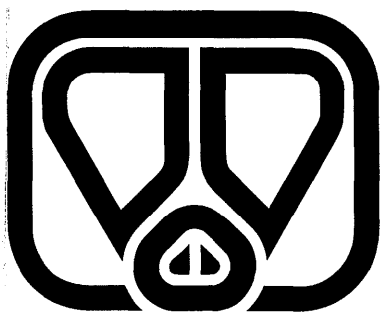


ir. E.M.A.M. Bruininx  
ir. R.H.J. Scholten  
ing. G.P. Binnendijk  
ing. P.F.M.M. Roelofs  
ir. N. Verdoes  
ing. J. Haaksma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IRS Bergen op Zoom

# Het toevoegen van perspulp aan droogvoer voor vleesvarkens

*The addition of pressed  
sugar beet pulp to a  
dry diet for growing-  
finishing pigs*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

Locaties:  
Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen en Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland", Sterksel  
Redactie-adres  
Postbus 83  
5240 AB Rosmalen  
tel. 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.245  
augustus 2000  
ISSN 0922 - 8586

# INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
	INLEIDING	8
2	MATERIAAL EN METHODE	9
2.1	Proefdieren en proefomvang	9
2.1.1	Experiment 1	9
2.1.2	Experiment 2	9
2.2	Proefbehandelingen	9
2.2.1	Experiment 1	9
2.2.2	Experiment 2	9
2.3	Proefindeling	9
2.3.1	Experiment 1	9
2.3.2	Experiment 2	10
2.4	Voeding en drinkwaterverstrekking	10
2.4.1	Experiment 1	10
2.4.2	Experiment 2	10
2.5	Huisvesting en klimaat	11
2.5.1	Experiment 1	11
2.5.2	Experiment 2	11
2.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	11
2.6.1	Experiment 1	11
2.6.2	Experiment 2	13
3	RESULTATEN EXPERIMENT 1	15
3.1	Chemische samenstelling van de rantsoenen	15
3.2	Technische resultaten	15
3.3	Veterinaire behandelingen en uitval	17
3.4	Ammoniakemissie	18
3.5	Mestproductie en mestsamenstelling	18
3.6	Hokbevuiling	20
3.7	Stofgehalte	20
4	ECONOMISCHE BESCHOUWING EXPERIMENT 1	23
5	RESULTATEN EXPERIMENT 2	25
5.1	Chemische samenstelling van de rantsoenen	25
5.2	Technische resultaten	25
5.3	Slachtkwaliteit	28
5.4	Magenbeoordeling	28
5.5	Vleeskwaliteit	29
5.6	Uitval en veterinaire behandelingen	29
5.7	Het vóórkomen van diarree	29
5.8	Gebruikservaringen met voerbakken voor perspulp	31
6	ECONOMISCHE BESCHOUWING EXPERIMENT 2	32

7	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	34
7.1	Algemeen	34
7.2	Technische resultaten	34
7.2.1	Perspulp	34
7.2.2	Perspulp en sekse	35
7.3	Diergezondheid	36
7.4	Ammoniakemissie en mestproductie	36
7.5	Stofgehalte en voertechniek	37
7.6	Conclusies	38
	LITERATUUR	40
	BIJLAGEN	42

# SAMENVATTING

De Nederlandse suikerindustrie produceert jaarlijks ongeveer 3,6 miljoen ton bietenpulp met een drogestofgehalte van 10%. Een deel hiervan wordt geperst tot circa 22% á 28% droge stof (perspulp) en een deel wordt kunstmatig gedroogd tot 90% droge stof (gedroogde pulp). Het aandeel dat als perspulp moet worden afgezet zal de komende jaren sterk toenemen, waarbij een extra afzetmarkt van circa 500.000 ton moet worden gecreëerd. De varkenshouderij is een potentiële afzetmarkt voor perspulp, waarbij zowel zeugen als vleesvarkens in beeld zijn. De opname van perspulp in het rantsoen van vleesvarkens is tot nu toe slechts beperkt onderzocht. Daarom is door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij in samenwerking met het Instituut voor Ratio-nale Suikerproductie te Bergen op Zoom onderzoek gestart naar het gebruik van perspulp in droogvoerrantsoenen voor vleesvarkens. Hiertoe is op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel een proef uitgevoerd (experiment 1) naar het effect van de opname van perspulp op de technische resultaten, gezondheid, slachtkwaliteit en milieukeurmerken bij vleesvarkens. Door de varkenspestsituatie in 1997 konden de vleesvarkens niet worden afgeleverd, waardoor de gegevens met betrekking tot slachtkwaliteit en maagbeoordelingen niet konden worden verzameld. Daarom is een vervolgproef op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen (experiment 2) uitgevoerd. In dit rapport worden beide onderzoeken beschreven. De droogvoerrantsoenen zijn via een aangepaste brijbak verstrekt. Het aanvullende mengvoer en de perspulp werden gemengd in een voerdo-seerwagen en daarna op basis van gewicht in de voerbak uitgedoseerd. In experiment 1 is in de startfase op basis van droge stof 5% perspulp verstrekt, terwijl in experiment 2 in de startfase 10% perspulp op basis van droge stof is verstrekt. In beide experimenten is in de afmestfase op basis van droge stof 10% perspulp verstrekt. Bij aanvang van experiment 1 is gerekend met een EW van 0,98 in de droge stof voor perspulp, waarmee de rantsoenen zijn geoptimaliseerd. De medio

1997 doorgevoerde verhoging van de EW van de droge stof van perspulp naar 1,17 is dus niet in experiment 1 toegepast. In experiment 2 is perspulp wel ingerekend op basis van een EW van 1,17 in de droge stof. Borgen en zeugen zijn in beide experimenten gescheiden opgelegd.

De belangrijkste bevindingen en conclusies van het totale onderzoek zijn:

- Het opnemen van perspulp in het droogvoerrantsoen voor vleesvarkens leidt in vergelijking met rantsoenen zonder perspulp gemiddeld over de gehele vleesvarkensfase minimaal tot een gelijke groei en voeropname.
- Het effect van perspulp op de voederconversie is op basis van het uitgevoerde onderzoek niet duidelijk. In experiment 1 leidde de opname van perspulp (EW = 0,98) tot een gunstigere voederconversie over de gehele vleesvarkensfase en in de afzonderlijke groeitrajecten. In experiment 2 is in de startfase en over de gehele vleesvarkensfase een ongunstigere voederconversie gevonden bij de groep die perspulp verstrekt kreeg. In de tussen- en eindfase was er geen verschil in voederconversie.
- De resultaten van experiment 2 geven aan dat het op drogestofbasis 10% perspulp in het startrantsoen verstrekken leidt tot een lagere groei en voeropname. Experiment 1 toont aan dat op drogestofbasis 5% perspulp in het startrantsoen verstrekken leidt tot een vergelijkbare groei als verstrekken van startvoer zonder perspulp, terwijl de voeder- en EW-conversie tenderen naar gunstigere waarden. Dit onderzoek suggereert het bestaan van een optimum in de hoeveelheid perspulp in het startvoer voor vleesvarkens dat ligt tussen 5 en 10 procent.
- Het verstrekken van 10% perspulp in droogvoerrantsoenen voor vleesvarkens heeft geen consequenties voor de vlees-kwaliteit. Afgezien van een lager aanhoudingspercentage leidt het toevoegen van perspulp aan het droogvoer voor vleesvarkens ook niet tot aantoonbare veranderingen in de slachtkwaliteit.

- Tussen de vleesvarkens die een controle-rantsoen kregen en de vleesvarkens die een perspulprantsoen kregen is geen verschil in uitval en aantal veterinaire behandelingen geconstateerd.
- Het toevoegen van persulp aan het droogvoer voor vleesvarkens leidt tot een aantoonbare verlaging van 43% van het aantal min of meer ernstige maagslijm-vliesaandoeningen.
- Ten aanzien van het vóórkomen en de ernst van diarree zijn er in experiment 1 geen verschillen gevonden tussen vleesvarkens die startvoer met of zonder 5% persulp verstrekt kregen. In experiment 2 vertoonden de vleesvarkens die 10% persulp in het startvoer verstrekt kregen meer dunne mest tot en met vijf weken na opleg dan vleesvarkens zonder persulp. Dit laatste wordt mogelijk veroorzaakt doordat het direct verstrekken van 10% persulp in de startfase zonder een gewenningsperiode te hoog is.
- De gemiddelde ammoniakemissie uit stallen waarin persulp via het droogvoer wordt verstrekt is numeriek hoger (1,74 versus 1,58 kg NH<sub>3</sub>/dpl/jr) dan de gemiddelde ammoniakemissie uit stallen waarin droogvoer zonder persulp wordt verstrekt. Dit kan deels het gevolg zijn van de
  - grotere hokbevuiling wanneer persulp wordt gevoerd.
- De mestproductie per kg groei neemt met 54% af wanneer een droogvoerrantsoen met persulp wordt verstrekt. Ook het drogestofpercentage van de mest neemt af. De pH van de mengmest is niet verschillend tussen beide proefgroepen.
- Uitgedrukt als percentage van de input is de output van fosfaat en stikstof bij droogvoerrantsoenen met en zonder persulp vergelijkbaar.
- Het voeren van persulp geeft een numeriek hogere concentratie van zowel respirabel (0,53 versus 0,24 mg/m<sup>3</sup>) als inhalerbaar (1,863 versus 1,64 mg/m<sup>3</sup>) stof in de afdeling. Daarentegen is de concentratie van endotoxinen in het stof numeriek lager (119 versus 324 EU/m<sup>3</sup>).
- De toevoeging van persulp aan het droogvoer leidt minimaal tot een gelijkblijvend saldo per afgeleverd vleesvarken in vergelijking met een droogvoerrantsoen zonder persulp. In deze saldoberekeningen is echter geen rekening gehouden met investerings- en extra arbeidskosten voor het voeren van persulp. De prijzen voor de aanvullende voeders zijn bij de saldoberekeningen uitsluitend gebaseerd op grondstofkosten.

## SUMMARY

Each year, about 3.6 million tonnes of sugar beet pulp with a dry matter content of 10% is produced by the Dutch sugar industry. Part of this is pressed until a dry matter content of 22 - 28% is reached (= pressed sugar beet pulp), while the remainder is dried until a dry matter content of 90% (dry pulp). The amount of pressed sugar beet pulp that has to be marketed will increase considerably (500,000 tonnes annually) in the near future (Haaksma, 1997). The Dutch pig husbandry (sows and growing-finishing pigs) is a potential market for pressed sugar beet pulp. However, little is known about the inclusion of pressed sugar beet pulp in the diet for growing-finishing pigs. Therefore, in cooperation with the Institute for Rational Sugar Production the Research Institute for Pig Husbandry started a research project concerning the effect of the inclusion of pressed sugar beet pulp in dry diets for growing-finishing pigs. This research included two experiments. The first experiment was carried out at the experimental farm "South- and West-Netherlands" at Sterksel. In this experiment the effects of including pressed sugar beet pulp in dry diets on performance, health, slaughter quality, and environmental characteristics were studied. Because of the swine fever problems in the Netherlands in 1997, the pigs could not be delivered to the slaughterhouse at the desired weight. As a consequence, information on slaughter quality and stomach health was not available. Therefore, a second experiment was carried out at the Research Institute at Rosmalen. Both experiments are described in this research report. In experiment 1, five percent of the dry matter of the grower diet was replaced by pressed sugar beet pulp, and in experiment 2 ten percent. In both experiments, ten percent of the dry matter of the finishing diet was replaced by pressed sugar beet pulp. The energetic value of pressed sugar beet pulp at the start of experiment 1 was considered to be 8.6 MJ net energy per kilogram of dry matter. However, during 1997 the net energy content of pressed sugar beet pulp was increased to 10.3 MJ per kilogram. Feed composition in experiment 2 was based on

the latter. Barrows and sows were kept in separate pens.

The most important conclusions concerning both experiments were:

- Averaged over the total growing-finishing period, the growth and feed intake of growing-finishing pigs fed dry diets in combination with pressed sugar beet pulp were at least similar to that of pigs fed dry control diets.
- The effects of including pressed sugar beet pulp in dry diets on feed conversion ratios are not clear. In experiment 1 the inclusion of pressed sugar beet pulp (8.6 MJ NE) improved the feed conversion ratio averaged over the total growing-finishing period as well as averaged over the separate growing and finishing phases. However, in experiment 2 the inclusion of ten percent of pressed sugar beet pulp increased the feed conversion ratios during the growing period and during the total growing-finishing period. During the finishing period feed conversion ratios were not affected.
- The results of experiment 2 indicated that including ten percent of pressed sugar beet pulp in the growing diet decreased growth and feed intake during the growing period. The results of experiment 1 indicated that including five percent of pressed sugar beet pulp in the growing diet did not affect growth during the growing phase, whereas feed- and energy conversion ratios tended to be improved. Therefore, an optimum inclusion level of pressed sugar beet pulp between five and ten percent during the growing phase seems to be likely.
- The inclusion of ten percent of pressed sugar beet pulp in dry diets for growing-finishing pigs did not affect meat quality. Apart from a lower dressing percentage for pigs fed a combination of pressed sugar beet pulp and a dry diet, the inclusion of pressed sugar beet pulp did not affect slaughter quality.
- The inclusion of pressed sugar beet pulp in dry diets did not affect mortality and the number of veterinary treatments.

- Feeding growing-finishing pigs pressed sugar beet pulp in combination with a dry diet led to a 43% decrease in the incidence of oesophagogastric lesions in the pigs' stomachs.
- In experiment 1, there were no differences in the occurrence and severity of diarrhoea between pigs that were given a grower diet in combination with 5% of pressed sugar beet pulp and pigs that were given a grower diet without it. Furthermore, pigs that were given a grower diet in combination with 10% of pressed sugar beet pulp had more fluid faeces than pigs that were given a grower diet without pressed sugar beet pulp. Possibly the addition of 10% pressed sugar beet pulp to a grower diet is too high for non adapted pigs.
- The average ammonia emission from stables where pigs were fed dry diets in combination with pressed sugar beet pulp was higher (only numerical) than the average ammonia emission from stables where pigs were given dry diets without pressed sugar beet pulp (1.74 versus 1.58 kg NH<sub>3</sub>/pig place/year).
- Feeding pigs a dry diet in combination with pressed sugar beet pulp resulted in a 5.4% decrease in manure production expressed per kg of weight gain. The dry matter content also dropped. The pH of the manure of growing-finishing pigs was not affected by feeding a dry diet in combination with pressed sugar beet pulp.
- The output of phosphorus and nitrogen, expressed as a percentage of the input, was not affected by feeding a dry diet in combination with pressed sugar beet pulp to growing-finishing pigs.
- The average concentration of respirable (0.53 vs. 0.24 mg/m<sup>3</sup>) and inhalable dust (1.86 versus 1.64 mg/m<sup>3</sup>) in stables where pigs were fed dry diets was higher (only numerical) than the average concentrations in stables where pigs were given dry diets without pressed sugar beet pulp. However, the average endotoxin concentration in stables where pigs were fed diets in combination with pressed sugar beet pulp was lower (only numerical; 119 vs. 324 EU/m<sup>3</sup>) than that in stables where pigs were given the control diets without pressed sugar beet pulp.
- The economic results of growing-finishing pigs fed a dry diet in combination with pressed sugar beet pulp were at least equal to those of pigs fed a dry diet without pressed sugar beet pulp. However, additional costs of investments in feeding equipment and additional costs of labour were not included in these results. Furthermore, costs of additional compound feeds were solely based on costs of feedstuff s.

