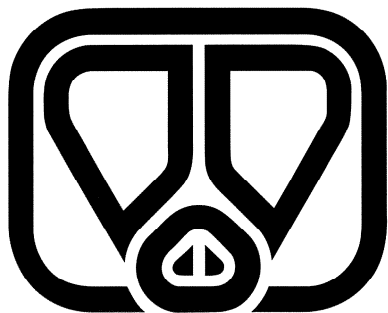


ir. R.H.J. Scholten
ir. M.M.J.A. Rijnen

Het gebruik van vochtrijke bijproducten Een literatuuroverzicht

*The use of liquid
by-products
A review*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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

Proefverslag nummer P 1.210
augustus 1998
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	
2	ALGEMENE BESCHRIJVING VAN VOCHTRIJKE BIJPRODUCTEN	9
2.1	Definitie van brijvoer en bijproducten	9
2.2	Indeling van bijproducten	9
2.2.1	Koolhydraatrijke bijproducten	9
2.2.2	Eiwitrijke bijproducten	10
2.2.3	Vetrijke bijproducten	11
2.3	Productieproces van veel gebruikte vochtrijke bijproducten	12
2.3.1	Vloeibare tarwezetmeel	12
2.3.2	Aardappelstoomschillen	12
2.3.3	Wei	13
2.3.4	Bier, biergist en bierbostel	13
2.3.5	Tarwegistconcentraat	14
2.3.6	Myceliumspoeling	14
2.3.7	Gelatine-concentraat	15
2.3.8	Perspulp	15
2.4	Kwaliteitsborging van vochtrijke bijproducten	15
2.5	Enkele randvoorwaarden aan het voeren van vochtrijke bijproducten	16
2.6	Economische betekenis van bijproducten	16
2.6.1	Varkenshouderij	16
2.6.2	Industrie en handel	17
3	HET VOEREN VAN VOCHTRIJKE BIJPRODUCTEN	19
3.1	Rantsoenoptimalisatie	19
3.2	Analyses van bijproducten	19
3.2.1	Monsternamen	19
3.2.2	Analyse op droge stof	20
3.2.3	Beoordeling van de analyseresultaten	20
3.3	Opslag van bijproducten	21
3.3.1	Opslagmogelijkheden	21
3.3.2	Hygiëne	22
3.4	Voerinstallaties voor vochtrijke bijproducten	23
3.4.1	Meng- en transportsystemen	23
3.4.2	Uitdoseersystemen	24
4	EXPERIMENTEN MET KOOLHYDRAATRIJKE BIJPRODUCTEN EN BRIJVOEDERS	27
4.1	Vloeibare tarwezetmeel	27
4.1.1	Chemische samenstelling	27
4.1.2	Verteringsonderzoek	27
4.1.3	Groeiproeven	28
4.2	Aardappelstoomschillen	28
4.2.1	Chemische samenstelling	28
4.2.2	Verteringsonderzoek	29
4.2.3	Groeiproeven	29

4.3	Wei	29
4.3.1	Chemische samenstelling	29
4.3.2	Verteringsonderzoek	29
4.3.3	Groeiproeven	30
4.4	Rantsoenen met tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei	30
4.5	Brijvoerrantsoenen zonder bijproducten	31
5	FERMENTATIE	33
5.1	Algemeen	33
5.2	Soorten fermentatie	33
5.3	Melkzuurvormende bacteriën	34
5.3.1	Omgevingsfactoren	34
5.3.2	Homo- versus heterofermentatief	34
6	SPECIFIEKE KENMERKEN VAN KOOLHYDRAATRIJKE BIJPRODUCTEN	36
6.1	Koolhydraatfractie	36
6.2	Vloeibaarheid	36
6.3	Zuurtegraad en organische zuren	37
6.4	Buffercapaciteit	40
6.5	Melkzuurbacteriën	40
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	42
	LITERATUUR	43
	BIJLAGEN	50
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	51

SAMENVATTING

De vraag naar en het belang van (onafhankelijke) informatie over vochtrijke bijproducten neemt toe. Echter, het aantal gepubliceerde proeven met het voeren van vochtrijke bijproducten aan varkens is zeer beperkt, zowel in binnen- als buitenland. Enkele proeven van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij laten zien dat met de koolhydraatrijke bijproducten tarwezetmeel, wei en gemalen aardappelstoomschillen betere technische resultaten, een betere gezondheid en lagere voerkosten haalbaar zijn dan met rantsoenen zonder deze bijproducten. Het is interessant om de mogelijke verklaring hiervoor op te helderen en wellicht een bredere toepasbaarheid mogelijk te maken.

