde granen op de voederconversie. De gemiddelde dagelijkse opname aan melkzuur en azijnzuur in het onderzoek van Scholten (2001) en in onze experimenten is weergegeven in tabel 14.

Tabel 14 Gemiddelde dagelijkse opname (g) aan melkzuur en azijnzuur bij biggen die een rantsoen met wel of niet gefermenteerde granen kregen

	Melkzuuropname	Azijnzuuropname
Scholten (2001)		
- rantsoen met 45% gefermenteerde tarwe	12,3	2,0
- rantsoen met 45% niet gefermenteerde tarwe	2,8	0,6
Experiment 1		
- rantsoen met 60% gefermenteerde granen	11,4	9,2
- rantsoen met 60% niet gefermenteerde granen	4,6	3,3
Experiment 2		
- rantsoen met 60% gefermenteerde granen	16,0	5,4
- rantsoen met 60% niet gefermenteerde granen	6,8	1,9

In het onderzoek van Scholten (2001) namen de biggen die 45% gefermenteerde tarwe in het rantsoen kregen dagelijks 12,3 gram melkzuur en 2,0 gram azijnzuur op. In experiment 1 namen de biggen die 60% gefermenteerde granen in het rantsoen kregen dagelijks 11,4 gram melkzuur en 9,2 gram azijnzuur op. De dagelijkse opname aan melkzuur met de gefermenteerde rantsoenen was dus vergelijkbaar in het onderzoek van Scholten (2001) en in ons onderzoek. Echter, in ons onderzoek namen de biggen bijna vijfmaal zoveel azijnzuur op. Mogelijk dat dit de reden is dat er geen positief effect is op de voederconversie. Uit onderzoek met mierenzuur bij gespeende biggen (Eckel et al., 1992) en met benzoëzuur bij vleesvarkens (Van der Peet-Schwering et al., 1998) bleek dat er een optimum is aan de hoeveelheid zuur in het rantsoen. In beide onderzoeken verbeterde de voederconversie in eerste instantie door toevoeging van het zuur. Na overschrijding van een bepaald optimum verslechterde de voederconversie echter. Mogelijk geldt dit ook bij hoge gehalten aan azijnzuur en is het positieve effect van melkzuur teniet gedaan door het hoge gehalte aan azijnzuur. Eckel et al. (1992) veronderstelden dat de daling in technische resultaten bij hoge toevoegingen van zuur waarschijnlijk het gevolg is van een verstoring van de zuur-base balans van het dier. Uit onderzoek van Dersjant-Li (2000) met vleesvarkens blijkt inderdaad dat een verstoorde zuur-base balans een negatief effect heeft op de technische resultaten. Een te hoog gehalte aan gisten als gevolg van het niet goed verlopen van het fermentatieproces is mogelijk een andere verklaring waarom we geen positief effect vinden op de voederconversie van gefermenteerd voer. Bij gisting treedt verlies aan voederwaarde op door de omzetting van zetmeel en glucose naar CO₂ en water. Omdat we in experiment 1 het gehalte aan gisten niet hebben gemeten, is dit echter niet met zekerheid te zeggen.

In experiment 2 namen de biggen die 60% gefermenteerde granen in het rantsoen kregen 20 gram per dag meer voer op en groeiden 9 gram per dag sneller dan de biggen met niet gefermenteerde granen in het rantsoen. Er was geen verschil in voederconversie tussen de twee proefgroepen. De biggen met 60% gefermenteerde granen in het rantsoen namen dagelijks 16,0 gram melkzuur en 5,4 gram azijnzuur op (tabel 14). De opname aan azijnzuur met de gefermenteerde rantsoenen was dus bijna driemaal zo hoog als in het onderzoek van Scholten (2001), maar blijkt niet hoog genoeg om de technische resultaten negatief te beïnvloeden.

Het is niet helemaal duidelijk waarom het gehalte aan azijnzuur in onze rantsoenen zoveel hoger is dan in de rantsoenen van Scholten (2001). Mogelijk omdat wij een combinatie van gerst en tarwe gefermenteerd hebben en Scholten (2001) alleen tarwe. Gerst bevat meer ruwe celstof en niet-zetmeelkoolhydraten dan tarwe, maar het bevat minder zetmeel. Mogelijk leidt de fermentatie van gerst daarom tot een andere verhouding tussen fermentatie-eindproducten. Gegevens vanuit de literatuur zijn hierover echter niet beschikbaar.