# 1 INLEIDING

Bij de productie van suiker uit suikerbieten komen grote hoeveelheden bietenpulp vrij. Dit product komt met een drogestofgehalte van 10% uit het productieproces; door middel van drukpersen ontstaat perspulp met een drogestofgehalte van circa 22 tot 28%. Tot nu toe wordt een groot deel van deze perspulp kunstmatig ingedroogd tot 90% droge stof en vervolgens tot pulpbrokjes geperst. De Nederlandse suikerindustrie heeft echter met het Ministerie van Economische Zaken een convenant gesloten om het energieverbruik in het jaar 2000 ten opzichte van 1989 te reduceren (Haaksma, 1997). Deze doelstelling zal onder andere gerealiseerd worden door een deel van de pulp niet meer kunstmatig te drogen maar als perspulp af te zetten. Het aanbod van perspulp zal mede daardoor in de komende jaren toenemen. Perspulp werd tot nu toe voornamelijk in de rundveehouderij afgezet, maar een deel van het extra aanbod aan perspulp zal in de varkenshouderij afzet moeten vinden, waarbij zowel de zeugen als de vleesvarkenshouderij in beeld zijn. De laatste jaren zijn er diverse studies naar het gebruik van gedroogde suikerbietenpulp en perspulp in de varkensvoeding uitgevoerd. Veel onderzoek was gericht op drachtige zeugen, en in mindere mate op vleesvarkens. Bij het opnemen van perspulp in rantsoenen voor vleesvarkens worden diverse voordelen geclaimd. Zo vermeldt Canh (1998) een reductie van de ammoniakemissie. Schrama et al. (1998) melden dat perspulp een grondstof is die het gedrag van de dieren beïnvloedt: de activiteit van de varkens neemt af wanneer ze een rantsoen met perspulp krijgen. Dit betekent dat er bij gelijke energieopname meer energie overblijft voor groei. Gill et al. (1993) en Longland et al. (1991) melden dat de toevoeging van respectievelijk 20% en 30% suikerbietenpulp aan vleesvarkensrantsoenen

een positief effect op de malsheid van het vlees heeft. Onderzoek heeft inmiddels aangetoond dat het toevoegen van een vezelige fractie aan een fijn gemalen voer een preventieve werking heeft op het optreden van aandoeningen van het maagslijmvlies (Elbers en Dirkwager, 1994). Ook de toevoeging van perspulp als structuurcomponent aan het voer kan wellicht de gezondheid van het maagslijmvlies van vleesvarkens positief beïnvloeden. Deze mogelijke voordelen maken het interessant om de toevoeging van perspulp in vleesvarkensrantsoenen nader te bestuderen. Perspulp kan in principe zowel in droogvoer- als brijvoerrantsoenen worden opgenomen. In samenwerking met het Instituut voor Rationele Suikerproductie (IRS), dat onderzoek verricht voor de Nederlandse suikerindustrie, is door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een project opgestart om op praktijkschaal de toepassingsmogelijkheden van perspulp in zowel droogvoer als brijvoer voor vleesvarkens nader te onderzoeken. Dit rapport gaat in op de verstrekking van perspulp via het droogvoer. Naast de technische resultaten en de gezondheid van met perspulp gevoerde dieren is er ook aandacht voor de effecten op vleeskwiteit, ammoniakemissie, mestproductie en -samenstelling, voertech-niek en stof. Hiertoe zijn twee experimenten uitgevoerd. Het eerste experiment is in 1997 uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuiden West-Nederland" te Sterksel. Vanwege de varkenspestsituatie konden de vleesvarkens niet op het gewenste eindgewicht aan de slachterij geleverd worden. Daardoor konden in dit experiment de effecten van het toevoegen van perspulp op slacht- en vleeskwiteit en maaggezondheid niet bestudeerd worden. Daarom is in 1999 een tweede experiment uitgevoerd op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen, waarin deze aspecten zijn bestudeerd.



## 2 MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 Proefdieren en proefomvang

#### 2.1.1 Experiment 1

Experiment 1 is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel met borgen en zeugen van het kruisingstype Duroc x Groot Yorkshire slachtlijn (D x GYs)-beer x Groot Yorkshire zeugenlijn x Nederlands Landvarken (GY, x NL)-zeug. Het onderzoek is gestart in maart 1997 en beëindigd in november 1997. De varkens hadden bij opleg in de vleesvarkensstal een gemiddeld gewicht van 27 kilogram. De proef is beëindigd bij een gewogen levend eindgewicht van gemiddeld 115 tot 116 kilogram. Vanwege de varkenspest konden de dieren niet afgeleverd worden. Er zijn drie afdelingen gebruikt, waarbij in elke afdeling twee rondes zijn opgelegd. In totaal zijn 224 vleesvarkens opgelegd, verdeeld over twee proefgroepen.

#### 2.1.2 Experiment 2

Experiment 2 is uitgevoerd op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen met borgen en zeugen met een Groot Yorkshire slachtlijn (GYs)-beer als vader en een rotatiekruisingszeug als moeder. De rotatiekruisingszeug bestaat uit een combinatie van Nederlands landvarken, Groot Yorkshire zeugenlijn en Fins landvarken. Het onderzoek is gestart in februari 1999 en beëindigd in juli 1999. De varkens hadden bij opleg in de vleesvarkensstal een gemiddeld gewicht van 24 kilogram. De proef is beëindigd bij een gewogen levend eindgewicht van gemiddeld 111 kilogram. Er zijn drie afdelingen gebruikt, waarbij in elke afdeling één mestronde is opgelegd. In totaal zijn 324 vleesvarkens opgelegd, verdeeld over twee proefgroepen.

### 2.2 Proefbehandelingen

#### 2.2.1 Experiment 1

De eerste vier weken na opleg werd een startrantsoen verstrekt. In week 5 werd geleidelijk overgeschakeld op een afmestrantsoen. Vanaf week 6 tot en met afleveren kregen de varkens een afmestrantsoen.

Er zijn twee proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

##### 1 *Controle*

De vleesvarkens in deze groep kregen standaardmengvoer via een brijbak verstrekt. In de startfase is startvoer en in de afmestfase afmestvoer verstrekt.

##### 2 *Perspulp*

De vleesvarkens in deze groep kregen een rantsoen bestaande uit perspulp en aanvullend mengvoer. In de startfase is op basis van droge stof 5% perspulp gevoerd. In de afmestfase is op basis van droge stof 10% perspulp gevoerd.

#### 2.2.2 Experiment 2

De eerste vier weken na opleg werd een startrantsoen verstrekt. In week 5 werd geleidelijk overgeschakeld op een afmestrantsoen. Vanaf week 6 tot en met afleveren kregen de varkens een afmestrantsoen. Er zijn twee proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

##### 1 *Controle*

De vleesvarkens in deze groep kregen standaardmengvoer via een brijbak verstrekt. In de startfase is startvoer en in de afmestfase afmestvoer verstrekt.

##### 2 *Perspulp*

De vleesvarkens in deze groep kregen een rantsoen bestaande uit perspulp en aanvullend mengvoer. In zowel de start- als de afmestfase is op basis van droge stof 10% perspulp gevoerd.

### 2.3 Proefindeling

#### 2.3.1 Experiment 1

Experiment 1 is uitgevoerd in drie afdelingen met elk vijf hokken voor acht vleesvarkens. De drie afdelingen werden tegelijkertijd opgelegd. In totaal zijn veertien hokken per proefgroep opgelegd.

Daags voor opleg zijn de biggen individueel gewogen en ingedeeld voor de proef. De varkens in de afdelingen 1 en 2 (zie tabel 1) werden volgens een blokkenindeling opgelegd. Een blok bestond uit twee hokken, één in de ene afdeling en één in de andere afdeling. Binnen een blok waren sekse en ge-

wicht vergelijkbaar. Borgen en zeugen werden gescheiden opgelegd. In twee afdelingen werd per afdeling één proefbehandeling opgelegd, in de derde afdeling werden beide behandelingen opgelegd (tabel 1).

### 2.3.2 Experiment 2

Experiment 2 is uitgevoerd in drie afdelingen met elk twaalf hokken voor negen vleesvarkens. De drie afdelingen zijn na elkaar opgelegd. De proefbehandelingen zijn binnen een afdeling verzeleken. Borgen en zeugen zijn gescheiden opgelegd. De varkens zijn daags voor opleg gewogen. Bij het indelen is een blokkenindeling toegepast. Elk blok bestond uit twee hokken voor respectievelijk behandeling 1 en 2. De dieren in de hokken binnen een blok waren van dezelfde sekse en waren vergelijkbaar wat betreft gewicht, leeftijd en erfelijke afkomst.

## 2.4 Voeding en drinkwaterverstrekking

### 2.4.1 Experiment 1

Bij de optimalisatie van de rantsoenen is gestreefd naar een zo vergelijkbaar mogelijke nutriëntensamenstelling tussen de controle- en proefgroepen (bijlage 1). Perspulp is daarbij ingerekend met een EW van 0,98 per kg droge stof. De tijdens de doorlooptijd van het onderzoek verhoogde EW van perspulp (1,17; CVB, 1997) is dus niet toegepast in de rantsoenen. In hoofdstuk 3 en 4 zijn de EW-opname en EW-conversie op basis van de 'oude' EW weergegeven; in bijlagen 4 en 5 zijn ze gebaseerd op de 'nieuwe' EW. De perspulp voor experiment 1 werd éénmaal vers van de suikerfabriek aangevoerd en direct ingekuild.

De vleesvarkens in de controlegroep werden met een computergestuurde droogvoerinstallatie gevoerd. De vleesvarkens in de perspulpgroep werden gevoerd met een Vliebo-doseerwagen, waarin de juiste verhouding perspulp en aanvullend mengvoer op basis van gewicht werd ingedoseerd. De perspulp werd handmatig uit de sleufsilos gehaald en in de voerdoseerwa-

houding perspulp en aanvullend mengvoer op basis van gewicht werd ingedoseerd. De perspulp werd handmatig uit de sleufsilos gehaald en in de voerdoseerwagen (met weegplateau) met mengvoer gemengd. Vanuit de voerdoseerwagen werd het mengsel in aangepaste brijbakken gedoseerd. Deze bakken worden normaliter gebruikt voor het voeren van meel. De varkens werden onbepaald gevoerd en hadden vrij de beschikking over drinkwater.

### 2.4.2 Experiment 2

In experiment 2 is perspulp ingerekend met een EW van 1,17 (CVB, 1997). Bij de optimalisatie van de samenstelling van de aanvullende voeders is ervoor gekozen om de gehalten aan energie, essentiële aminozuren en fosfor in het mengsel van pulp en aanvullend voer op eenzelfde niveau vast te zetten als in de controlevoeders. Het ruw-eiwitgehalte in de aanvullende voeders is daarentegen vrij gelaten. Als het ruw-eiwitgehalte zou zijn vastgezet op het niveau van de controlevoeders zou dit tot gevolg hebben dat de grondstoffensamenstelling van de aanvullende voeders sterk zou gaan afwijken van de controlevoeders. Wel had het vrijlaten van het ruw-eiwitgehalte tot gevolg dat deze gehalten met name in de startrantsoenen aanzienlijk verschilden tussen de proefgroepen. De berekende gehalten in de verstrekte voeders zijn vermeld in bijlage 7.

De perspulp voor experiment 2 werd éénmaal vers van de suikerfabriek aangevoerd en direct ingekuild. De vleesvarkens in de controlegroep zijn met een computergestuurde droogvoerinstallatie gevoerd. De vleesvarkens in de perspulpgroep zijn gevoerd met een Vliebo-doseerwagen, waarin de juiste verhouding perspulp en aanvullend mengvoer op basis van gewicht werd ingedoseerd. De perspulp werd handmatig uit de sleufsilos gehaald en in de voerdoseerwa-

Tabel 1: Proefindeling experiment 1

Ronde	Afdeling 1	Afdeling 2	Afdeling 3
1	controle	perspulp	2 hokken perspulp + 2 hokken controle
2	perspulp	controle	2 hokken perspulp + 2 hokken controle

gen (met weegplateau) met mengvoer gemengd. Vanuit de voerdoseerwagen werd het mengsel in aangepaste brijbakken gedoseerd. Vanwege flinke vermorsingen van voer met perspulp in experiment 1 zijn in experiment 2 voor het voeren van het mengsel van perspulp met droogvoer nieuwe brijbakken gebruikt. Deze brijbakken bestaan uit een komvormige trog met daarboven een voerplateau, een drinknippel en een voorraadbak. Het mengsel valt vanuit de voorraadbak op het voerplateau. De varkens kunnen het mengsel opnemen vanaf het voerplateau. Eventueel gemorst voer valt in de trog en kan daar alsnog worden opgenomen (Houwers, in voorbereiding). De varkens in de controlegroep kregen het voer verstrekt in standaard-brijbakken. De varkens zijn onbeperkt gevoerd en hadden de hele dag de beschikking over drinkwater.

## 2.5 Huisvesting en klimaat

### 2.5.1 Experiment 1

In experiment 1 waren alle hokken 3,25 meter diep en 1,80 meter breed. Vanaf de voergang gezien bestond de vloer achtereenvolgens uit een smal rooster (0,65 m), een dichte bolle vloer (1,30 m) en achter in het hok een roostervloer van 1,30 m breed inclusief een mestspleet van 10 cm tegen de achterwand. Het hele roosteroppervlak was uitgevoerd in metalen driekantrooster met een balkbreedte van 1,0 cm en een spleetbreedte van 1,2 cm. De bolle vloer was betegeld met antisliptegels en voorzien van vloerverwarming.

In alle afdelingen is mechanisch geventileerd. Voordat de lucht in de afdeling kwam is deze in de centrale gang, indien nodig, opgewarmd. Wanneer dat nodig was is in de eerste drie weken na opleg de vloerverwarming ingeschakeld.

### 2.5.2 Experiment 2

In experiment 2 waren alle hokken 3,25 meter diep en 2 meter breed. Vanaf de voergang gezien bestond de vloer achtereenvolgens uit een smal metalen driekantrooster (0,60 m), een dichte bolle vloer (1,35 m), vervolgens weer een metalen driekantrooster (1,2 m) en een mestspleet van 10 cm met daar overheen een beugel om te voor-

komen dat dieren bekneld raakten. De bolle vloer was betegeld met antisliptegels en voorzien van vloerverwarming. In alle afdelingen is mechanisch geventileerd. De - eventueel voorverwarmde - lucht kwam via een kanaal onder de centrale gang en een kanaal onder de voergang de afdeling binnen. Wanneer dat nodig was is in de eerste drie weken na opleg de vloerverwarming ingeschakeld.

## 2.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

### 2.6.1 Experiment 1

#### *Technische resultaten*

In experiment 1 zijn alle varkens drie keer gewogen: een dag voor opleg, een dag voor de overschakeling van start- naar afmestvoer (circa 50 kg) en op het beoogde tijdstip van afleveren. In verband met de varkenspestsituatie en het daarbij behorende vervoersverbod konden de vleesvarkens niet worden afgeleverd.

De voeropname is bij tussenweging, bij uitval en bij de eindweging per hok geregistreerd. 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. Perspulp is zowel met de 'oude' EW van 0,98 als met de nieuwe EW van 1,17 door gerekend. De voeropname is omgerekend naar 88% droge stof.

Het optreden en het verloop van ziekten en/of gebreken en de behandeling ervan werden per dier geregistreerd. De uitvalen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de technische resultaten. Alle hokken zijn de eerste vijf weken na opleg in de mesterij driemaal per week beoordeeld op het voorkomen van diarree. Bij het bepalen van de diarreescore is de mate van voorkomen en de ernst van diarree beoordeeld.

#### *Ammoniakemissie en hokbevuiling*

In de afdelingen waarin ofwel perspulp ofwel het controlevoer werd verstrekt is de ammoniakconcentratie bepaald met behulp van een B&K-monitor type 1302. Gemiddeld 16 tot 24 keer per dag zijn in alle afdelingen de ammoniakconcentratie ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en de temperatuur gemeten van de afgevoerde lucht

in de ventilatiekoker. In de ventilatiekoker was een meetwaaier aangebracht voor vaststelling van de hoeveelheid afgevoerde lucht. De meetopstelling werd geijkt volgens het protocol van de meetploeg van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). Bij de verwerking van de ammoniakmetingen zijn de gegevens ten aanzien van temperatuur van uitgaande ventilatielucht, ammoniakconcentratie en ventilatiedebiet per afdeling gecontroleerd alvorens daggemiddelden zijn bepaald. Incidentele, verklaarbare uitschieters zijn uit de dataset verwijderd. Er is een gemiddelde ammoniakemissie per dag berekend op basis van ammoniakconcentratie en ventilatiedebiet, waarbij dagen met minder dan vijf waarnemingen buiten beschouwing zijn gelaten. De emissie per dag is voor elke ronde omgerekend naar een ammoniakemissie uitgedrukt in kilogram per dierplaats per jaar. Daarbij is uitgegaan van een bezettingsgraad van 90%. De ammoniakemissies zijn niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie (=  $\text{NH}_3$ -concentratie in de binnenkomende lucht). Eenmaal per week is in alle hokken de mate en ernst van hokbevuiling beoordeeld. Deze beoordeling is uitgevoerd voor de metalen roostervloer voorin, de bolle dichte vloer en het metalen rooster achterin. De mate van bevuiling is beoordeeld volgens een schaal van 0 tot en met 4, overeenkomend met 0%, 1-25%, 26-50%, 51-75% en >75% bevuiling met mest van het desbetreffende oppervlak.