Deze literatuurstudie is een beschrijving van allerlei aspecten rondom het gebruik van vochtrijke bijproducten. Aan de orde komen:

- een algemene beschrijving van veel gebruikte vochtrijke bijproducten en hun productieproces;
- het gebruik van bijproducten op het varkensbedrijf en aspecten die daarbij een rol spelen;
- resultaten van proeven uitgevoerd met vochtrijke bijproducten en/of brijvoerders;
- korte uitleg over fermentatieprocessen;
- een beschrijving van de specifieke kenmerken van koolhydraatrijke bijproducten in relatie tot de technische resultaten en de gezondheid van varkens.

De beschrijving van de vochtrijke bijproducten en hun productieproces geeft aan dat er een scala aan bijproducten in varkensrantsoenen kan worden opgenomen, afkomstig van verschillende levensmiddelen- en genotsmiddelenindustrieën. Het vaststellen van de voedingswaarde, het nemen van representatieve monsters, de opslag van bijproducten, de hygiëne in de opslag en het voersysteem en de verschillende mogelijkheden om bijproducten te voeren zijn enkele aspecten die meespelen bij het al dan niet succesvol toepassen van vochtrijke bijproducten in varkensrantsoenen.

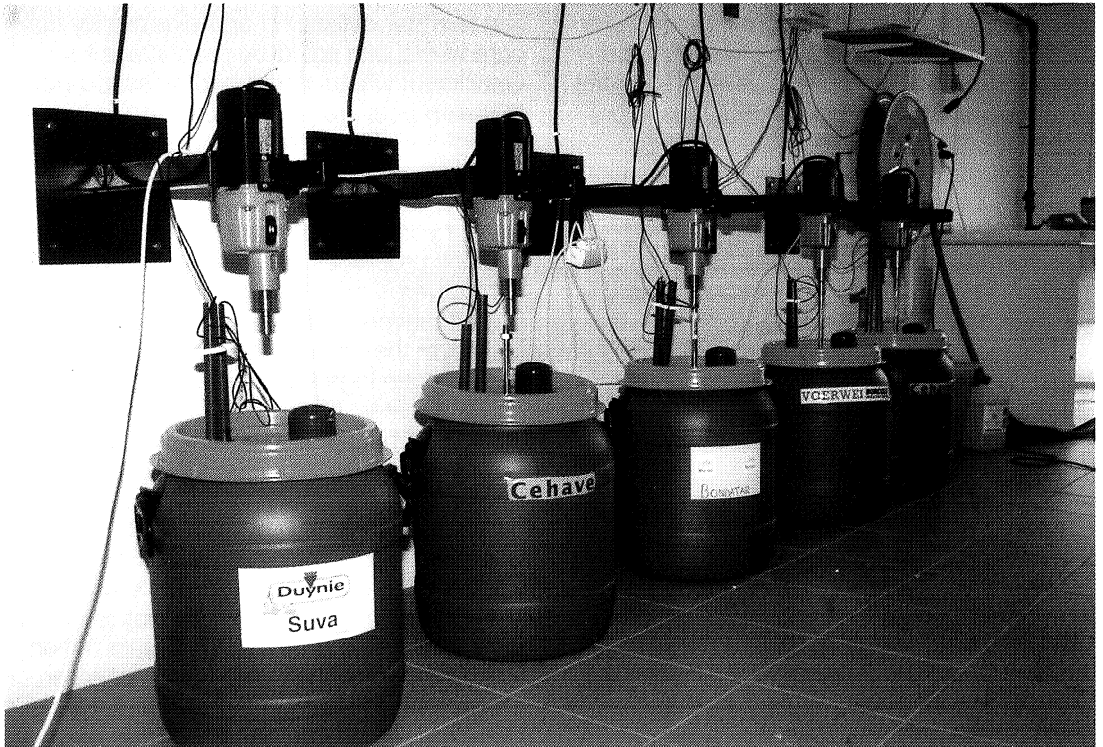
Vochtrijke bijproducten kunnen worden ingedeeld op basis van hun nutriënten: koolhydraatrijk, eiwitrijk en vetrijk. De koolhydraat-

rijke bijproducten, waartoe vloeibare tarwezetmeel, wei en aardappelstoomschillen behoren, vormen circa tweederde deel van de totale markt van vochtrijke bijproducten.