Als we de technische resultaten van experiment 1 en 2 met elkaar vergelijken, blijkt dat de biggen in experiment 2 meer voer opgenomen hebben, sneller gegroeid zijn en een gunstigere voederconversie hebben dan de biggen in experiment 1. Dit geldt zowel voor de biggen die niet gefermenteerde als wel gefermenteerde granen in het rantsoen kregen. De betere technische resultaten worden mogelijk verklaard door de hogere opname aan melkzuur en de lagere opname aan azijnzuur in experiment 2 in vergelijking tot experiment 1.

In beide experimenten was de uitval hoger bij de dieren die gefermenteerd voer kregen. In experiment 2 was het verschil weliswaar niet significant, maar er zijn wel vijf dieren meer uitgevallen. In de groepen met gefermenteerd voer was met name de uitval door achterblijven hoger dan in de groepen die niet gefermenteerd voer kregen. Pedersen (2001) gaf aan dat hoge gehalten aan azijnzuur de smaak van het voer negatief kunnen beïnvloeden en daarmee de voeropname reduceren. Daarnaast is uit onderzoek van Moran (2001) (citaat Canibe and Jensen, 2003) gebleken dat een te lage pH van het rantsoen de smakelijkheid van het voer vermindert. In onze beide experimenten vonden we gemiddeld over alle dieren geen negatief effect op de voeropname van gefermenteerd voer, maar het is wel mogelijk dat individuele biggen het gefermenteerde voer minder lekker vinden en daardoor achterblijven in voeropname en groei. Het blijkt inderdaad dat de spreiding in gewicht groter is bij de biggen met het gefermenteerde voer (tabellen 3 en 10).

Effect AMGB

Het effect van AMGB (avilamycine) in het niet gefermenteerde voer is alleen onderzocht in experiment 1. Hieruit bleek dat de biggen met AMGB's in het rantsoen sneller groeiden (6,2%) en een gunstigere voederconversie hadden (7,5%) dan de biggen die niet gefermenteerd voer zonder AMGB kregen. Uit diverse proeven bleek dat toevoeging van avilamycine aan het voer een positief effect heeft op de groei, voeropname en voederconversie. Uit een overzicht van Freitag et al. (1998), die zes proeven met avilamycine in het voer naast elkaar hebben gezet, bleek dat de voeropname, groei en voederconversie met respectievelijk 4,8, 12,2 en 8,4% verbeterden. In onze proef zijn de verbeteringen iets minder groot, maar gaan wel in dezelfde richting. De biggen die niet gefermenteerd voer met AMGB in het voer kregen groeiden ook sneller en hadden een gunstigere voederconversie dan de biggen met gefermenteerd voer zonder AMGB. Dit geeft aan dat gefermenteerde granen voor gespeende biggen op basis van experiment 1 nog geen perspectiefvol alternatief zijn voor AMGB's in het voer. Dit wordt bevestigd door de resultaten in experiment 2. In het tweede experiment is het effect van AMGB's in het voer op de technische resultaten weliswaar niet gemeten, maar gefermenteerd verbeterde de groei en voeropname slechts met 2,5 en 3,3% ten opzichte van niet gefermenteerd voer.

5.3 Economische resultaten

In beide experimenten was het saldo per afgeleverde big lager bij de dieren met gefermenteerde granen in het rantsoen dan bij biggen die niet gefermenteerde granen in het rantsoen kregen. Het lagere saldo is met name het gevolg van hogere voerkosten en hogere kosten voor uitgevallen dieren. Het verschil in saldo tussen de twee groepen was in experiment 2 wel kleiner dan in experiment 1. De kosten voor het inbouwen van een fermentatie-unit in de brijvoerinstallatie zijn niet meegenomen in de financiële berekeningen. Als we deze wel meenemen, wordt het financieel gezien nog onaantrekkelijker om gefermenteerde granen te verstrekken.

In experiment 1 was het saldo het hoogste bij de biggen die niet gefermenteerde granen met AMGB's in het rantsoen kregen. Het saldo bij deze groep was € 1,65 per afgeleverde big hoger dan bij de biggen met gefermenteerde granen. Financieel gezien is het verstrekken van gefermenteerde granen in het rantsoen dus geen aantrekkelijk alternatief voor AMGB's in het rantsoen.