#### *Voermonsters*

Gedurende het onderzoek zijn per mestronde verzamelsonsters aangelegd van de (aanvullende) mengvoeders door wekelijks een voermonster te nemen van de voeders die op dat moment werden verstrekt. De persulp is ook wekelijks bemonsterd en aan het einde van de ronde zijn enige monsters ter analyse aangeboden. Alle voer- en persulpmonsters zijn geanalyseerd op droge stof, ruw eiwit, ruw vet-Berntrop, ruw celstof, anorganische stof, zetmeel Ewers, totaal fosfor, natrium, kalium en chloride. Op basis van de verstrekte voerhoeveel heden en de fosfor-, stikstof- en mineralensamenstelling van de voedermiddelen is de totale fosfor-, stikstof-, natrium-, kalium- en chlooropname berekend.

#### *Mestmonsters, mesttemperatuur, mestproductie*

Gedurende het onderzoek zijn er drie mestmonsters per ronde verzameld in de afdelingen waar uitsluitend persulp of controlevoer werd verstrekt. De mestmonsters zijn verzameld op de dag voor de overschakeling van start- naar afmestvoer, in week 9 na opleg en op de dag van de eindweging. Op deze tijdstippen is tevens de methoeveelheid per mestkanaal gemeten en geregistreerd. De mest is per afdeling afgelaten en in een mengput buiten de stal gemixt en bemonsterd. De mestmonsters zijn geanalyseerd op droge stof, pH, stikstof<sup>ammonium</sup>, stikstof<sup>kjeldahl</sup>, fosfor, anorganische stof, natrium, kalium en chloride. Op basis van de gemeten mestproductie en de geanalyseerde fosfor-, stikstof- en mineralengehaltes in de mest is de totale fosfor-, stikstof- en mineralenoutput berekend. Daarnaast is één keer per twee weken de mesttemperatuur in de afzonderlijke mestkanalen gemeten.

#### *Stafmetingen*

Conform Wathes en Randall (1989) zijn er 24 uurs-gemiddelden bepaald van de concentraties droog stof in de stallucht. De concentraties inhaleerbaar stof (< 10  $\mu\text{m}$ ) en respirabel stof (< 5  $\mu\text{m}$ ) zijn gemeten met Casella filterhouders (type TI 3087 respectievelijk A7650/1). Het meetprotocol voor deze metingen is weergegeven in Van 't Klooster et al. (1991).

Daarnaast is periodiek het verloop van de stofconcentratie gedurende het etmaal gemeten met behulp van een on-line stofmeter (Casella AMS950). De uitleeswaarden van deze meter zijn geen stofconcentraties maar getallen die de mate van lichtreflectie weergegeven. De lichtreflectie wordt beïnvloed door het aantal, de grootte en de kleur van de stofdeeltjes die in een afdeling in de lucht hangen. Over elke periode van vijf minuten is de gemiddelde uitleeswaarde berekend en opgeslagen in een datalogger (Datataker DT50). De gemiddelde uitleeswaarde voor een dag is daarbij evenredig verondersteld met het 24 uurs-gemiddelde voor die dag volgens de filtermethode. Vervolgens is aan de hand van de uitleeswaarden het periodieke verloop gedurende een etmaal afgeleid.

Ook is het aantal varkens in de afdeling

geregistreerd en is de buitentemperatuur bepaald door het gemiddelde te nemen van de gemiddelde dagtemperaturen in De Bilt en Maastricht (KNMI, 1997).

Ook is de concentratie endotoxinen bepaald. De hiervoor benodigde stofmonsters zijn op dezelfde manier genomen als de monsters waarmee de stofconcentratie in de stallucht is bepaald. De filters zijn echter direct na de monsternamen in petrischalen in een diepvries gelegd en bewaard bij -23°C. Twee tot drie maanden na het nemen van de monsters zijn ze geanalyseerd volgens de Limulus amebocyte lysate test (LAL-test), die is beschreven door Douwes et al. (1995).

#### *Statistische analyse*

De kenmerken groei per dag, voer- en EW-opname per dag, voeder- en EW-conversie zijn statistisch geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990) om vast te stellen of verschillen al dan niet op toeval berusten. De analyses zijn uitgevoerd voor zowel het gehele vleesvarkenstraject (opleg tot afleveren) als voor de afzonderlijke gewichtstrajecten (tussenwegingen). Het statistische model, met het hok als experimentele eenheid, was als volgt:

$$y = \mu + \text{opleggewicht} + \text{ronde} + \text{behandeling} + \text{sekse} + \text{sekse} \times \text{behandeling} + \text{rest}$$

Het gewicht bij opleg is als covariabele meegenomen.

Met behulp van de chikwadraattoets is nagegaan of er tussen de proefbehandelingen verschillen zijn in aantal veterinair behandelde varkens en aantal uitgevallen varkens. De hokbevuiling en de mate van voorkomen en ernst van diarree zijn met logistische regressie-analyse volgens het drempelmodel van McCullagh (1980) geanalyseerd.

Vanwege een te laag aantal herhalingen (te laag aantal afdelingen per behandeling waarin is gemeten) zijn de ammoniakemissies en stofmetingen niet statistisch geanalyseerd. In de resultaten zijn alleen de gemiddelden per proefbehandeling weergegeven. De bigkosten, voerkosten, karkasopbrengsten en het saldo zijn per afgeleverd vleesvarken berekend en geanalyseerd op hokniveau. De karkasopbrengst is de uitkomst van de gemiddelde opbrengstprijzen per kilo-

gram geslacht gewicht vermenigvuldigd met het berekende geslacht gewicht. De saldo-berekening is inclusief de kosten voor uitval en gezondheid. Het saldo (opbrengst minus kosten) is statistisch getoetst.

#### 2.6.2 Experiment 2

##### *Technische resultaten en slachtkwaliteit*

Daags voor opleg, op dag 28 (= vóór voeroverschakeling), op dag 63 én op de dag van afleveren zijn alle vleesvarkens individueel gewogen. Daarnaast is de voergifft per hok bijgehouden. Aan de hand van deze gegevens zijn de groei per dag, voer- en EW-opname en voeder- en EW-conversie berekend.

Het optreden en het verloop van ziekten en/of gebreken en de behandeling ervan werden per dier geregistreerd. Bij uitval van een dier zijn de datum, het gewicht, de oorzaak van uitval en de hoeveelheid voer die tot dat moment was opgenomen in het hok genoteerd. De uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de technische resultaten. Alle hokken zijn de eerste vijf weken na opleg driemaal per week beoordeeld op de mate van vóórkomen en ernst van diarree. Bij het bepalen van de diarreescore is gekeken of er diarree in het hok zichtbaar was en werd een inschatting gemaakt van het aantal dieren met respectievelijk normale, pasteuze en waterdunne mest. Van alle geslachte varkens zijn de volgende gegevens verzameld: vleespercentage-HGP, type-beoordeling en resultaten van het long- en leveronderzoek.

##### *Vleeskwaliteit*

Van 32 vleesvarkens (16 per proefgroep, gelijkmatig verdeeld over de seksen) is, verdeeld over twee slachtdagen, de vleeskwaliteit beoordeeld. Hierbij zijn de volgende metingen verricht: de pH op één uur (= pH<sub>1</sub>) en op 24 uren (= pH<sub>24</sub>) post mortem van de bovenbil en van de haaskarbonade, kleurmetingen volgens Minolta Chroma CR210 (Minolta L\* = helderheid, hogere waarden staan voor een lichtere kleur; Minolta a\* = roodheid, hogere waarden staan voor een rodere kleur; Minolta b\* = geelheid, hogere waarden staan voor een blauwere kleur; Honikel, 1987; De Vries et al., 1992) en volgens de Japanse kleurschaal aan de lende-spier (Nakai et al., 1975; Klein Breteler et al.,

1995), gravimetrische bepaling van het drip-verlies van de ham en de bepaling van het intramusculair vet met behulp van petroleum-ether-extractie.

### *Magenbeoordeling*

In de slachtlijn zijn van 268 vleesvarkens de magen verzameld. Deze zijn dezelfde dag nog door medewerkers van de Stichting Gezondheidsdienst voor Dieren in Deventer volgens de methode van Hessing et al. (1992) beoordeeld op het voorkomen van afwijkingen in het slijmvlies op de overgang van de slokdarm naar de maag. Deze methode onderscheidt zes afzonderlijke klassen:

- klasse 0: slijmvlies in orde;
- klasse 1: geringe hyperkeratose (< 50% van het oppervlak);
- klasse 2: duidelijke hyperkeratose (≥ 50% van het oppervlak);
- klasse 3: hyperkeratose + enkele kleine erosies (minder dan 5 en/of korter dan 2,5 cm);
- klasse 4: hyperkeratose + meerdere grotere erosies (meer dan 5 en/of langer dan 2,5 cm);
- klasse 5: hyperkeratose + veel grote erosies (meer dan 10 en/of langer dan 5 cm) en/of maagzweer (met of zonder bloeding) of stenosis op de overgang van de slokdarm naar de maag.

Wanneer er sprake is van hyperkeratose is het slijmvlies ruw en felgeel tot geelbruin van kleur. Gezond slijmvlies is glad en glanzend wit. Stenoses zijn vernauwingen.

### *Voermonsters*

Gedurende experiment 2 zijn voor alle rondes samen verzamelmonsters gemaakt van de (aanvullende) mengvoeders. Deze zijn aangelegd door wekelijks een monster te nemen van de voeders die op dat moment werden verstrekt. De persulp is ook wekelijks bemonsterd. Deze monsters zijn direct na monsternamen ingevroren.

Persulpmonsters van begin maart (= begin experiment 2), eind april (= halverwege experiment 2) en begin juli (= eind experiment 2) zijn samen met de monsters van de

(aanvullende) mengvoeders ter analyse aangeboden. Alle monsters zijn geanalyseerd op gehalten aan droge stof, ruw eiwit, ruw vet-Berntrop, ruwe celstof, anorganische stof, zetmeel-Ewers en suikers volgens Luff-Schoorl. Ook zijn de (aanvullende) voeders en de persulp geanalyseerd op de brutogehalten aan 18 aminozuren.

### *Statistische analyse*

De kenmerken groei per dag, voer- en EW-opname per dag, voeder- en EW-conversie, mager-vleespercentage, vleeskwiteitgegevens en saldo zijn statistisch geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990) om vast te stellen of verschillen al dan niet op toeval berusten. De toetsing is uitgevoerd over zowel het gehele vleesvarkens-traject (opleg tot afleveren) als de afzonderlijke gewichtstrajecten (tussenwegingen). Het statistische model, met het hok als experimentele eenheid, was als volgt:

$$y = \mu + \text{opleggewicht} - t \text{ ronde} + \text{behandeling} + \text{sekses} + \text{sekses} \times \text{behandeling} + \text{rest}$$

Het gewicht bij opleg is als covariabele meegenomen. Bij de statistische analyse van het mager- vleespercentage is deze covariabele vervangen door de covariabele "aflevergewicht".

Met behulp van de chikwadraattoets is nagegaan of er tussen de proefbehandelingen verschillen zijn in aantal veterinair behandelde varkens en aantal uitgevallen varkens. Het aantal varkens per type-klasse (AA, A, B/C), het aantal varkens per score van maagaantasting en de mate van voorkomen en de ernst van diarree werden via logistische regressie met het drempelmodel van McCullagh (1980) getoetst.

De big kosten, voerkosten, karkasopbrengsten en het saldo zijn per afgeleverd vleesvarken berekend en geanalyseerd op hok-niveau. De karkasopbrengst is de uitkomst van de gemiddelde opbrengstprijs per kilogram geslacht gewicht vermenigvuldigd met het werkelijk geslacht gewicht. De saldoberekening is inclusief de kosten voor uitval en gezondheid. Het saldo (opbrengst minus kosten) is statistisch getoetst.

### 3 RESULTATEN EXPERIMENT 1

#### 3.1 Chemische samenstelling van de rantsoenen

In tabel 2 zijn de gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de rantsoenen weergegeven. Deze zijn samengesteld op basis van de analyses van de (aanvullende) voeders en persulp afzonderlijk (bijlage 2).

Uit tabel 2 blijkt dat het ruw-eiwitgehalte in het afmestrantsoen met persulp hoger was dan vooraf berekend. Het verschil in het

ruw-vetgehalte tussen de controle- en persulp- rantsoenen is kleiner dan vooraf berekend (bijlage 1). Ook blijkt uit tabel 2 dat het fosforgehalte in het controle-afmestvoer hoger lag dan vooraf berekend, terwijl het fosforgehalte in het persulp- rantsoen lager was dan vooraf was berekend.

#### 3.2 Technische resultaten

In tabel 3 zijn de technische resultaten van opleg tot afleveren van de twee proefgroepen

Tabel 2: Gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de rantsoenen (g/kg voer op basis van 88% droge stof)

	Startrantsoen		Afmestrantsoen	
	Controle	Persulp	Controle	Persulp
ruw eiwit	182	181	162	175
ruw vet	39	38	54	53
ruwe celstof	57	64	65	69
as	57	66	59	64
zetmeel-Ewers	386	351	366	336
totaal fosfor	5,3	5,3	5,1	4,3
natrium	1,5	1,8	1,3	1,4
kalium	9,2	9,8	10,6	9,7
chloor	2,9	2,7	2,2	2,4

Tabel 3: Technische resultaten van opleg tot afleveren van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent persulp in het startrantsoen en tien procent persulp in het afmestrantsoen

	Controle	Persulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren opgelegd	112	112		
begingewicht (kg)	27,0	27,0		
eindgewicht (kg)	115,2	116,3		
groei (g/dag)	770	779	10,9	n.s.
voeropname (kg/dag)	2,14	2,04	0,04	#
voederconversie	2,77	2,62	0,04	#
EW-opname <sup>3</sup>	2,31	2,23	0,04	n.s.
EW-conversie <sup>3</sup>	3,00	2,86	0,04	*

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

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

<sup>3</sup> persulp ingerekend met EW = 0,98 per kg droge stof

pen weergegeven. Het eindgewicht is het levend eindgewicht op het beoogde aflever-tijdstip.

Uit tabel 3 blijkt dat tussen beide proefgroepen geen verschil in groei en EW-opname is geconstateerd. De vleesvarkens die een rantsoen met perspulp kregen tenderden naar een lagere voeropname maar hadden een gunstiger voeder- en EW-conversie dan de vleesvarkens die het controlerantsoen kregen. In bijlage 3 zijn de technische resul-

taten van opleg tot afleveren van de borgen en zeugen afzonderlijk weergegeven.

In tabel 4 zijn de technische resultaten van opleg tot eerste tussenweging op een gewicht van circa 51 kilogram (vijf weken na opleg) weergegeven. In dit traject kregen de dieren startvoer verstrekt. Uit tabel 4 blijkt dat dieren die in de startfase op drogestof-basis vijf procent perspulp verstrekt kregen naar een lagere voer- en EW-opname en een gunstiger voeder- en EW-conversie ten-

Tabel 4: Technische resultaten van opleg tot circa 51 kilogram van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen

	Controle	Perspulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren opgelegd	112	112		
begingewicht (kg)	27,0	27,0		
tussengewicht (kg)	50,8	51,5		
groei (g/dag)	682	698	14,3	n.s.
voeropname (kg/dag)	1,58	1,51	0,03	#
voederconversie	2,33	2,18	0,05	#
EW-opname <sup>3</sup>	1,67	1,61	0,03	#
EW-conversie <sup>3</sup>	2,46	2,32	0,06	#

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

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); # =  $p < 0,10$

<sup>3</sup> perspulp ingerekend met EW = 0,98 per kg droge stof

Tabel 5: Technische resultaten in de periode van circa 51 kilogram tot afleveren van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen

	Controle	Perspulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren opgelegd	112	112		
tussengewicht (kg)	50,8	51,5		
eindgewicht (kg).	115,2	116,3		
groei (g/dag)	809	815	12,3	n.s.
voeropname (kg/dag)	2,38	2,28	0,04	#
voederconversie	2,95	2,80	0,05	*
EW-opname <sup>3</sup>	2,59	2,50	0,04	n.s.
EW-conversie <sup>3</sup>	3,21	3,07	0,05	#

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

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

<sup>3</sup> perspulp ingerekend met EW = 0,98 per kg droge stof



deerden dan de dieren uit de controlegroep. De groei verschilde niet aantoonbaar tussen beide proefgroepen. In bijlage 3 zijn de technische resultaten van opleg tot circa 51 kg van de borgen en zeugen afzonderlijk weergegeven.