Hoewel het aantal verterings- en dierproeven met vochtrijke bijproducten in zijn algemeenheid beperkt is, zijn de producten tarwezetmeel en aardappelstoomschillen relatief frequent onderwerp van studie geweest. Verterings- en dierproeven met deze bijproducten tonen aan dat ze door het varken goed benutbaar zijn en geschikt zijn voor opname in het rantsoen. De koolhydraatrijke bijproducten hebben enkele specifieke opslagcondities en kenmerken. Ze worden warm geleverd (20 tot 50°C), worden opgeslagen in grote tanks gedurende enkele dagen tot weken en worden regelmatig geroerd. Bovendien zijn ze vloeibaar (laag drogestofgehalte), bevatten ze een hoog gehalte aan afbreekbare koolhydraten, hebben ze een lage zuurtegraad en bevatten ze melkzuurbacteriën, organische zuren en/of melkzuur. Op basis hiervan lijkt de suggestie dat de opslagtanks van vochtrijke bijproducten als een soort fermentatievat kunnen functioneren gerechtvaardigd. In principe kunnen er twee soorten fermentatie optreden; de 'gewenste' en de 'ongewenste'. Bij de 'gewenste' fermentatie kunnen koolhydraten door melkzuurbacteriën omgezet worden in melkzuur, azijnzuur, andere organische zuren en alcohol. Bovendien zal er een vermenigvuldiging van melkzuurbacteriën plaatsvinden. Bij de 'ongewenste' fermentatie worden koolhydraten door met name gisten omgezet in alcohol en CO₂, wat onder andere leidt tot verlies van voederwaarde en verminderde smakelijkheid van het voer. Behalve dat koolhydraatrijke bijproducten fermenteren in de opslagtanks, komen er steeds meer aanwijzingen dat brijvoerders, bestaande uit standaard mengvoer en water, ook kunnen fermenteren. Dit brijvoer moet dan wel lang genoeg worden opgeslagen om het fermentatieproces te laten plaatsvinden. Als gefermenteerde vloeibare voeders een duidelijk plus ten aanzien van technische resultaten en gezondheid bewerkstelligen, dan lijkt een bredere toepasbaarheid

van gefermenteerde vloeibare voeders mogelijk. Echter, het sturen en controleren van het fermentatieproces behoeft nog veel aandacht. Ook het ophelderen van de werkingsmechanismen van gefermenteerd brijvoer en het inzichtelijk maken van de factoren die het fermentatieproces beïnvloeden

zijn onderzoeksgebieden die de komende jaren aandacht dienen te krijgen. Het fermenteren van vloeibare varkensvoerders staat nu nog in de kinderschoenen, maar intensieve onderzoeks aandacht vanuit Denemarken, Engeland en Nederland geeft aan dat dit verandert.



Meetopstelling fermentatievaten Praktijkonderzoek Varkenshouderij

SUMMARY

There is a rapidly increasing demand for independent information on liquid by-products. However, there are few scientific papers on studies in which pigs are fed diets with liquid by-products. Several trials at the Research Institute for Pig Husbandry in Rosmalen, the Netherlands, show increasing performance, increasing health status and lower feeding costs when pigs are fed a diet including liquid by-products, such as liquid wheat starch, whey and smashed potato steam peel. The exact mechanism by which liquid by-products cause these changes is still unclear.

This literature study describes several aspects regarding the use of liquid by-products, such as:

- a general description of commonly used liquid by-products and their production processes

- the use of liquid by-products by pig farmers

- results of trials with liquid feed, with or without liquid by-products

- a short explanation of fermentation processes

- a description of several specific properties of carbohydrate rich liquid by-products and their possible influence on the performance and health of pigs.

The general description of liquid by-products shows the wide range of different liquid by-products from several industries that may be used in pig feed. The successful use of liquid by-products in pig husbandry is dependant of many aspects, such as the correct calculation of the feeding value, the hygiene of storage and feeding systems, representative sampling of the by-products, the value of analyses and management by the pig farmer.

Liquid by-products can be divided into groups on the basis of their nutritional com-

ponents: carbohydrate rich, protein rich and fat rich by-products. About 60% of the Dutch by-product market has been captured by three carbohydrate rich by-products: liquid wheat starch, whey and smashed potato steam peel.

The number of feeding and digestibility trials carried out with liquid by-products is low.

Only liquid wheat starch and smashed potato steam peel are sometimes used in this kind of trial. These trials show that liquid wheat starch and potato steam peel are very suitable for use in pig diets.

Carbohydrate rich by-products have some specific properties needed for storage. They are delivered warm, stored for several days to several weeks and fed regularly.

Moreover they have a low dry matter content, contain high levels of easily degradable carbohydrates, have a low pH and contain lactic acid bacteria and organic acids.

These properties make the storage tanks act like fermentation tanks, in which carbohydrates are fermented by lactic acid bacteria into lactic acid, volatile fatty acids and ethanol. Many studies show a possible positive effect of organic acids and probiotics in pig feed on pig performance. The exact action path of these components is still not clear and is dependent on many external factors. Common liquid diets, composed of compound feed and water, also ferment spontaneously if stored long enough. If these fermented liquid diets also have positive effects on the performance and health of pigs, then a wider use of these fermented liquid diets may be possible. The control, mechanism and use of the fermentation processes still need more research.