6 Conclusies en praktijktoepassing

Conclusies

- In experiment 1 is het fermentatieproces niet goed verlopen. Er is te weinig melkzuur en te veel azijnzuur gevormd. In experiment 2 is een bacteriecultuur toegevoegd aan de granen en verliep het fermentatieproces beter. Toevoeging van een bacteriecultuur lijkt noodzakelijk om het fermentatieproces goed te laten verlopen.
- Rantsoenen met gefermenteerde granen verbeterden de voeropname (+ 20g/d) en groei (+ 9 g/d) licht ten opzichte van rantsoenen met niet gefermenteerde granen. Dit geldt echter alleen als het fermentatieproces goed verloopt zoals in experiment 2. In experiment 1 zagen we geen effect op groei en was de voederconversie ongunstiger bij rantsoenen met gefermenteerde granen.
- Biggen die niet gefermenteerd voer met AMGB's kregen groeiden sneller en hadden een gunstigere voederconversie dan biggen met wel of niet gefermenteerd voer zonder AMGB's.
- In beide experimenten zijn de meeste biggen uitgevallen in de groep die gefermenteerde granen in het rantsoen kregen. In experiment 1 was de hogere uitval niet toe te wijzen aan een specifieke oorzaak. In experiment 2 was de uitval hoger door meer achterblijvers.
- Er was geen verschil in aantal uitgevallen dieren tussen biggen met niet gefermenteerd voer zonder of met AMGB's.
- In beide experimenten was er tussen de proefbehandelingen geen verschil in het aantal veterinaire behandelde dieren.
- Het saldo per afgeleverde big was in beide experimenten het laagste bij de biggen die we gefermenteerde granen in het rantsoen gaven. In experiment 1 was het saldo het hoogste bij de biggen met niet gefermenteerd voer met AMGB.

Praktijktoepassing

Het fermenteren van granen onder praktijkomstandigheden is moeilijker dan we op basis van pilot-experimenten hadden verwacht. Toevoeging van een bacteriecultuur om het fermentatieproces goed te laten verlopen lijkt noodzakelijk. Als het fermentatieproces goed verloopt, wordt er voldoende melkzuur (aanbeveling: minimaal 150 mmol/kg brij) en niet te veel azijnzuur (aanbeveling: maximaal 30 mmol/kg brij) gevormd. Daarnaast mag het aantal gisten niet te hoog zijn. Rantsoenen met gefermenteerde granen (mengsel van tarwe en gerst) voor gespeende biggen is op basis van onze proeven nog geen perspectiefvol alternatief voor AMGB's in het voer. Mogelijk wel als het fermentatieproces nog beter beheerst kan worden of als er alleen tarwe gefermenteerd wordt.

Bijlagen

Bijlage 1 Grondstoffen- en berekende chemische samenstelling van speen- en opfokrantsoenen in experiment 1

	Speenrantsoen	Opfokrantsoen
Aardappeleiwit	50,0	-
Gerst ¹	450,0	300,0
Tarwe ¹	150,0	300,0
Sojaschroot	32,2	114,1
Bietenpulp	20,0	20,0
Mais ontsloten	120,0	50,0
Sojabonen getoast	3,2	46,0
Vismeel	60,0	40,0
Serolat	49,2	-
Zonnepitschroot	-	45,2
Soja-olie	10,0	10,0
Linolvetzuren	-	10,0
Sepioliet	10,0	10,0
Monocalcium fosfaat	3,7	7,2
Krijt	9,5	11,3
Zout	4,0	6,3
Synth. aminozuren	23,2	24,9
Vitaminen + mineralen	5,0	5,0
EW	1,12	1,10
Ruw eiwit	187	188
Ruw vet	40	47
Ruwe celstof	29	42
As	64	68
Zetmeel	420	397
Suiker	45	39
Darmverteerbaar lysine	10,7	10,1
Darmverteerbaar meth.+cyst.	6,5	6,0
Darmverteerbaar threonine	6,7	6,3
Darmverteerbaar tryptofaan	2,2	2,0
Lactose	20	-
Fosfor	5,7	6,1
Verteerbaar fosfor	3,6	3,5

¹ In proefbehandeling 1 en 3 zijn de granen niet gefermenteerd; in proefbehandeling 2 zijn de granen wel gefermenteerd.