In tabel 5 zijn de technische resultaten vanaf 51 kilogram gewicht tot aan afleveren weergegeven.

Uit tabel 5 blijkt dat er in het traject van circa 51 kg tot afleveren tussen beide proefgroepen geen verschillen in groei en EW-opname aantoonbaar waren. De dieren die in de eindfase op drogestofbasis tien procent perspulp verstrekt kregen tendeerden naar een lagere voeropname en een gunstiger EW-conversie dan de dieren die het controlerantsoen verstrekt kregen. De dieren die

perspulp verstrekt kregen hadden ook een aantoonbaar gunstiger voederconversie. In bijlage 3 zijn de technische resultaten van circa 51 kg tot afleveren van de borgen en zeugen afzonderlijk weergegeven.

### 3.3 Veterinaire behandelingen en uitval

In tabel 6 zijn het aantal individueel wegens gezondheidsstoornissen behandelde dieren en het aantal uitgevallen dieren weergegeven. Daarnaast zijn de redenen van behandeling en uitval vermeld.

Er blijken tussen de proefgroepen geen significante verschillen in uitval en veterinaire behandelingen te zijn.

In tabel 7 staat de mate van voorkomen van diarree weergegeven. Er is geen verschil

Tabel 6: Uitval en behandelingen wegens gezondheidsstoornissen van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen

	Controle	Perspulp	Significantie <sup>1</sup>
aantal dieren opgelegd	112	112	
aantal dieren uitgevallen	1	1	2
reden uitval:			
- diversen	1	1	2
aantal dieren behandeld	21	13	n.s.
reden behandelen:			
- beenwerk	14	9	n.s.
- luchtweg	2	2	2
- diarree	0	1	2
- diversen	5	1	n.s.

<sup>1</sup> significantie: n.s. = niet significant  $p > 0,10$

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

Tabel 7: Mate van voorkomen van diarree (percentage van het aantal waarnemingen) gedurende de eerste vijf weken na opleg bij vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen

	Controle	Perspulp	Significantie <sup>1</sup>
Aantal dieren	112	112	
% dieren zonder diarree	99,7	99,7	n.s.
% dieren met diarree	0,3	0,3	

<sup>1</sup> significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ )

geconstateerd tussen dieren die wel en dieren die geen persulp in het rantsoen verstrekt kregen.

### 3.4 Ammoniakemissie

In tabel 8 zijn de gemiddelde temperatuur van de afgevoerde lucht, het ventilatiedebiet, de ammoniakconcentratie en de ammoniakemissie per dierplaats per jaar weergegeven voor beide proefgroepen. In bijlage 6 zijn deze gegevens per ronde weergegeven.

De gemiddelde ammoniakemissie bij de persulpgroep is numeriek hoger dan die bij de controlegroep. Echter, vanwege een te laag aantal herhalingen zijn de gemiddelde

ammoniakemissies per proefbehandeling niet statistisch getoetst.

In figuur 1 is de dagelijkse emissie uitgezet voor de twee proefgroepen. De piek aan het einde van de eerste ronde is veroorzaakt door hoge temperaturen in de maand juni. Dit ging aan het einde van deze ronde gepaard met meer hokbevuiling.

### 3.5 Mestproductie en mestsamenstelling

In tabel 9 is de mestproductie (exclusief reinigingswater) per dierplaats per ronde weergegeven. Ook zijn de pH en het drogestofpercentage van de mest vermeld.

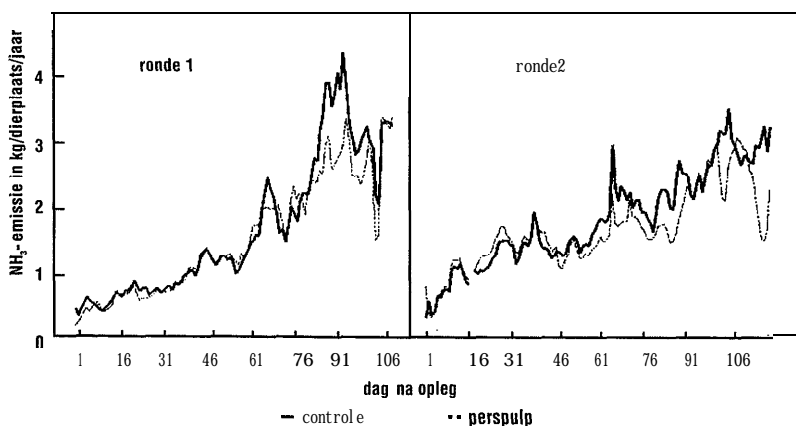
Uit tabel 9 blijkt dat de rantsoenen met persulp op jaarbasis een verlaging (4,1%) van

Tabel 8: Gemiddelde ammoniakemissie, ventilatiedebiet, NH<sub>3</sub>-concentratie en temperatuur in afdelingen met vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent persulp in het start-rantsoen en tien procent persulp in het afmestrantsoen

	Controle	Persulp
temperatuur (°C) <sup>2</sup>	21,8	22,0
ventilatiedebiet (m <sup>3</sup> /uur/dier)	45,7	47,2
NH <sub>3</sub> -concentratie (mg/m <sup>3</sup> )	4,65	4,82
NH <sub>3</sub> -emissie (niet gecorrigeerd voor achtergrondemissie; kg/dpl/jr)	1,58	1,74

<sup>1</sup> het aantal herhalingen is te laag om de gemiddelden te toetsen

<sup>2</sup> van de afgevoerde lucht



Figuur 1: Dagelijkse ammoniakemissie van vleesvarkens gevoerd met droogvoer met of zonder vijf procent persulp in het start-rantsoen en tien procent persulp in het eindrantsoen

de mestproductie geven. Gecorrigeerd voor het aantal kilogrammen groei bedraagt de

reductie van de mestproductie 5,4%. Het drogestofpercentage van de mengmest is

Tabel 9: Mestproductie<sup>1</sup> (vaste mest+urine, maar exclusief reinigingswater), pH<sup>1</sup> en drogestofpercentage<sup>1</sup> van de mest van vleesvarkens gevoerd met droogvoer met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het eindrantsoen

	Controle	Perspulp
aantal metingen	6	6
mestproductie (liter/dierplaats/ronde)	326	313
mestproductie (liter/dierplaats/jr) <sup>2</sup>	1.011	970
mestproductie (liter/kg groei) <sup>3</sup>	3,7	3,5
droge stof (%)	11,8	9,8
mestproductie (kg ds/dierplaats/jr) <sup>4</sup>	119	95
pH mengmest	7,3	7,2

<sup>1</sup> het aantal herhalingen is te laag om de gemiddelden te toetsen

<sup>2</sup> berekend als de mestproductie per ronde vermenigvuldigd met het aantal ronden per jaar. Dit was 3,10 ronden voor zowel de controle- als perspulpgroep.

<sup>3</sup> berekend door de mestproductie per ronde te delen door het aantal gerealiseerde kilogrammen groei per ronde. Dit was 88,2 kg en 89,3 kg voor respectievelijk de controle- en de perspulpgroep.

<sup>4</sup> mestproductie uitgedrukt in liter/dierplaats/jr vermenigvuldigd met droge stof in de mest

Tabel 10: De berekende mineralenopname<sup>1</sup> via het voer en de berekende mineralenoutput via mest en ammoniak (kg/dierplaats/jaar) van vleesvarkens die startvoer met of zonder vijf procent perspulp en afmestvoer met of zonder tien procent perspulp verstrekt kregen

	Controle	Perspulp
<i>Totale input via voer</i>		
Stikstof	20,2	20,5
Fosfaat (= fosfor x 2,29)	8,9	7,6
Natrium	1,0	1,1
Kalium	7,8	7,1
Chloor	1,8	1,8
<i>Totale output</i>		
Stikstof-kjeldahl via mest*	9,7	9,7
Stikstof-kjeldahl via ammoniak <sup>3</sup>	1,3	1,4
Stikstof-ammonium via mest*	5,9	5,5
Fosfaat (= fosfor x 2,29) via mest*	4,8	4,2
Natrium via mest*	0,4	0,5
Kalium via mest*	6,1	4,7
Chloor via mest*	1,4	1,5

<sup>1</sup> het aantal herhalingen is te laag om de gemiddelden te toetsen

<sup>2</sup> output mineralen via mest is bepaald door het gemiddelde gehalte per 1.000 kg mest (gebaseerd op zes mestmonsters per proefgroep) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid geproduceerde mest (litr/dierplaats/jaar). Daarbij is aangenomen dat 1 kg mest gelijk is aan 1litr mest.

<sup>3</sup> de N-output via ammoniak is berekend door de hoeveelheid ammoniak (NH<sub>3</sub>) om te rekenen naar stikstof (N). Dit geschiedt door de ammoniakemissie (tabel 10) te vermenigvuldigen met 14/17.

numeriek lager wanneer persulp wordt gevoerd. De totale mestuitscheiding, uitgedrukt in kilogrammen droge stof, is beduidend lager als een rantsoen met persulp wordt gevoerd. Tussen beide proefgroepen is nauwelijks een verschil in pH van de meng mest. geconstateerd.

In tabel 10 zijn de mineralenopname via het voer en de mineralenoutput via de mest (gebaseerd op de samenstelling van de mest vermenigvuldigd met de mesthoeveelheid) en ammoniak weergegeven.

Uit tabel 10 blijkt dat er tussen de proefgroepen weinig verschil is in de stikstofuitscheiding via de mest. De verhoudingen stikstof-ammonium en stikstof-kjehldall zijn iets lager wanneer persulp wordt gevoerd. De fosfaatuitscheiding in de persulpgroep is iets lager, maar ook de totale input via het voer is lager. De output van natrium en chloor zijn niet wezenlijk verschillend. De output van kalium is lager als persulp wordt gevoerd, maar ook de input via het voer is lager.

In tabel 11 is de temperatuur van de bovenste mestlaag weergegeven voor beide proefgroepen. Deze temperatuur is gemeten in zowel het smalle als het brede mestkanaal.

Uit tabel 11 blijkt dat de temperatuur van de bovenste mestlaag in zowel het smalle als het brede mestkanaal numeriek hoger was bij de groepen vleesvarkens die persulp verstrekt kregen dan bij de groepen die een controlerantsoen zonder persulp verstrekt kregen.

### 3.6 Hokbevuiling

In tabel 12 is de mate van hokbevuiling in de twee proefgroepen weergegeven. De

hokbevuiling is beoordeeld op het smalle rooster voor, de dichte vloer en het grote rooster achter.

Uit tabel 12 blijkt dat vleesvarkens die een rantsoen met persulp verstrekt kregen het achterste rooster meer bevuilden dan vleesvarkens die een rantsoen zonder persulp kregen.

### 3.7 Stofgehalte

Van april tot en met november 1997 is 213 keer de concentratie inhaleerbaar stof en 90 keer de concentratie respirabel stof gemeten. De resultaten van de analyse van de concentratie inhaleerbaar stof (stofdeeltjes, kleiner dan 10 µm) staan in tabel 13, die van het respirabel stof (stofdeeltjes, kleiner dan 5 µm) in tabel 14.

Uit tabel 13 blijkt dat in de afdelingen waar de vleesvarkens droogvoer met persulp kregen de gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof hoger was dan in de afdelingen waar de vleesvarkens droogvoer zonder persulp kregen.

Uit tabel 14 blijkt dat in de afdelingen waar de vleesvarkens droogvoer met persulp kregen de gemiddelde concentratie respirabel stof hoger was dan in de afdelingen waar de vleesvarkens droogvoer zonder persulp kregen. De invloed van het toevoegen van persulp aan het droogvoer op het gemiddelde verloop van de stofconcentraties is weergegeven in figuur 2.

Uit figuur 2 blijkt dat het toevoegen van persulp aan droogvoer invloed heeft op het verloop van de stofconcentratie. De stofcon-

Tabel 11: Temperatuur (°C)<sup>1</sup> van de bovenste mestlaag van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent persulp in het startrantsoen en tien procent persulp in het afmestrantsoen

	Controle	Persulp
smal mestkanaal	19,9	21,3
breed mestkanaal	20,9	21,4

<sup>1</sup> het aantal herhalingen is te laag om de gemiddelden te toetsen

concentratie is numeriek hoger én het verschil tussen de stofconcentraties overdag en

'snachts is numeriek groter in de afdelingen waarin persulp is verstrekt.

Tabel 12: Mate en ernst van hokbevuiling (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) gemiddeld over de gehele vleesvarkensfase van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent persulp in het startrantsoen en tien procent persulp in het afmestrantsoen

	Controle	Persulp	Significantie <sup>1</sup>
<i>Rooster voor</i>			n.s.
score 0 (schoon)	86,5	85,2	
score 1	13,5	14,8	
score 2, 3 en 4	0,0	0,0	
<i>Dichte vloer</i>			n.s.
score 0 (schoon)	78,6	79,0	
score 1	20,5	21,0	
score 2	0,9	0,0	
score 3 en 4	0,0	0,0	
<i>Rooster ach ter</i>			***
score 0 (schoon)	25,3	17,6	
score 1	72,1	74,4	
score 2	2,6	7,5	
score 3 en 4	0,0	0,5	

<sup>1</sup>Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \*\*\* =  $p < 0,001$

Tabel 13: De gemiddelde<sup>1</sup> concentratie inhaleerbaar stof ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) in afdelingen waarin vleesvarkens een droogvoerrantsoen met of zonder persulp verstrekt kregen

	Controle	Persulp
aantal afdelingen	2	2
aantal metingen	106	107
stofconcentratie	1,64	1,86

<sup>1</sup>het aantal herhalingen (afdelingen waarin is gemeten) is te laag om de gemiddelden te toetsen

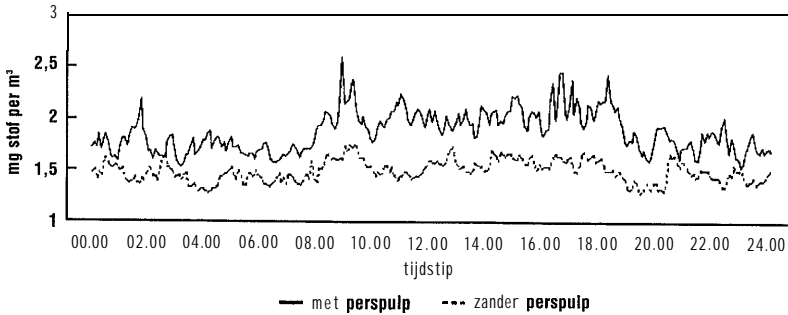
Tabel 14: De gemiddelde<sup>1</sup> concentratie respirabel stof ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) in afdelingen waarin vleesvarkens een droogvoerrantsoen met of zonder persulp verstrekt kregen

	Controle	Persulp
aantal afdelingen	2	2
aantal metingen	42	48
stofconcentratie	0,24	0,53

<sup>1</sup>het aantal herhalingen (afdelingen waarin is gemeten) is te laag om de gemiddelden te toetsen

De resultaten van de analyse van de concentratie endotoxinen staan in tabel 15.

De gemiddelde concentratie endotoxinen is lager in de afdelingen waar perspulp aan het droogvoer is toegevoegd.