De samenstelling is per g/kg voer op basis van 88% droge stof

In het speen- en opfokrantsoen in proefhandeling 3 is per kg voer 8 gram ontsloten mais vervangen door 8 gram avilamycine (=40 ppm avilamycine).

Bijlage 2 Grondstoffen- en berekende chemische samenstelling van speen- en opfokrantsoenen in experiment 2

	Speenrantsoen	Opfokrantsoen
Sojaconcentraat	50,0	16,0
Gerst ¹	450,0	450,0
Tarwe ¹	150,0	150,0
Sojaschroot	57,2	117,3
Bietenpulp	20,0	20,0
Maïs ontsloten	68,9	20,0
Weiproduct	75,8	56,4
Vismeel	42,0	16,0
Erwten	-	12,8
Maïs	-	42,7
Lijnzaad	-	10,0
Sojabonen getoast	-	4,0
Soja-olie	12,0	6,0
Dierlijk vet	9,6	13,0
Sepioliet	10,0	10,0
Monocalcium fosfaat	-	1,1
Krijt	8,5	11,8
Zout	2,7	4,3
Synth. aminozuren	28,0	25,8
Vitaminen + mineralen	15,3	12,8
EW	1,12	1,10
Ruw eiwit	188	173
Ruw vet	51	46
Ruwe celstof	35	38
As	60	64
Zetmeel	380	380
Suiker	52	58
Darmverteerbaar lysine	10,7	10,0
Darmverteerbaar meth.+cyst.	6,4	6,0
Darmverteerbaar threonine	6,7	6,3
Darmverteerbaar tryptofaan	2,2	2,0
Fosfor	4,7	4,9
Verteerbaar fosfor	3,3	3,3

¹ In proefbehandeling 1 zijn de granen niet gefermenteerd, in proefbehandeling 2 wel.

Bijlage 3 Voerschema experiment 1

Dagnr.	Voergift kg/big	Aantal voerbeurten	Potentiële voertijdstippen ¹							
			04.00	07.00	10.00	12.00	15.00	17.30	21.00	23.30
0	0,16	2	X			X				X
1	0,20	2	X			X				X
2	0,23	2	X			X				X
3	0,25	3	X	X		X		X		X
4	0,25	3	X	X		X		X		X
5	0,30	4	X	X		X		X		X
6	0,33	4	X	X		X		X		X
7	0,34	4	X	X		X		X		X
8	0,35	4	X	X		X		X		X
9	0,36	4	X	X		X		X		X
10	0,39	4	X	X		X		X		X
11	0,42	4	X	X		X		X		X
12	0,44	4	X	X		X		X		X
13	0,47	4	X	X		X		X		X
14	0,50	4	X	X		X		X		X
15	0,55	4	X	X		X		X		X
16	0,55	4	X	X		X		X		X
17	0,58	4	X	X		X		X		X
18	0,61	4	X	X		X		X		X
19	0,66	4	X	X		X		X		X
20	0,68	4	X	X		X		X		X
21	0,71	5	X	X	X		X	X		X
22	0,76	5	X	X	X		X	X		X
23	0,78	5	X	X	X		X	X		X
24	0,81	5	X	X	X		X	X		X
25	0,86	5	X	X	X		X	X		X
26	0,88	5	X	X	X		X	X		X
27	0,91	5	X	X	X		X	X		X
28	0,93	5	X	X	X		X	X		X
29	0,96	5	X	X	X		X	X		X
30	0,98	5	X	X	X		X	X		X
31	1,01	5	X	X	X		X	X		X
32	1,03	5	X	X	X		X	X		X
33	1,06	5	X	X	X		X	X		X
34	1,08	5	X	X	X		X	X		X
35	1,08	5	X	X	X		X	X		X

¹= Door weegnauwkeurigheden is het aantal voerbeurten beperkt. De brijvoerinstallatie is zodanig afgesteld dat het aantal tijdstippen waarop gevoerd kan worden telkens 1 hoger is dan het aantal voerbeurten. Als de sensor op een tijdstip aangeeft dan een trog nog brij bevat, kan het voertegoed voor die dag nog in een volgende voerbeurt worden verstrekt.