Figuur 2: Verloop van de stofconcentratie (mg/m<sup>3</sup>) gedurende het etmaal bij wel of niet toevoegen van perspulp aan droogvoer

Tabel 15: De gemiddelde<sup>1</sup> concentratie endotoxinen (EU/m<sup>3</sup>) in afdelingen waarin vleesvarkens een droogvoerrantsoen met of zonder perspulp verstrekt kregen

	Controle	Perspulp
aantal afdelingen	2	2
aantal metingen	4	6
endotoxine-concentratie	324	119

<sup>1</sup> het aantal herhalingen (afdelingen waarin is gemeten) is te laag om de gemiddelden te toetsen

## 4 ECONOMISCHE BESCHOUWING EXPERIMENT 1

In de economische berekening zijn de verschillen in technische resultaten en voerkosten meegenomen zoals die in de proef zijn behaald. Ten aanzien van de slachtkwaliteit is met de gemiddelde opbrengstprijis per kg geslacht gewicht gerekend, omdat de gegevens met betrekking tot mager-vleespercentage en type niet bekend zijn. Het geslacht gewicht is berekend door het gewogen levend eindgewicht te vermenigvuldigen met de factor 0,779 (KWIN-V, 1999). Voor de kosten van veterinaire behandelingen en uitval van dieren zijn vaste bedragen opgenomen (KWIN-V, 1999).

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de economische berekening:

Bigkosten van f 92,- per big van 25 kg, +/- f 2,20 per afwijkende kg (KWIN-V, 1999).

Opbrengstprijis van f 2,85 per kg geslacht gewicht (KWIN-V, 1999).

Voerprijzen: de actuele voerprijzen van de (aanvullende) voeders en persulp van experiment 2 zijn ook gebruikt voor de voeders van experiment 1.

Het vaststellen van de prijzen voor de aanvullende voeders voor persulp is gebaseerd op de verschillen in grondstofprijzen ten opzichte van de controlevoeders. In de

praktijk wijkt de marge op aanvullende voeders af van die van de standaardvoeders. Hiermee is in de economische beschouwing geen rekening gehouden.

\* startvoer f 42,60 per 100 kg

\* afmestvoer f 33,60 per 100 kg

\* aanvullend startvoer persulp f 43,40 per 100 kg

\* aanvullend afmestvoer persulp f 34,25 per 100 kg

\* persulp (f 51,70 per ton product; 22%

ds) f 20,68 per 100 kg

- Kosten gezondheidszorg van f 1,59 per procent behandelde dieren + f 4,- per afgeleverd vleesvarken (Huiskes et al., 1997).

- Kosten voor uitval van f 3,75 per afgeleverd vleesvarken (KWIN-V, 1999).

- Overige kosten + varkensheffing van f 8,10 per afgeleverd vleesvarken (KWIN-V, 1999).

Uit tabel 16 blijkt dat de toevoeging van persulp aan droogvoerrantsoenen voor vleesvarkens een aantoonbare stijging van het saldo per afgeleverd vleesvarken oplevert. Bij de economische beschouwing in tabel 16 is nog geen rekening gehouden met het feit dat het voeren van persulp

Tabel 16: Verschil in opbrengsten minus kosten (guldens) per afgeleverd vleesvarken gevoerd met of zonder vijf procent persulp in het startrantsoen en tien procent persulp in het afmestrantsoen

	Controle	Persulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
opbrengst karkas	255,82	258,10		
kosten big	99,63	99,63		
voerkosten	87,79	82,00	2,40	**
overige kosten <sup>3</sup>	16,16	16,03		
opbrengsten minus kosten per afgeleverd vleesvarken (f)	52,25	60,44	2,40	*
per jaar (f/dierplaats)	168,78	200,65	7,88	*

<sup>1</sup> SEM: gepoolde standaard error van het gemiddelde

<sup>2</sup> Significantie: \* = p < 0,05; \*\* = p < 0,01

<sup>3</sup> overige kosten = kosten gezondheidszorg + kosten uitval + overige kosten (elektriciteit, gas et cetera)

bepaalde (extra) investeringen met zich meebrengt. Daarbij is te denken aan een sleufsilosilo, een werktuig om de perspulp uit de kuil te halen en in de voerinstallatie te brengen dan wel direct aan de varkens te voeren en de benodigde arbeid om perspulp te voeren. De investeringen zijn zeer afhankelijk van de op het varkensbedrijf reeds aanwezige voorzieningen en/of voerin-

stallatie. Deze kostenpost is niet in dit proefverslag opgenomen, maar een varkensbedrijf dient wel terdege met deze kostenpost rekening te houden. Daarnaast is bij de gehanteerde voerprijzen geen rekening gehouden met een extra marge voor de aanvullende voeders, zoals die in de praktijk wel toegepast wordt.



## 5 RESULTATEN EXPERIMENT 2

### 5.1 Chemische samenstelling van de rantsoenen

In tabel 17 zijn de gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de rantsoenen weergegeven. Deze zijn samengesteld op basis van de chemische analyses van de afzonderlijke voedermiddelen (bijlage 8).

Uit tabel 17 blijkt dat, als gevolg van de gekozen optimalisatie-eisen, het ruw-eiwitgehalte in het startrantsoen met perspulp aanmerkelijk lager was dan in het controle-startrantsoen. De resultaten van de chemische ana-

lyses zijn redelijk in overeenstemming met die van de vooraf berekende samenstelling (bijlage 7). Uit analyses op de bruto gehalten aan aminozuren (bijlage 9) blijkt dat deze als gevolg van de lagere eiwitgehalten in de voeders in vrijwel alle gevallen lager zijn dan in de controlerantsoenen.

### 5.2 Technische resultaten

In de afzonderlijke groeitrajecten en als gevolg hiervan ook over het gehele vleesvarkenstraject kwamen er frequent interacties voor tussen voeding en sekse bij de techni-

Tabel 17: Gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de rantsoenen (g/kg voer op basis van 88% droge stof)

	Startrantsoen		Afmestrantsoen	
	Controle	Perspulp	Controle	Perspulp
ruw eiwit	187	167	172	166
ruw vet	45	44	63	52
ruwe celstof	40	51	73	74
ruw as	51	57	57	56
zetmeel	390	366	359	342
suikers	56	51	59	56

Tabel 18: Technische resultaten van opleg tot afleveren van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoerrantsoen

	Controle	Perspulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren opgelegd	162	162		
aantal hokken	18	18		
begingewicht (kg)	24,2	24,2		
eindgewicht (kg)	110,4	111,8	7,38	*
groei (g/dag)	786	812		
voeropname (kg/dag) <sup>3</sup>	1,98	2,09	0,015	***
voederconversie <sup>3</sup>	2,52	2,58	0,017	*
EW-opname <sup>3,4</sup>	2,17	2,30	0,016	***
EW-conversie <sup>3,4</sup>	2,76	2,83	0,019	**

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

Significantie: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

interactie tussen sekse en proefgroep ( $p < 0,05$ )

perspulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

sche resultaten. Daarom zijn in de bijlagen 10, 11, 12 en 13 de technische resultaten opgesplitst naar sekse en proefgroep. Aangezien het hoofddoel van de studie was om het effect van het verstrekken van perspulp te bestuderen gaat deze papagraaf uitsluitend in op het hoofdeffect van het wel of niet verstrekken van perspulp.

In tabel 18 zijn de technische resultaten van opleg tot afleveren van de twee proefgroepen weergegeven.

Uit tabel 18 blijkt dat de vleesvarkens die een rantsoen kregen met op drogestofbasis tien procent perspulp meer voer en energie opnamen en sneller groeiden dan de vleesvarkens die het controlerantsoen zonder perspulp verstrekt kregen. De vleesvarkens die een rantsoen met perspulp kregen hadden echter een ongunstigere voeder- en EW-conversie dan de varkens die het controlerantsoen verstrekt kregen.

Uit bijlage 10 blijkt dat er interactie was tussen sekse en proefgroep voor de dagelijkse voeren EW-opname en voor de EW-conversie.

In tabel 19 zijn de technische resultaten van opleg tot de eerste tussenweging op 28 dagen na opleg weergegeven. In deze periode kregen de dieren een startrantsoen verstrekt.

Uit tabel 19 blijkt dat in genoemd traject de groei en de voer- en EW-opname van de vleesvarkens die een rantsoen met op drogestofbasis tien procent perspulp kregen lager waren dan die van de vleesvarkens die het controlerantsoen zonder perspulp verstrekt kregen. De voeder- en EW-conversie van de vleesvarkens die het rantsoen met perspulp verstrekt kregen waren hoger dan die van de varkens die het controlerantsoen kregen.

Uit bijlage 11 blijkt dat er een interactie was tussen sekse en proefgroep voor groei en voer- en EW-opname.

In tabel 20 zijn de technische resultaten vanaf dag 28 tot dag 63 weergegeven. In de eerste week van deze periode zijn de dieren geleidelijk overgeschakeld van een startrantsoen op een afmestrantsoen. Vervolgens kregen de dieren een afmestrantsoen verstrekt.

Uit tabel 20 blijkt dat de groei en de voer- en EW-opname van de vleesvarkens die een rantsoen met op drogestofbasis tien procent perspulp kregen hoger waren dan die van de vleesvarkens die het controlerantsoen zonder perspulp verstrekt kregen. De voeder- en EW-conversie verschilden niet tussen beide proefgroepen. In bijlage 12 zijn de technische resultaten van 28 tot 63

Tabel 19: Technische resultaten van opleg tot 28 dagen na opleg van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoerrantsoen

	Controle	Perspulp	SEM'	Significantie*
aantal dieren opgelegd	162	162		
aantal hokken	18	18		
begin gewicht (kg)	24,2	24,2		
eerste tussengewicht (kg)	44,9	42,3		
groei (g/dag) <sup>3</sup>	769	671	10,6	***
voeropname (kg/dag) <sup>3</sup>	1,44	1,35	0,017	***
voederconversie	1,88	2,02	0,030	**
EW-opname <sup>3,4</sup>	1,62	1,51	0,019	**
EW-conversie <sup>4</sup>	2,11	2,26	0,033	**

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

<sup>2</sup> Significantie: \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

<sup>3</sup> interactie tussen sekse en proefgroep ( $p < 0,05$ )

<sup>4</sup> perspulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

...a opleg opgesplitst naar sekse en proefgroep.

In tabel 21 zijn de technische resultaten vanaf 63 dagen na opleg tot aan afleveren weergegeven. In dit traject kregen de varkens uitsluitend een afmestrantsoen verstrekt.

Uit tabel 21 blijkt dat de groei en de voer- en EW-opname van de vleesvarkens die een

rantsoen met op drogestofbasis tien procent persulp kregen hoger waren dan die van de vleesvarkens die het controlerantsoen zonder persulp verstrekt kregen. De voeder- en EW-conversie verschilden niet tussen beide proefgroepen. Er was een interactie tussen sekse en proefgroep voor groei en voeder- en EW-conversie (bijlage 13).

Tabel 20: Technische resultaten van 28 tot 63 dagen na opleg van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent persulp in het droogvoerrantsoen

	Controle	Persulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie*
aantal dieren opgelegd	162	162		
aantal hokken	18	18		
eerste tussengewicht (kg)	44,9	42,3		
tweede tussengewicht (kg)	73,5	73,8		
groei (g/dag)	809	893	10,3	***
voeropname (kg/dag)	1,97	2,21	0,022	***
voederconversie	2,44	2,48	0,023	n.s.
EW-opname <sup>3</sup>	2,15	2,42	0,025	***
EW-conversie <sup>3</sup>	2,66	2,71	0,025	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \*\*\* =  $p < 0,001$

<sup>3</sup> persulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

Tabel 21: Technische resultaten vanaf 63 dagen na opleg tot afleveren van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent persulp in het droogvoerrantsoen

	Controle	Persulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie*
aantal dieren opgelegd	162	162		
aantal hokken	18	18		
tweede tussengewicht (kg)	73,5	73,8		
eindgewicht (kg)	110,4	111,8		
groei (g/dag) <sup>3</sup>	779	835	12,8	**
voeropname (kg/dag)	2,29	2,45	0,029	***
voederconversie <sup>3</sup>	2,95	2,93	0,026	n.s.
EW-opname <sup>4</sup>	2,50	2,67	0,032	***
EW-conversie <sup>3,4</sup>	3,22	3,21	0,028	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

<sup>3</sup> interactie tussen sekse en proefgroep ( $p < 0,05$ )

<sup>4</sup> persulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

### 5.3 Slachtkwaliteit

De resultaten van de classificatie van de geslachte dieren zijn weergegeven in tabel 22.

Uit tabel 22 blijkt dat het aanhoudingspercentage van vleesvarkens die een rantsoen met persulp verstrekt kregen lager was dan dat van vleesvarkens die het controlerantsoen zonder persulp verstrekt kregen. Het vleespercentage, de spekdikte en de typebeoordeling verschilden niet tussen beide proefgroepen.

### 5.4 Magenbeoordeling

In tabel 23 zijn de resultaten van de magenbeoordeling weergegeven.

Uit tabel 23 blijkt dat er duidelijke verschillen zijn in de mate van vóórkomen én in de ernst van maagaandoeningen tussen vleesvarkens die het droogvoerrantsoen met persulp verstrekt kregen en vleesvarkens die het controlerantsoen zonder persulp verstrekt kregen. Ruim 54% van de dieren die het controlerantsoen zonder persulp verstrekt kregen had

Tabel 22: Slachtkwaliteit van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent persulp in het droogvoerrantsoen

	Controle	Persulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren afgeleverd	158	157		
aantal hokken	18	18		
aanhoudingspercentage	79,4	78,5	0,24	***
mager vlees (%)	56,0	55,8	0,16	n.s.
spekdikte (mm)	16,8	16,8	0,21	n.s.
% dieren met type AA	19,1	12,9		
% dieren met type A	78,3	80,0		n.s.
% dieren met type B/C	2,6	7,1		

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

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ; \*\*\* =  $p < 0,001$

Tabel 23: Mate van vóórkomen en ernst van maagaandoeningen (pars oesophagus) volgens de methode van Hessing et al. (1992) bij vleesvarkens die gevoerd zijn met een droogvoerrantsoen met of zonder tien procent persulp

	Controle	Persulp	Significantie <sup>1</sup>
aantal beoordeelde magen	134	134	
slijmvlies in orde (code 0)	25	103	
geringe hyperkeratose (code 1)	36	16	
duidelijke hyperkeratose (code 2)	17	4	**
hyperk. + enkele erosies (code 3)	38	8	
hyperk. + meer grote erosies (code 4)	13	2	
maagzweer (code 5)	5		
aantal code 2 tot en met 5	73 (54,5%)	15 (11%)	

<sup>1</sup> Significantie: \*\* =  $p < 0,01$ ; de verdeling van de aantallen magen over de klassen is getoetst.

magen met min of meer ernstige aandoeningen (code 2 tot en met 5). Dit is significant afwijkend van het percentage vleesvarkens dat een rantsoen met perspulp verstrekt kreeg. In vergelijking met de controlegroep was het aantal dieren met min of meer ernstige maagaandoeningen bij de dieren die perspulp verstrekt kregen 43% lager.

## 5.5 Vleeskwiteit

In tabel 24 zijn de resultaten van de vleeskwaliteitsmetingen weergegeven.

Uit tabel 24 blijkt dat er geen verschillen in vleeskwiteit zijn tussen vleesvarkens die een rantsoen met perspulp verstrekt kregen en vleesvarkens die het controlerantsoen zonder perspulp verstrekt kregen. Wel was er sprake van interactie tussen sekse en proefbehandeling ten aanzien van het dripverlies, de pH van de ham na één uur en de pH van de karbonade na één uur.

## 5.6 Uitval en veterinaire behandelingen

In tabel 25 zijn het aantal uitgevallen dieren en het aantal individueel wegens gezond-

heidsstoornissen behandelde dieren weergegeven. De reden van behandeling is eveneens vermeld.

Afgezien van het aantal dieren dat is behandeld tegen aandoeningen aan de luchtwegen zijn er tussen de dieren die perspulp in het rantsoen kregen en de dieren zonder perspulp in het rantsoen geen verschillen in aantallen uitgevallen en veterinair behandelde dieren aangetoond. Het aantal varkens dat is behandeld tegen aandoeningen aan de luchtwegen tendeerde bij de dieren die perspulp verstrekt kregen hoger te zijn dan bij de dieren die het controlerantsoen zonder perspulp verstrekt kregen.

## 5.7 Het vóórkomen van diarree

In tabel 26 zijn de mate van vóórkomen en de ernst van de diarree weergegeven gedurende de eerste vijf weken na opleg.