Bijlage 4 Voerschema experiment 2

Dag	Voergift kg/big	Aantal voerbeurten	Potentiële voertijdstippen ¹									
			05.00	05.45	06.30	12.00	12.45	13.30	14.15	20.00	20.45	21.30
0	0,16	3	X			X				X		
1	0,20	3	X			X				X		
2	0,23	3	X			X				X		
3	0,25	3	X			X				X		
4	0,25	4	X		X	X		X		X		X
5	0,30	4	X		X	X		X		X		X
6	0,33	6	X		X	X	X		X	X	X	X
7	0,34	6	X		X	X	X		X	X	X	X
8	0,35	6	X		X	X	X		X	X	X	X
9	0,36	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
10	0,39	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
11	0,42	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
12	0,44	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
13	0,47	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
14	0,50	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
15	0,55	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
16	0,55	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
17	0,58	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
18	0,61	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
19	0,66	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
20	0,68	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
21	0,71	8	X	X	X	X	X	X		X	X	X
22	0,76	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
23	0,78	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
24	0,81	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
25	0,86	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
26	0,88	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
27	0,91	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
28	0,93	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
29	0,96	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
30	0,98	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
31	1,01	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
32	1,03	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
33	1,06	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
34	1,08	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X
35	1,08	9	X	X	X	X	X	X		X	X	X

¹ Door weegnauwkeurigheden is het aantal voerbeurten beperkt in het begin van de opfokperiode. De brijvoerinstallatie is zodanig afgesteld dat het aantal tijdstippen waarop gevoerd kan worden maximaal 1 of 2 hoger is dan het aantal werkelijke voerbeurten. Als de sensor op een tijdstip aangeeft dat een trog nog brij bevat kan het voertgoed voor die dag nog in een volgende voerbeurt worden verstrekt.

Bijlage 5 List of titles of tables

Table 1	Calculated and analysed chemical composition of the experimental diets (g/kg)
Table 2	Contents of lactic acid and volatile fatty acids in the experimental diets (mmol/kg)
Table 3	Performance of piglets that were fed non-fermented diets with or without an anti microbial growth promoter or fermented diets without an anti microbial growth promoter
Table 4	Occurrence and severity of diarrhoea of piglets that were fed non-fermented diets with or without an anti microbial growth promoter or fermented diets without an anti microbial growth promoter (expressed as percentage of the number of observations)
Table 5	Mortality and veterinary treatment of piglets that were fed non-fermented diets with or without an anti microbial growth promoter or fermented diets without an anti microbial growth promoter
Table 6	Financial results (€ per delivered piglet) of piglets that were fed non-fermented diets with or without an anti microbial growth promoter or fermented diets without an anti microbial growth promoter
Table 7	Calculated and analysed chemical composition of the experimental diets (g/kg)
Table 8	Contents of lactic acid, volatile fatty acids, ethanol, yeasts and moulds and pH in the experimental diets (mmol/kg)
Table 9	Contents of lactic acid, volatile fatty acids and ethanol and pH in 24 and 48 hours fermented cereals and the number of yeast and moulds in 24 hours fermented cereals
Table 10	Performance of piglets that were fed fermented or non-fermented diets without an anti microbial growth promoter
Table 11	Occurrence and severity of diarrhoea of piglets that were fed fermented or non-fermented diets without an anti microbial growth promoter (expressed as percentage of the number of observations)
Table 12	Mortality and veterinary treatment of piglets that were fed fermented or non-fermented diets without an anti microbial growth promoter
Table 13	Financial results (€ per delivered piglet) of piglets that were fed fermented or non-fermented diets without an anti microbial growth promoter
Table 14	Daily intake of lactic acid and acetic acid of piglets that were fed diets with or without fermented cereals