Uit tabel 26 blijkt dat in de eerste vijf weken na opleg er bij de vleesvarkens die perspulp verstrekt kregen meer dunne mest voorkwam dan bij de vleesvarkens die het controlerantsoen verstrekt kregen.

Tabel 24: Vleeskwaliteitskenmerken van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoer

	Controle	Perspulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
Aantal dieren	16	15		
Dripverlies (%) <sup>3</sup>	3,93	4,68	6,605	n.s.
Minolta L	54,9	55,5	1,11	n.s.
Minolta a <sup>*</sup>	14,7	14,9	0,18	n.s.
Minolta b <sup>*</sup>	7,0	7,0	0,16	n.s.
Japanse kleurschaal <sup>3</sup>	2,4	2,4		n.s.
Intramusc. vet (%)	1,34	1,46	0,111	n.s.
pH, ham <sup>4</sup>	6,4	6,4	0,04	n.s.
pH <sub>24</sub> ham	5,8	5,8	0,04	n.s.
pH, karbonade <sup>4</sup>	6,4	6,4	0,04	n.s.
pH <sub>24</sub> karbonade	6,0	5,9	0,04	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ )

<sup>3</sup> geanalyseerd met logistische regressieanalyse volgens het drempelmodel van McCullagh (1980)

<sup>4</sup> interactie tussen sekse en proefgroep ( $p < 0,05$ )

Tabel 25: Uitval en behandelingen wegens gezondheidsstoornissen van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoer

	Controle	Perspulp	Significantie <sup>1</sup>
aantal dieren opgelegd	162	162	
aantal dieren uitgevallen	4	5	n.s.
reden uitval:			
- beenwerk		2	2
- luchtwegen	1	2	2
- achterblijven	0		2
- diversen	2	0	2
aantal dieren behandeld:	33	36	n.s.
reden behandelen:			
- beenwerk	20	19	n.s.
- luchtwegen	6	14	#
- diversen	7	3	n.s.

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

<sup>2</sup> aantallen zijn te gering om uitspraken over te doen

Tabel 26: Mate van voorkomen van dunne mest gedurende de eerste vijf weken na opleg (percentage van het aantal waarnemingen) bij vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoer

	Controle	Perspulp	Significantie <sup>1</sup>
<i>Week 1:</i>			
normale mest	93,6	81,9	***
pasteuze mest	4,1	13,4	
waterdun	2,3	4,7	
<i>Week 2:</i>			
normale mest	97,3	84,9	***
pasteuze mest	2,3	9,9	
waterdun	0,4	5,2	
<i>Week 3:</i>			
normale mest	98,2	87,8	***
pasteuze mest	1,6	10,8	
waterdun	0,2	1,4	
<i>Week 4:</i>			
normale mest	97,5	86,4	***
pasteuze mest	1,0	11,5	
waterdun	1,5	2,1	
<i>Week 5:</i>			
normale mest	95,0	83,2	***
pasteuze mest	3,3	10,9	
waterdun	1,7	5,9	

<sup>1</sup> Significantie: \*\*\* =  $p < 0,001$ )

## 5.8 Gebruiksewaringen met voerbakken voor persulp

Tijdens het onderzoek is het mengsel van persulp en droogvoer verstrekt in speciaal hiervoor ontwikkelde brijbakken. Deze brijbakken bestonden uit een komvormige trog met daarboven een voerplateau, een drinknippel en een voorraadbak. Het mengsel viel vanuit de voorraadbak op het voerplateau. De varkens konden het mengsel opnemen vanaf het voerplateau. Eventueel gemorst voer viel in de trog en kon daar als nog worden opgenomen (Houwers, in voorbereiding). Ter voorkoming van brugvorming waren er buigzame flappen gemonteerd in

de voorraadbak. Al in de beginfase van het experiment bleken deze flappen niet te vol-  
doen, aangezien nog steeds brugvorming optrad. Vervolgens zijn de flappen verwij-  
derd en is er een ketting in de voorraadbak  
gehangen die onder het doseersysteem van  
de bak naar buiten kwam en door de var-  
kens kon worden bewogen. Hoewel dit leid-  
de tot duidelijk minder brugvorming was het  
probleem nog steeds niet geheel opgelost.  
Daarom is er in de proefafdelingen drie- tot  
viermaal per dag gecontroleerd op brugvor-  
ming in de bakken. Daarnaast is, wanneer  
het nodig was, het mengsel in de voorraad-  
bak losgemaakt.

## 6 ECONOMISCHE BESCHOUWING EXPERIMENT 2

In de economische berekening zijn de verschillen in technische resultaten en voerkosten meegenomen zoals die in de proef zijn behaald. Voor de economische berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Bigkosten van f 92,- per big van 25 kg, + /- f 2,20 per afwijkende kg + f 3,20 vervoerskosten (KWIN-V, 1999).
- Opbrengstprijs van f 2,80 per kg geslacht gewicht exclusief kwaliteitstoeslag (KWIN-V, 1999).
- Voerkosten: het vaststellen van de prijzen voor de aanvullende voeders voor perspulp is gebaseerd op de verschillen in grondstofprijzen ten opzichte van de controlevoeders. In de praktijk wijkt de marge op aanvullende voeders af van die van de standaardvoeders. Hiermee is in de economische beschouwing geen rekening gehouden.
  - \* startvoer f 42,60 per 100 kg
  - \* afmestvoer f 33,60 per 100 kg
  - \* aanvullend startvoer perspulp f 43,40 per 100 kg
  - \* aanvullend afmestvoer perspulp f 34,25 per 100 kg
  - \* perspulp f 20,68 per 100 kg (f 51,70,- per ton product; 22% droge stof)

- Kosten gezondheidszorg van f 1,59 per procent behandelde dieren + f 4,- per afgeleverd vleesvarken (Huiskes et al., 1997).
- Kosten voor uitval van f 3,75 per afgeleverd vleesvarken (KWIN-V, 1999).
- Overige kosten + varkensheffing van f 8,10 per afgeleverd vleesvarken (KWIN-V, 1999).
- De omzetsnelheden voor vleesvarkens die het controlevoer verstrekt kregen en vleesvarkens die perspulp verstrekt kregen zijn respectievelijk 3,23 en 3,32.

Uit tabel 27 blijkt dat de toevoeging van perspulp aan het droogvoerantsoen voor vleesvarkens géén aantoonbaar verschil in het saldo per afgeleverd vleesvarken én het saldo per dierplaats per jaar tot gevolg heeft. Bij de economische beschouwing in tabel 27 is geen rekening gehouden met de (extra) investeringen die het voeren van perspulp met zich meebrengt. Hierbij kan gedacht worden aan de kosten van een sleufsilo, werktuigkosten om de perspulp uit de kuil te halen en de benodigde voerinstallatie en arbeid om perspulp te kunnen verstrekken in een droogvoerantsoen. De investeringen zijn zeer afhankelijk van de op

Tabel 27: Verschil in opbrengsten minus kosten (gulden per afgeleverd vleesvarken en per dierplaats per jaar) van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoerantsoen.

	Controle	Perspulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup> *
opbrengst karkas	250,38	249,61	1,09	n.s.
kosten big	93,33	93,33		
voerkosten	76,79	77,40	0,68	n.s.
overige kosten <sup>3</sup>	12,34	12,36		
opbrengst minus kosten per afgeleverd vleesvarken (f)	67,91	66,52	1,185	n.s.
per jaar (f /dierplaats)	219,33	220,71	3,867	n.s.

<sup>1</sup> SEM: gepoolde standaard error van het gemiddelde

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant

<sup>3</sup> overige kosten = kosten gezondheidszorg + kosten uitval + overige kosten (elektriciteit, gas et cetera)



het varkensbedrijf reeds aanwezige voorzieningen. Daarom is deze kostenpost niet opgenomen in tabel 27. In de praktijk moeten deze kosten uiteraard wel meegenomen worden in de afweging om wel of geen pers-

pulp te verstrekken in een droogvoerrantsoen. Daarnaast is bij de gehanteerde voerprijzen geen rekening gehouden met een extra marge voor de aanvullende voeders, zoals die in de praktijk wel toegepast wordt.

# 7 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

## 7.1 Algemeen

Gedurende de doorlooptijd van experiment 1 werd het Varkensproefbedrijf te Sterksel geconfronteerd met een vervoersverbod, dat vanwege de varkenspestsituatie was ingesteld. Hierdoor konden de vleesvarkens niet aan het slachthuis worden afgeleverd en was het onmogelijk gegevens te verzamelen met betrekking tot de slacht- en vleeskwiteit en het voorkomen van maagslijmvlieaandoeningen. De groei, voer- en EW-opname en voeder- en EW-conversie konden wel worden vastgesteld, met daarbij de opmerking dat alle vleesvarkens op hetzelfde tijdstip zijn gewogen.

De waarnemingen betreffende ammoniakemissie, mestproductie en mestsamenstelling, mineralenbalans, hokbevuiling, veterinaire behandelingen, uitval, diarreescores en stofgehalten in de stal werden niet beïnvloed door de varkenspestsituatie.

Gedurende de doorlooptijd van experiment 1 is de energiewaarde (EW) van perspulp verhoogd van 0,98 naar 1,17 (CVB, 1997). Volgens deze nieuwe CVB-norm zijn de in experiment 1 verzamelde EW-opname en EW-conversie in feite ondergewaardeerd, omdat daar gerekend is met een EW van 0,98 voor perspulp. Hiervoor is bewust gekozen, omdat bij de rantsoenoptimalisatie perspulp met een EW van 0,98 is ingerekend. In bijlagen 4 en 5 staan de EW-opname en EW-conversie vermeld indien perspulp met EW 1,17 wordt ingerekend. In experiment 2 is perspulp ingerekend met een EW van 1,17.

## 7.2 Technische resultaten

### 7.2.1 Perspulp

In experiment 1 en 2 is nagegaan wat het effect van de toevoeging van perspulp aan een droogvoerrantsoen is op de dierprestaties.

In de startfase van experiment 1 is op drogestofbasis 5% perspulp gemengd met 95% aanvullend startvoer. In de afmestfase is op drogestofbasis 10% perspulp gemengd met 90% aanvullend afmestvoer. In experi-

ment 2 is zowel in de startfase als in de afmestfase op drogestofbasis 10% perspulp gemengd met 90% aanvullend voer. De resultaten van experiment 1 geven aan dat de dieren die perspulp verstrekt kregen over het gehele traject en in de afmestfase een gelijke groei en EW-opname en een gunstiger voeder- en EW-conversie (EW-perspulp = 0,98 per kilogram droge stof) hebben dan de dieren die geen perspulp verstrekt kregen. In de startfase (tabel 3) tenderden de voer- en EW-opname van varkens die perspulp verstrekt kregen naar lagere waarden, maar tenderden de voeder- en EW-conversie naar gunstiger waarden dan die van varkens op een droogvoerrantsoen zonder perspulp. In sommige gevallen bleek in experiment 1 (bijvoorbeeld de voer- en EW-opname in tabel 3) dat verschillen in voeropname en voederconversie niet geheel overeenkomstig waren met verschillen in respectievelijk EW-opname en EW-conversie, terwijl de berekende energiewaardes van beide rantsoenen gelijk waren. Dit wordt enerzijds verklaard door afrondingen en anderzijds doordat in de berekeningen het aanvullende voer en perspulp afzonderlijk zijn ingebracht.

Indien de EW-opnames en -conversies van experiment 1 herberekend worden met een EW van 1,17 (bijlage 4 en 5) voor perspulp, vallen de significante verschillen in EW-opname en EW-conversie weg. Numeriek blijven de EW-opnames van de met perspulp gevoerde dieren lager en de EW-conversies gunstiger. De voeders in experiment 1 zijn geoptimaliseerd op basis van een EW van 0,98 voor perspulp. Wanneer perspulp ingerekend was met een EW van 1,17 zou dit ook consequenties gehad hebben voor de keuze van de overige grondstoffen. Bij een herberekening van EW-opname en EW-conversie zoals die in de bijlagen 4 en 5 staan weergegeven wordt hieraan voorbij gegaan.

In experiment 2 leidde de verstrekking van perspulp in het droogvoerrantsoen voor vleesvarkens gemiddeld over de gehele afmestperiode (tabel 18) tot een hogere

groei en voer- en EW opname en een hogere voeder- en EW-conversie (EW-perspulp = 1,17 per kilogram droge stof). De varkens die perspulp verstrekt kregen hadden in de startfase (tabel 19) een significant lagere groei en voer- en EW-opname dan de varkens die geen perspulp verstrekt kregen. De voeder- en EW-conversie waren in de startfase hoger. Zowel in het traject van 28 tot 63 dagen (tabel 20) na opleg als in het traject van 63 dagen na opleg tot aan afleveren (tabel 21) hadden de varkens die perspulp verstrekt kregen een hogere groei en voer- en EW opname dan de varkens zonder perspulp in het rantsoen. In beide trajecten was er geen verschil meer in voeder- en EW-conversie tussen beide groepen.

In de startfase van experiment 1 is 5% van de droge stof van het totale rantsoen vervangen door droge stof uit perspulp (drogestofgehalte: 22,9%). In experiment 2 is op drogestofbasis 10% vervangen door perspulp (drogestofgehalte: 27,1%). Wanneer in de startfase 10% van de droge stof uit droogvoer vervangen wordt door 10% droge stof uit perspulp hebben de dieren blijkbaar moeite om voldoende droge stof op te nemen. Als in experiment 2 perspulp met 22 - 23% droge stof (zoals in experiment 1) verstrekt zou zijn, hadden de dieren in de startfase zeer waarschijnlijk nog meer moeite om voldoende droge stof op te nemen bij een vervanging van 10%. Immers, er zal dan nog meer volume opgenomen moeten worden. De resultaten in experiment 2 suggereren dat voor het behoud van technische resultaten een vervangingspercentage van 10% in de startfase te hoog is. Het optimale vervangingspercentage in de startfase voor perspulp in een droogvoerrantsoen is op dit moment nog niet duidelijk. Dosis-respons-experimenten met natte perspulp in droogvoer, waarin bij vleesvarkens specifiek gekeken is naar de startfase, zijn in de literatuur niet beschreven. Wel zijn er aanwijzingen dat vleesvarkens en zeugen een adaptatieperiode van enige weken nodig hebben wanneer vezelrijke rantsoenen worden verstrekt (Rijnen, persoonlijke mededeling). Vanaf een lichaamsgewicht van ongeveer 40 kg leidt een vervanging van 10% droge stof door perspulp in een droogvoerrantsoen tot minimaal gelijke technische resultaten als

de verstrekking van een droogvoerrantsoen zonder perspulp. Dit komt overeen met de resultaten van Schrama et al. (1998). Deze auteurs vonden bij borgen vanaf 50 kg eveneens geen effect op de groei bij het voeren van verschillende aandelen perspulp (variërend van 0 tot 15% op drogestofbasis) in een brijvoerrantsoen zonder bijproducten. In experiment 2 leidde de vervanging van 10% droge stof door 10% perspulp in de afmestfase tot grotere verschillen in groei en voeropname dan in experiment 1. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de perspulp in experiment 1 een lager drogestofpercentage had dan de perspulp in experiment 2. Hierdoor moesten de dieren in experiment 1 meer van het mengsel van pulp en droogvoer opnemen dan de dieren in experiment 2, om een vergelijkbare EW-opname te realiseren.

### 7.2.2 Perspulp en sekse

Uit de resultaten van experiment 2 blijkt duidelijk dat de verschillen tussen borgen en zeugen die het controlerantsoen verstrekt kregen aanmerkelijk afweken van de verschillen tussen borgen en zeugen die een rantsoen met perspulp verstrekt kregen (= interactie tussen sekse en proefgroep). Dit gold met name in het traject van opleg tot 28 dagen na opleg (bijlage 11) en in het traject vanaf 63 dagen na opleg tot aan afleveren (bijlage 13). De interacties in beide fasen verklaren uiteraard het voorkomen van de interactie over de gehele vleesvarkensfase (bijlage 10). In de eerste fase namen borgen duidelijk meer controlevoer op en groeiden harder dan zeugen, terwijl dit verschil tussen borgen en zeugen die perspulp verstrekt kregen minder groot was. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de borgen die perspulp verstrekt kregen moeite hadden om een veel groter volume op te nemen. Dit grotere volume is noodzakelijk om in de startfase een voeropname (op basis van 88% droge stof) te realiseren die veel hoger is dan die van de zeugen.