Literatuur

- Boogaard, A.E.J.M. van den, 2000. Public health aspects of bacterial resistance in food animals. Datawise I Universitaire Pers Maastricht, Maastricht, Nederland.
- Brooks, P.H., J.D. Beal, S. Niven and V. Demecková, 2003. Liquid feeding of pigs. II. Potential for improving pig health and food safety. *Animal Science Papers and Reports*, 21, supplement 1, 23-39.
- Bruininx, E.M.A.M., 2002. Individually measured feed intake characteristics in group-housed weanling pigs. Ph.D. Thesis, Utrecht University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Nutrition, Utrecht, The Netherlands.
- Bruininx, E.M.A.M., P.G. van Wikselaar, S.J.W.H. Oude Elferink, 2001. Fermentatiekarakteristieken van veevoedergrondstoffen en een speenvoer. Rapport 221, Praktijkonderzoek Animal Sciences Group, Wageningen-UR, Lelystad.
- Canibe, N. and B.B. Jensen, 2003. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: Effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *Journal of Animal Science*, 81, 2019-2031.
- Dersjant-Li, Y. 2000. Impact of dietary cation anion difference in fish and pigs: a comparative study. Ph.D. Thesis, Wageningen Institute of Animal Science, Department of Animal Nutrition, Wageningen University, The Netherlands.
- Eckel, B. M. Krichgessner und F.X. Roth, 1992. Zum Einfluss von Ameisensäure auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit. 1. Mitteilung. Untersuchungen zur nutritiven Wirksamkeit von organischen Säuren in der Ferkelaufzucht. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 67, 93-100.
- Freitag, M., H. Hensche, H. Schulte-Sienbeck und B. Reichelt, 1998. Kritische Betrachtung des Einsatzes von Leistungsförderern in der Tierernährung. 8, Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest, Universität Gesamthochschule Paderborn nr. 8, Soest.
- Genstat, 2000. Genstat for Windows. Release 4.2. Fifth Edition. VSN International Ltd., Oxford.
- KWIN-V, 2004. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2004-2005. Lelystad.
- Landelijk Biggenprijzenschema juli 2004, 2004. LTO-Nederland.
- Mikkelsen, L.L. and B.B. Jensen, 1997. Effect of fermented liquid feed (FLF) on growth performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of weaned piglets. In: Laplace, J.P., Fevrier, C., Barbeau, A, (Eds.), *Digestive Physiology in Pigs*, E.A.A.P. publication no. 88. Saint Malo, France, May 26-28, p. 639-642.
- Mikkelsen, L.L. and B.B. Jensen, 1998. Performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of piglets fed fermented liquid feed at weaning. *Journal of Animal Feed Science* 7, 211-215.
- Oude Elferink, S.J.W.H. et al., 1999. Gewenste en ongewenste microbiële omzettingsprocessen bij de productie van gefermenteerde voeders voor varkens. Samenvatting 24^e studiedag voor Nederlandstalige Voedingsonderzoekers, Gent.
- Oude Voshaar, J.H., 1995. Statistiek voor onderzoekers. Wageningen Pers, Wageningen.
- Pedersen, A., 2001. Fermented liquid feed for weaners. Report no. 510, The National Committee for Pig Production, Denmark.
- Peet-Schwering, C.M.C. van der, N. Verdoes en J.G. Plagge, 1998. Invloed van benzoëzuur in het voer op de technische resultaten en urine-pH van vleesvarkens. Proefverslag nummer P 1.212, Praktijkonderzoek Animal Sciences Group, Wageningen-UR, Lelystad.
- Scholten, R.H.J., 2001. Fermentation of liquid diets for pigs. Ph.D. Thesis, Wageningen Institute of Animal Science, Department of Animal Nutrition, Wageningen University, The Netherlands.
- Scholten, R.H.J., C.M.C. van der Peet-Schwering, M.W.A. Verstegen, L.A. Den Hartog, J.W. Schrama,

P.C. Vesseur, 1999. Fermented co-products and fermented compound feeds for pigs: a review. *Animal Feed Science and Technology*. 82, 1-19.

Winsen, R.L. van, L.J.A. Lipman, S. Biesterveld, B.A.P. Urlings, J.M.A. Snijders, and F. van Knapen, 2000. Mechanisms of Salmonella reduction in fermented pig feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81, 342-346.