Vanaf 63 dagen na opleg tot aan afleveren was het verschil in groei tussen beide seksen die het controlevoer kregen veel minder groot dan het verschil tussen beide seksen die perspulp verstrekt kregen. Zeugen die perspulp verstrekt kregen hadden een aanmerkelijk lagere groei dan zeugen die het

controlevoer verstrekt kregen. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door een sterk afwijkende voederconversie van zeugen die perspulp verstrekt kregen. In tegenstelling tot de voederconversie van de zeugen die het controlevoer kregen was de voederconversie van de zeugen die perspulp verstrekt kregen hoger dan die van de borgen die perspulp verstrekt kregen. Aangezien zeugen een hogere eiwitaanzetcapaciteit hebben dan borgen (Black et al., 1986) zal het aminozuuraanbod eerder beperkend zijn voor zeugen. Uit bijlage 9 blijkt dat de bruto gehalten aan aminozuren in de rantsoenen met perspulp structureel lager waren dan in de controlerantsoenen. Wanneer wordt uitgegaan van vergelijkbare verteringscoëfficiënten voor beide rantsoenen is het aanbod aan darmverteerbare aminozuren in de rantsoenen met perspulp lager geweest dan in de controlerantsoenen. In dit geval is er dus minder efficiënt omgegaan met het voer. Dit zal het eerst aan het licht komen bij de zeugen. Aangezien de gehalten aan darmverteerbare -essentiële- aminozuren niet bekend zijn, blijven dit slechts speculaties.

### 7.3 Diergezondheid

Haaksma (1994) vermeldt dat perspulp een pH-waarde van 3,8 heeft en een gezondheidsbevorderend effect op het maagdarmkanaal kan uitoefenen. De lage pH wordt bereikt door de snelle fermentatie die optreedt zodra perspulp in een sleufsilos wordt opgeslagen. Door de fermentatie worden organische zuren gevormd en daalt de pH tot onder de vier. In de huidige experimenten werd een pH van circa 4,0 vastgesteld. Het positieve effect van de lage pH van perspulp en de toevoeging van perspulp aan het varkensrantsoen mogen op voorhand voornamelijk bij droogvoer en in mindere mate bij brijvoer met vochtrijke bijproducten worden verwacht. Immers: brijvoerrantsoenen met bijproducten hebben over het algemeen een pH van 4,0 tot 4,5 op het moment dat ze gevoerd worden (Scholten, persoonlijke mededeling). Daarentegen heeft droogvoer een pH van ongeveer 5,5 tot 6, waardoor de toevoeging van perspulp de pH van het rantsoen kan verlagen en zodoende wellicht een effect op

de gezondheid van de maag kan uitoefenen. Door buffering in het duodenum zal dit effect in de dunne darm waarschijnlijk veel minder zijn. Het is mogelijk dat met name in het caecum en de dikke darm door fermentatie vetzuren worden gevormd die bijdragen aan een pH-verlaging, waardoor ook hier een positief effect van een lagere zuurgraad optreedt. In zowel experiment 1 als experiment 2 werd echter geen effect van de toevoeging van perspulp op het aantal uitgevallen dieren en het aantal veterinaire behandelingen ten gevolge van maagdarm-aandoeningen waargenomen. Wel leidde de verstrekking van natte perspulp in het droogvoerrantsoen in experiment 2 tot een aanzienlijke vermindering van het aantal maagaandoeningen en ook tot een vermindering van de ernst van deze aandoeningen. Verscheidene onderzoeken (Borggreve et al., 1996; Scholten et al., 1996) vermelden een gunstig effect van het bijvoeren van grove tarwe op het voorkomen van maagwandbeschadigingen. Elbers en Dirkzwager (1994) geven aan dat het toevoegen van een vezelige fractie aan een fijn gemalen voer een preventieve werking heeft voor het optreden van maagslijmvliesaandoeningen. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het positieve effect van het verstrekken van perspulp met droogvoer op het aantal maagslijmvliesaandoeningen. Daartegenover staat dat met name bij de dieren die in experiment 2 perspulp verstrekt kregen gedurende de eerste vijf weken meer dunne mest voorkwam dan bij de dieren zonder perspulp. In experiment 1 had het verstrekken van vijf procent perspulp geen effect op het voorkomen van dunne mest. Dit suggereert dat tien procent perspulp in startvoerrantsoenen voor vleesvarkens te hoog is. In hoeverre deze dunne mest als diarree en daarmee als nadelig beschouwd kan worden, is echter moeilijk vast te stellen. Waarschijnlijk veroorzaakt de fermentatie van de perspulpvezels de dunne mest.

### 7.4 Ammoniakemissie en mestproductie

Perspulp bevat een hoog gehalte fermenteerbare koolhydraten (NSP's) die door bacteriën in de dunne en dikke darm omgezet

worden in vluchtige vetzuren, die in de dunne en dikke darm kunnen worden opgenomen en energetisch benut. De vorming van vluchtige vetzuren verlaagt tevens de pH van de mest en kan daarmee wellicht de ammoniakemissie reduceren (Canh, 1998). Ook is het mogelijk dat door de toegenomen bacteriële activiteit meer eiwit als bacterieel eiwit in plaats van ureum wordt uitgescheiden, wat ook een verlaging van de ammoniakemissie inhoudt. Wanneer NSP-rijke voeders worden verstrekt kan dus een deel van de stikstof-uitstoot van urine naar mest verschuiven (Canh, 1998).

Canh (1998) onderzocht het effect van de toevoeging van 0%, 5%, 10% en 15% persulp aan het vleesvarkensvoer op de pH van de mengmest en de ammoniakemissie. De pH van de mengmest bedroeg 8,54 als een rantsoen zonder persulp werd verstrekt en daalde naar 8,05, 7,68 en 7,28 na de toevoeging van respectievelijk 5%, 10% of 15% persulp. De in een laboratoriumopstelling gemeten ammoniakemissie daalde respectievelijk 12%, 32% en 40% in vergelijking met de controlegroep.

De toevoeging van persulp in het droogvoerrantsoen had een negatief effect op de ammoniakemissie (10% hoger). Ook werd geen verandering van de pH van de mengmest waargenomen (niveau 7,2 à 7,3). Het feit dat de toevoeging van persulp in experiment 1 beduidend minder positieve effecten op de ammoniakemissie had dan in de proeven van Canh (1998) kan meerdere redenen hebben. Ten eerste is het pH-verlagende effect op de mengmest van met persulp gevoerde vleesvarkens in de huidige proef niet geconstateerd. Bovendien is de pH van de mengmest duidelijk lager dan die in de proef van Canh (1998). Een tweede reden kan liggen in de wijze waarop de ammoniakemissie bepaald is. In de proef van Canh (1998) werd de hokbevuiling, die voor circa 30% aan de totale ammoniakemissie bijdraagt, niet meegenomen. In de huidige proef is meer hokbevuiling waargenomen wanneer persulp werd gevoerd. Het viel op dat het voeren van de combinatie persulp en aanvullend droogvoer via een aangepaste brijbak meer voervermorsing gaf. Dit is mede het gevolg van het ontbreken van een praktijkrijpe voerbak die

geschikt is om de combinatie van persulp en mengvoer te verstrekken zonder dat brugvorming en voervermorsing plaatsvindt. In de persulpgroep werd ook een iets hogere mesttemperatuur gemeten in het brede mestkanaal (+0,5°C). Hoewel dit effect niet groot zal zijn, naar schatting 5 à 6% (Verdoes, persoonlijk mededeling), kan het bijdragen in de verklaring voor de hogere ammoniakemissie. De verhoogde temperatuur in het smalle mestkanaal zal nog minder invloed gehad hebben, omdat daarin bijna geen mest terecht gekomen is.

Verder blijkt uit de chemische analyses van de voeders dat het eiwitgehalte in de afmestrantsoenen met persulp hoger was dan in de rantsoenen zonder persulp. Dit kan mogelijk ook bijgedragen hebben aan de hogere ammoniakemissie bij de dieren die persulp verstrekt kregen. Tot slot moet vermeld worden dat de ammoniakemissie in de controlegroep erg laag is voor omstandigheden zonder aangepast voer (Van der Peet-Schwering, persoonlijke mededeling). Demestproductie nam circa 4% af door de toevoeging van persulp aan het droogvoerrantsoen. Wanneer de mestproductie per kilogram groei wordt uitgedrukt, bedroeg deze reductie 5%.

## 7.5 Stofgehalte en voertechniek

De resultaten van experiment 1 vormen een indicatie dat het verstrekken van persulp in een droogvoerrantsoen een ongunstige invloed heeft op de hoeveelheid inhaleerbaar en respirabel stof. Het omgekeerde werd echter verwacht, omdat door het toevoegen van een vochtig product (22 à 23% ds) aan droogvoer fijne voerdeeltjes beter gebonden zouden blijven en dus niet in de lucht zouden komen. Beek (1995) heeft echter ook géén gunstig effect van het voeren van persulp op de stofconcentratie in stal lucht gevonden. Zijn onderzoek is uitgevoerd op zeugenbedrijven. In de huidige proef is het mogelijk dat het mengen van het voer in de afdeling en het vullen van de voerbak meer stofvorming hebben veroorzaakt. Ook de geconstateerde hokbevuiling en voervermorsing kunnen bijgedragen hebben aan een hoger stofgehalte.

De in dit onderzoek gemeten concentraties

stof zijn laag (1,64 tot 1,86 mg/m<sup>3</sup>). Van 't Klooster et al. (1991) hebben bij vleesvarkens die brijvoer kregen een gemiddelde stofconcentratie van 2,5 mg/m<sup>3</sup> gemeten. Er zijn nog geen algemeen geaccepteerde grenswaarden voor de toegestane hoeveelheid stof in varkensstallen. Donham (1987) heeft op basis van epidemiologisch onderzoek grenswaarden vastgesteld op 0,23 mg/m<sup>3</sup> voor respirabel stof en 2,4 mg/m<sup>3</sup> voor totaal stof.

Het is opmerkelijk dat de gemiddelde concentratie endotoxinen numeriek lager was als er persulp werd bijgevoerd, terwijl de concentraties inhaleerbaar en respirabel stof juist toenamen. Een verklaring hiervoor is niet voorhanden. Wel waren de concentraties endotoxinen veel hoger dan de 50 EU/m<sup>3</sup> (dit komt overeen met ongeveer 4,5 ng/m<sup>3</sup>) die in een concept-criteriumdocument als "no-effect-level" is voorgesteld aan de Gezondheidsraad (Douwes en Heederik, 1997).

Gebaseerd op de bevindingen van experiment 1 is voor experiment 2 een brijbak gebruikt die speciaal ontwikkeld was voor het verstrekken van persulp in combinatie met droogvoer. Deze bak leidde in vergelijking met de bak uit experiment 1 duidelijk tot minder vermorsing. Het probleem van brugvorming was echter niet opgelost. De ontwikkeling van een brijbak waarin persulp samen met droogvoer verstrekt kan worden verdient dus duidelijk nog extra aandacht. De bakken die in experiment 1 en 2 zijn gebruikt zijn zeker nog niet geschikt voor de praktijk.

## 7.6 Conclusies

De belangrijkste bevindingen en conclusies van het totale onderzoek zijn:

- Het opnemen van persulp in het droogvoerrantsoen voor vleesvarkens leidt in vergelijking met rantsoenen zonder persulp gemiddeld over de gehele vleesvarkensfase minimaal tot een gelijke groei en voeropname.
- Het effect van persulp op de voederconversie is op basis van het uitgevoerde onderzoek niet duidelijk. In experiment 1 leidde de opname van persulp (EW = 0,98) tot een gunstigere voederconversie

over de gehele vleesvarkensfase en in de afzonderlijke groeitrajecten. In experiment 2 is in de startfase en over de gehele vleesvarkensfase een ongunstigere voederconversie gevonden bij de groep die persulp verstrekt kreeg. In de tussen- en eindfase was er geen verschil in voederconversie.

- De resultaten van experiment 2 geven aan dat het op drogestofbasis 10% persulp in het startrantsoen verstrekken leidt tot een lagere groei en voeropname. Experiment 1 toont aan dat op drogestofbasis 5% persulp in het startrantsoen verstrekken leidt tot een vergelijkbare groei als verstrekken van startvoer zonder persulp, terwijl de voeder- en EW-conversie tenderen naar gunstigere waarden. Dit onderzoek suggereert het bestaan van een optimum in de hoeveelheid persulp in het startvoer voor vleesvarkens dat ligt tussen 5 en 10 procent.
- Het verstrekken van 10% persulp in droogvoerrantsoenen voor vleesvarkens heeft geen consequenties voor de vleeskwaliteit. Afgezien van een lager aanhoudingspercentage leidt het toevoegen van persulp aan het droogvoer voor vleesvarkens ook niet tot aantoonbare veranderingen in de slachtkwaliteit.
- Tussen de vleesvarkens die een controle- rantsoen kregen en de vleesvarkens die een persulp- rantsoen kregen is geen verschil in uitval en aantal veterinaire behandelingen geconstateerd.
- Het toevoegen van persulp aan het droogvoer voor vleesvarkens leidt tot een aantoonbare verlaging van 43% van het aantal min of meer ernstige maagslijmvliesaan- doeningen.
- Ten aanzien van het vóórkomen en de ernst van diarree zijn er in experiment 1 geen verschillen gevonden tussen vleesvarkens die startvoer met of zonder 5% persulp verstrekt kregen. In experiment 2 vertoonden de vleesvarkens die 10% persulp in het startvoer verstrekt kregen meer dunne mest tot en met vijf weken na opleg dan vleesvarkens zonder persulp. De gemiddelde ammoniakemissie uit stallen waarin persulp via het droogvoer wordt verstrekt is numeriek hoger (1,74 versus 1,58 kg NH<sub>3</sub>/dpl/jr) dan de gemiddelde ammoniakemissie uit stallen waarin

- droogvoer zonder perspulp wordt verstrekt. Dit kan deels het gevolg zijn van de grotere hokbevuiling wanneer perspulp wordt gevoerd.
- De mestproductie per kg groei neemt met 5,4% af als een droogvoerrantsoen met perspulp wordt verstrekt. Ook het drogestofpercentage van de mest neemt af. De pH van de mengmest is niet verschillend tussen beide proefgroepen.
  - Uitgedrukt als percentage van de input is de output van fosfaat en stikstof bij droogvoerrantsoenen met en zonder perspulp vergelijkbaar.
  - Het voeren van perspulp geeft een numeriek hogere concentratie van zowel respi-

- riabel (0,53 versus 0,24 mg/m<sup>3</sup>) als inhaalbaar (1,86 versus 1,64 mg/m<sup>3</sup>) stof in de afdeling. Daarentegen is de concentratie van endotoxinen in het stof numeriek lager (119 versus 324 EU/m<sup>3</sup>).
- De toevoeging van perspulp aan het droogvoer leidt minimaal tot een gelijkblijvend saldo per afgeleverd vleesvarken in vergelijking met een droogvoerrantsoen zonder perspulp. In deze saldoberekeningen is echter geen rekening gehouden met investerings- en extra arbeidskosten voor het voeren van perspulp. De prijzen voor de aanvullende voeders zijn bij de saldoberekeningen uitsluitend gebaseerd op grondstofkosten.

## LITERATUUR

- Beek, R. 1995. Een oriënterend onderzoek naar de invloed van het voeren van bietenperspulp aan zeugen op de gezondheid van mens en dier: Gezondheidsdienst voor Dieren, Rapport 95.004, Boxtel.
- Black, J.L., R.G. Campbell, I.H. Williams, K.J. James and G.T. Davies 1986. *Simulation of energy and aminoacid utilisation in the pig*. Research and Development in Agriculture, 3, p. 121-145.
- Canh, T.T. 1998. *Ammonia emission from excreta of growing-finishing pigs as affected by dietary composition*. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen (LU) en IMAG-DLO. 163 pp. CVB, 1997. Veevoedertabel.
- Donham, K.J. 1987. *Human health and safety for workers in livestock housing*. In: *Latest developments in livestock housing*. Seminar on the 2<sup>nd</sup> technical section of the CIGR, University of Illinois, June 22-26, Illinois, USA, p. 86-95.
- Douwes, J. en D. Heederik 1997. *Health based recommended occupational exposure limit for Endotoxins* (Draft) Dutch expert committee on occupational standards, a Committee of the Health Council of the Netherlands.
- Douwes, J., P. Versloot, A. Hollander, D. Heederik en G. Doekes 1995. *Influence of various dust sampling and extraction methods on the measurement of airborne endotoxin*. In: Applied and environmental microbiology (61), nr. 5, p. 1763-1769.
- Gill, B.P., B. Hardy, J.G. Perrott, J.D. Wood and M. Hamilton 1993. *The effect of dietary fibre on the meat eating and fat quality of finishing pigs fed ad libitum*. Animal Production, 56, p. 421 (abstract).
- Haaksma, J. 1994. *Sugar-beet pulp in livestock nutrition - a review*. Mededeling nr. 28 van het Instituut voor Rationele Suikerproductie.
- Haaksma, J. 1997. *Samenvattende rapportage le fase 'Energiebesparing door bietenperspulp in de voeding van varkens aan te wenden'*. IRS, Bergen op Zoom. Augustus 1997.
- Hessing M.J.C., M.J. Geudeke, C.J.M. Scheepens, M.J.M. Tielen, W.G.P. Schouten en PR. Wiepkema. 1992. *Mucosal lesions in the pars oesophagea in pigs: prevalens and influence of stress*. Tijdschrift voor Diergeneeskunde, 117, 445-450.
- Honikel, K.O. 1987. *How to measure the waterbinding capacity of meat?* Recommendation of standardised methods. In: P.V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin (eds.) "Evaluation and control of meat quality in pigs", a seminar in the CEC Agric. Research Progr. Dublin, Ireland, 1985. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, p. 129-142.
- Houwers, H.W.J. *Ontwikkeling van een brijbak voor het voeren van een mengsel van perspulp en krachtvoer aan vleesvarkens*. Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO), Wageningen, in voorbereiding.
- Huiskes, J.H., G.P. Binnendijk, A.I.J. Hoofs en M. Theissen 1997. *Groei- slacht- en vleeskwaleitsresultaten bij nakomelingen van twee verschillende eindberen*. Proefverslag PI. 189, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Kjos, N.P., M. Overland and T. Matre 1997. *Sugarbeet pulp in diets for growing-finishing pigs*. In: Proceedings of 48th EAAP meeting, 25-28 August, Vienna. Poster P5.43.
- Klooster, C.E. van 't, P.F.M.M. Roelofs, G.P. Binnendijk en M.J.M. Duijf 1991. *Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen; resultaten anno 1991*. Proefverslag PI.70, Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen.
- KNMI 1997. *Maandoverzicht van het weer in Nederland*. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt. Jaargang 94, nummer 4 t/m 12.



KWIN-V 1999. *Kwantitatieve informatie veehouderij 1999-2000*. Uitgegeven door Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden.

Longland, A.C., J.D. Wood, M.B. Enser, J.C. Carruthers and H.D. Keal. 1991. *Effects of growing pig diets containing 0, 150, 300 or 450 g molassed sugar-beet feed per kg on carcass and meat eating quality*. *Animal Production*, 52, p. 559 (abstract).

Mc.Cullagh, P. 1980. *Regression models for ordinal data*. *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 42, p. 109-142.

Nakai, H., F. Saito, T. Ikeda, S. Ando and A. Komatsu 1975. *Standard models of porc colour*. *Bull. Nat. Inst. Animal Industry*, 29, p. 69-74.

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

Schrama, J.W., M.W.A., Bosch, M.W. Verstegen, A.H.P.M. Vorselaars, J. Haaksma, and M.J.W. Heetkamp. 1998. *The energetic value of nonstarch polysaccharides in relation to physical activity in group-housed, growing pigs*. *Journal of Animal Science*. 76, 30 16-3023.

Wathes, C.M. and J.M. Randall 1989. *Aerosol sampling in animal houses, proceedings of a workshop held at the university of Bristol*, department of animal husbandry, 26 to 28 July 1988. EUR 11877 EN, Commission of the European Communities, Luxembourg.

## BIJLAGEN

Bijlage 1: Berekende gehalten (g/kg voer) aan nutriënten in de rantsoenen (experiment 1)

	Startrantsoen		Afmestrantsoen	
	Controle	Perspulp	Controle	Perspulp
EW	1,06	1,06	1,09	1,09
ruw eiwit	182	180	163	163
ruw vet-Berntrop	38	47	54	65
ruwe celstof	60	63	68	69
totaal fosfor	5,4	5,3	4,7	4,8
zetmeel-Ewers	380	340	372	320
dvlysine	8,4	8,4	7,1	7,1

Bijlage 2: Chemische analyses van de (aanvullende) voeders (g/kg voer) en perspulp (g/kg droge stof) (experiment 1)

	Standaard startvoer	Aanvullend startvoer	Standaard afmestvoer	Aanvullend afmestvoer	Perspulp
ruw eiwit	182	186	162	184	106
ruw vet Berntrop	39	40	54	59	
ruwe celstof	57	58	65	57	203
as	57	69	59	65	61
zetmeel Ewers	386	369	373	373	
totaal fosfor	5,3	5,6	5,1	4,7	0,9
natrium	1,5	1,8	1,3	1,5	0,4
kalium	9,2	10,3	10,6	10,3	4,4
chloor	2,9	2,8	2,2	2,6	0,4

Bijlage 3: Technische resultaten per sekse van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen (experiment 1)

De EW-opname en EW-conversie zijn gebaseerd op perspulp met een EW van 0,98.

	Controle		Perspulp		SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>		
	borgen	zeugen	borgen	zeugen		sekse	pulp	interactie
<i>Van opleg-afleveren</i>								
groeï (g/d)	780	760	789	769	15,5	n.s.	n.s.	n.s.
voeropname (g/d)	2,20	2,07	2,05	2,03	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
voederconversie	2,82	2,73	2,60	2,64	0,06	n.s.	*	n.s.
EW-opname	2,38	2,24	2,24	2,22	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
EW-conversie	3,05	2,96	2,84	2,88	0,06	n.s.		n.s.
<i>Van opleg-circa 51 kg</i>								
groeï (g/d)	710	653	712	683	20,2	*	n.s.	n.s.
voeropname (g/d)	1,62	1,53	1,49	1,53	0,04	n.s.	#	#
voederconversie	2,28	2,37	2,11	2,25	0,08	n.s.	#	n.s.
EW-opname	1,72	1,62	1,58	1,63	0,04	n.s.	#	#
EW-conversie	2,41	2,52	2,24	2,39	0,08	n.s.	#	n.s.
<i>Van circa 51 kg-afleveren</i>								
groeï (g/d)	811	807	824	807	17,5	n.s.	n.s.	n.s.
voeropname (g/d)	2,46	2,31	2,30	2,26	0,06	n.s.	#	n.s.
voederconversie	3,03	2,87	2,80	2,79	0,07	n.s.	*	n.s.
EW-opname	2,67	2,52	2,53	2,48	0,06	n.s.	n.s.	n.s.
EW-conversie	3,30	3,13	3,08	3,07	0,07	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant; # =  $p < 0,10$ ; \* =  $p < 0,05$

Bijlage 4: Technische resultaten van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmesttrantsoen, EW-opname en EW-conversie berekend met "nieuwe" EW perspulp(1,17) (experiment 1)

	Controle	Perspulp	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
<i>Van opleg-afleveren</i>				
aantal dieren opgelegd	112	112		
begingewicht (kg)	27,0	27,0		
eindgewicht (kg)	115,2	116,3		
EW-opname (nieuw)	2,31	2,26	0,04	n.s.
EW-conversie (nieuw)	3,00	2,90	0,04	n.s.
<i>Van opleg-circa 51 kg</i>				
begingewicht (kg)	27,0	27,0		
tussengewicht (kg)	50,8	51,5		
EW-opname (nieuw)	1,67	1,62	0,03	n.s.
EW-conversie (nieuw)	2,46	2,34	0,06	n.s.
<i>Van circa 51 kg-afleveren</i>				
tussengewicht (kg)	50,8	51,5		
eindgewicht (kg)	115,2	116,3		
EW-opname (nieuw)	2,59	2,54	0,04	n.s.
EW-conversie (nieuw)	3,21	3,12	0,05	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant

Bijlage 5: De energieopname en energieconversie per sekse van vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen, gebaseerd op een EW van 1,17 per kg droge stof voor perspulp (experiment 1)

	Controle		Perspulp		SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>		
	borgen	zeugen	borgen	zeugen		sekse	pulp	interactie
<i>Van opleg-afleveren</i>								
EW-opname	2,38	2,24	2,27	2,25	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
EW-conversie	3,05	2,96	2,88	2,92	0,06	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Van opleg-circa 51 kg</i>								
EW-opname	1,72	1,63	1,60	1,64	0,04	n.s.	n.s.	n.s.
EW-conversie	2,41	2,52	2,26	2,41	0,08	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Van circa 51 kg-afleveren</i>								
EW-opname	2,67	2,52	2,57	2,52	0,06	n.s.	n.s.	n.s.
EW-conversie	3,30	3,13	3,12	3,12	0,07	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant

Bijlage 6: Temperatuur, ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie en ammoniakemissie in afdelingen met vleesvarkens gevoerd met of zonder vijf procent perspulp in het startrantsoen en tien procent perspulp in het afmestrantsoen (experiment 1)

	Controle	Perspulp
<i>Ronde 1</i>		
aantal meetdagen	110.	110
aantal metingen per dag	16,2	16,0
temperatuur (°C)	21,1	21,9
ventilatiedebiet (m <sup>3</sup> /h/dier)	46,8	41,7
NH <sub>3</sub> -concentratie (mg/m <sup>3</sup> )	4,35	5,07
NH <sub>3</sub> -emissie (kg/dpl/j)	1,52	1,67
<i>Ronde 2</i>		
aantal meetdagen	118	118
aantal metingen per dag	24,3	24,3
temperatuur (°C)	22,5	22,1
ventilatiedebiet (m <sup>3</sup> /h/dier)	44,6	52,8
NH <sub>3</sub> -concentratie (mg/m <sup>3</sup> )	4,94	4,57
NH <sub>3</sub> -emissie (kg/dpl/j)	1,64	1,81

Bijlage 7: Berekende gehalten aan nutriënten in de rantsoenen (experiment 2)

	Startrantsoen		Afmestrantsoen	
	Controle	Perspulp	Controle	Perspulp
EW	1,12	1,12	1,09	1,09
ruw eiwit	186	168	164	162
ruw vet	51	48	65	56
ruwe celstof	38	48	73	72
ruw as	53	57	58	57
zetmeel	395	367	364	338

Bijlage 8: Weende analyses (inclusief zetmeelgehalten) van de (aanvullende) voeders en perspulp (experiment 2)

	Standaard startvoer	Aanvullend startvoer	Standaard afmestvoer	Aanvullend afmestv. (g/kg product)	Perspulp (g/kg product)	Perspulp (g/kg ds)
<i>Weende analyse+zetmeel (g/kg product):</i>						
ruw eiwit	187	176	172	174	28	104
ruw vet Berntrop	45	48	63	57	1	5
ruwe celstof	40	36	73	62	56	205
as	51	56	57	55	19	70
zetmeel Ewers	390	407	359	380	<10 <sup>1</sup>	
suikers	56	56	59	61	2	9

<sup>1</sup> enzymatisch

Bijlage 9: Bruto gehalten aan aminozuren van de startvoeders én van de mengsels van aanvullende voeders met perspulp (g/kg voer van 88% droge stof; experiment 2)

	Standaard startvoer	Startmengsel Aanv. voer+pulp	Standaard afmestvoer	Afmestmengsel Aanv. voer+pulp
Cystine	2,9	2,6	3,0	2,7
Methionine	3,4	3,3	3,1	2,9
Asparaginezuur	17,2	14,6	15,9	14,5
Threonine	6,8	6,6	6,6	6,2
Serine	8,3	7,5	7,9	7,3
Glutaminezuur	34,5	31,3	31,9	28,8
Glycine	9,0	8,0	10,2	8,9
Alanine	8,3	7,4	8,3	7,5
Valine	8,7	7,9	8,6	7,8
Iso-Leucine	7,2	6,3	6,7	6,2
Leucine	13,3	11,7	11,8	11,0
Phenylalanine	8,5	7,4	7,6	6,9
Histidine	4,5	4,1	4,2	4,0
Lysine	10,8	10,0	9,9	9,3
Arginine	11,8	9,9	12,0	10,3
Tryptofaan	2,3	2,1	2,0	2,0

3: Technische resultaten per sekse van opleg tot afleveren van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent persulp in het droogvoerrantsoen (experiment 2)

	Controle		Persulp		SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>		
	borgen	zeugen	borgen	zeugen		sekse	pulp	interactie
aantal dieren	81	81	81	81				
begingewicht (kg)	24,5	23,8	24,5	23,8				
eindgewicht (kg)	111,6	109,3	114,1	109,6	10,5	***	*	n.s.
groei (g/dag)	818	752	853	772	0,021			*
voeropname (kg/dag)	2,10	1,86	2,17	2,02	0,024			**
voederconversie	2,57	2,47	2,54	2,62	0,023			*
EW-opname <sup>3</sup>	2,30	2,03	2,38	2,21	0,027			**
EW-conversie <sup>3</sup>	2,81	2,70	2,79	2,87				

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

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

<sup>3</sup> persulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

Bijlage 11: Technische resultaten per sekse van opleg tot 28 dagen na opleg van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent persulp in het droogvoerrantsoen (experiment 2)

	Controle		Persulp		SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>		
	borgen	zeugen	borgen	zeugen		sekse	pulp	interactie
aantal dieren	81	81	81	81				
begingewicht (kg)	24,5	23,8	24,5	23,8				
eerste tussengew. (kg)	46,7	43,1	43,2	41,3	15,1			*
groei (g/dag)	819	719	690	652	0,025			**
voeropname (kg/dag)	1,54	1,35	1,37	1,34	0,042	n.s.	**	n.s.
voederconversie	1,88	1,88	1,99	2,06	0,028			**
EW-opname <sup>3</sup>	1,72	1,51	1,53	1,50	0,047	n.s.	**	n.s.
EW-conversie <sup>3</sup>	2,11	2,10	2,22	2,30				

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

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$

<sup>3</sup> persulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

Bijlage 12: Technische resultaten per sekse van 28 tot 63 dagen na opleg van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoerrantsoen (experiment 2)

	Controle		Perspulp		SEM <sup>1</sup>	Significantie*		
	borgen	zeugen	borgen	zeugen		sekse	pulp	interactie
aantal dieren	81	81	81	81				
eerste tussengew. (kg)	46,7	43,1	43,2	41,3				
tweede tussengew. (kg)	77,1	69,9	75,9	71,7				
groei (g/dag)	858	760	924	861	14,6	***	***	n.s.
voeropname (kg/dag)	2,10	1,84	2,28	2,15	0,032	***	***	n.s.
voederconversie	2,45	2,43	2,47	2,50	0,033	n.s.	n.s.	n.s.
EW-opname <sup>3</sup>	2,29	2,01	2,49	2,35	0,035	***	***	n.s.
EW-conversie <sup>3</sup>	2,67	2,65	2,70	2,73	0,036	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)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \*\*\* =  $p < 0,001$

<sup>3</sup> perspulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof

Bijlage 13: Technische resultaten per sekse van 63 dagen na opleg tot afleveren van vleesvarkens gevoerd met of zonder tien procent perspulp in het droogvoerrantsoen (experiment 2)

	Controle		Perspulp		SEM <sup>1</sup>	Significantie*		
	borgen	zeugen	borgen	zeugen		sekse	pulp	interactie
aantal dieren	81	81	81	81				
tweede tussengew.(kg)	77,1	69,9	75,9	71,7				
eindgewicht (kg)	111,6	109,3	114,1	109,6				
groei (g/dag)	786	766	898	773	18,2			**
voeropname (kg/dag)	2,45	2,14	2,59	2,30	0,042	***	***	n.s.
voederconversie	3,11	2,79	2,89	2,98	0,036			***
EW-opname <sup>3</sup>	2,67	2,33	2,83	2,51	0,046	***	***	n.s.
EW-conversie <sup>3</sup>	3,40	3,05	3,16	3,26	0,040			***

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

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p > 0,10$ ); \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

<sup>3</sup> perspulp ingerekend met EW = 1,17 per kg droge stof