Praktijkrapporten Varkens

Nr	Titel Praktijkrapport Varkens	Auteur(s)	Jaar	Prijs €
36	Gefermenteerde granen in brijvoer voor gespeende biggen	C.M.C.v.d.Peet-Schwering, M. Smolders, G.P. Binnendijk, E. Bruininx	Okt. 2004	€ 17,50
35	Mineralenbalans bij vleesvarkens op droog- en brijvoer	M. Timmerman, M.A.H.H. Smolders	Sept. 2004	€ 17,50
34	Energie- en eiwitbehoefte van biologisch gehouden vleesvarkens	M.M. v. Krimpen, C.M.C. v.d. peet-Schwering	Sept. 2004	€ 17,50
33	Gefermenteerde grondstoffen in voeders voor biologisch gehouden gespeende biggen	M.M. v. Krimpen, J.G. Plagge, G.P. Binnendijk	Sept. 2004	€ 17,50
32	Erwten in voeders voor biologisch gehouden gespeende biggen	M.M. v. Krimpen, J.G. Plagge, G.P. Binnendijk	Sept. 2004	€ 17,50
31	Vochtige diervoeders en geuremissie uit vleesvarkensstallen	M. Timmerman, J.W. v. Riel, M.A.H.H. Smolders, E.M.A.M. Bruininx	Juli 2004	€ 17,50
30	Ruwvoer of stro voor drachtige zeugen	H.W. van der Mheen, H.A.M. Spoolder, M.C. Kiezebrink	April 2004	€ 17,50
29	Grote groepen vleesvarkens	E.M. v.d. heuvel, G.P. Binnendijk, A.I.J. Hoofs, A.J.J. Bosma, H.A.M. Spoolder	Maart 2004	€ 17,50
28	Strohuisvesting bij drachtige zeugen in grote groepen: knelpunten en oplossingen	H. Altena, H.M. Vermeer, T.A. Geijssel	Febr. 2004	€ 17,50
27	Vergelijking drie soja-eiwitten in biggenvoeders	T.B. Rodenburg, M.M. v. Krimpen, G.P. Binnendijk, E.M.A.M. Bruininx, A. Mulder	Febr. 2004	€ 17,50
26	Haalbaarheid verwerking kadavers op varkensbedrijven	A.V. v. Wagenberg, M. Timmerman, A.J.J. Bosma	Jan. 2004	€ 17,50
25	Effect van stikstofaanvoernormen 2003 op technische resultaten en N-excretie	M. v. Krimpen, A.H.A.A.M. v. Lierop, G.P. Binnendijk	2003	€ 17,50
24	Inventarisatie naar parasieten in de varkenshouderij	I. Eijck, M. Kiezebrink, F. Borgsteede, G. Binnendijk, M. Bokma-Bakker	2003	€ 17,50
23	Stabiele of wisselgroepen voor drachtige zeugen	H.W. van der Mheen, H.A.M. Spoolder, M.C. Kiezebrink	2003	€ 17,50
22	Onbeperkt voeren van drachtige zeugen in groepshuisvesting	C.M.C. van der Peet-Schwering, J.G. Plagge, G.P. Binnendijk	2003	€ 17,50
21	Bezinklagen en bemonstering van varkensmest	M. Timmerman, M.A.H.H. Smolders	2003	€ 17,50
20	Huisvestingskosten biologische varkenshouderij	A.J.J. Bosma, J. Enting	2003	€ 17,50
19	Rustige of ruige omgang met varkens	H.W. van der Mheen en H.A.M. Spoolder	2003	€ 17,50
18	Preventie en behandeling staartbijten bij gespeende biggen	J.J. Zonderland, M. Fillerup, C.G. v. Reenen, H. Hopster, H. Spoolder	2003	€ 17,50
17	Checklisten voor Salmonellabeheersing op vleesvarkensbedrijven	M.A. van der Gaag	2003	€ 17,50
16	Huisvestingssystemen met gescheiden klimaatzones bij gespeende biggen	M.T.J. de Leeuw, A.V. van Wagenberg, A.H.A.A.M. van Lierop, H. Altena, H.M. Vermeer	2003	€ 17,50
15	Effect van verrijking omgeving en beperking weidegang op wroetschade door zeugen	H. v.d. Mheen	2003	€ 17,50

14	Diergezondheid biologische houderij versus gangbare houderij	I. Eijck, G. Smolders, M. v. d. Gaag, M. Bokma	2003	€ 17,50
13	Effect van voeropname op de darmfysiologie van gespeende biggen tijdens de zoogperiode	E.M.A.M. Bruininx	2003	€ 17,50
12	Mineralenbalansen op afdelingsniveau in de varkensvermeerdering	M. Timmerman, M.A.H.H. Smolders	Maart 2003	€ 17,50
11	Arbeidsbelasting in de zeugenhouderij	E.M. van den Heuvel, J. Enting, J.J.H. Huijben, A.A.J. Looije, P. Roelofs, A.T.M. Hendrix	Febr. 2003	€ 17,50
10	Ruwecestofrijke voeders voor zeugen: effect op reproductie en gedrag	C.M.C. van der Peet-Schwering	Jan. 2003	€ 17,50