Researchers in Denmark, United Kingdom and the Netherlands are carrying out studies on many of the specific aspects of liquid feed and liquid feeding systems.

1 INLEIDING

Het Nederlandse varken is het afgelopen decennium uitgegroeid tot een recycler van formaat. In totaliteit verwerken de Nederlandse varkens op jaarbasis circa 6 miljoen ton bijproducten (Anonymus, 1995), waarvan circa 2,3 miljoen ton (OPNV, 1997) tot de vochtrijke bijproducten behoort.

Tarwezetmeel, wei en aardappelstoomschillen vertegenwoordigen circa tweederde deel van het totaal aan bijproducten en zijn daarmee de belangrijkste vochtrijke bijproducten (OPNV, 1997). De laatste jaren is de afzet van vochtrijke bijproducten afkomstig van de levensmiddelen- en genotsmiddelenindustrie sterk toegenomen. In 1993 is circa 1,5 miljoen ton vochtrijke bijproducten aan varkens gevoerd. In 1996 was dit gestegen tot ruim 2,3 miljoen ton (OPNV, 1997). De belangrijkste reden voor het gebruik van bijproducten is de verlaging van de voerkosten (Van Brakel et al., 1996).

Van het totale aantal van 21 miljoen jaarlijks afgeleverde vleesvarkens in Nederland hebben naar schatting 3 miljoen vleesvarkens een brijvoerrantsoen bestaande uit één of meerdere vochtrijke bijproducten gehad. Het aantal zeugen dat brijvoer met bijproducten krijgt is beduidend minder: naar schatting 5% van alle zeugen. Maar dit aantal neemt wel toe. De verwachting is dat de combinatie van schaalvergroting in de varkenshouderij, noodzaak tot kostenreductie en een toenemend aanbod van allerlei bijproducten het aantal varkens dat brijvoer krijgt verder zal doen toenemen.

Scholten en Backus (1995) berekenden dat de vochtrijke bijproducten die in de Nederlandse varkenshouderij worden gevoerd circa 3 miljoen kilogram fosfaat en 8 miljoen kilogram stikstof bevatten. De totale stikstof- en fosfaatsuitscheiding door de Nederlandse varkenshouderij bedroeg in 1995 respectievelijk 150 miljoen kg en 60 miljoen kg (Van Eerd, 1996). Dat betekent dat ongeveer 5% van de totale stikstof- en fosfaatuitstoot door varkens afkomstig is van vochtrijke bijproducten die door het varken worden hergebruikt en dientengevolge niet worden gestort op vuilnisbelten of verbrand in afvalovens. Door het toenemende gebruik van vochtrijke

bijproducten en een reductie van de totale uitstoot van stikstof en fosfaat, zal in de toekomst dit percentage van 5% verder toenemen

De vraag naar en het belang van (onafhankelijke) informatie over vochtrijke bijproducten neemt toe. In de literatuur is in beperkte mate informatie voorhanden over het voeren van vochtrijke bijproducten aan varkens. Literatuur in de vorm van wetenschappelijke artikelen betreft veelal verteringsproeven waarin met een gering aantal individueel gehuisveste vleesvarkens in een beperkt gewichtstraject één vochtrijk bijproduct wordt gevoerd. Het aantal gepubliceerde proeven met meerdere vochtrijke bijproducten in een rantsoen voor vleesvarkens, zeugen of gespeende biggen is nihil. Dit was in 1995 aanleiding om als Praktijkonderzoek Varkenshouderij een onderzoeksprogramma op te zetten naar het voeren van vochtrijke bijproducten. De resultaten van de eerste serie proeven laten zien dat met rantsoenen met de koolhydraatrijke bijproducten tarwezetmeel, wei en gemalen aardappelstoomschillen betere technische resultaten (Scholten et al., 1997a; Van de Loo en Scholten, 1997), een betere gezondheid (Van de Loo en Scholten, 1997) en lagere voerkosten (Scholten et al., 1997a; Van de Loo en Scholten, 1997) haalbaar zijn dan met rantsoenen zonder deze vochtrijke bijproducten. In het kader van het onderzoek naar het voeren van vochtrijke bijproducten is ook deze literatuurstudie uitgevoerd. Deze literatuurstudie heeft als doel:

- 1 een algemene beschrijving te geven van de huidige markt van veel gebruikte vochtrijke bijproducten en alle bijkomende praktische aspecten;
- 2 een samenvatting te geven van nationale en internationale literatuur ten aanzien van het voeren van vochtrijke bijproducten aan varkens;
- 3 een beschrijving te geven van specifieke kenmerken van vocht- en koolhydraatrijke bijproducten en brijvoerders in relatie tot de mogelijke invloed op de dierprestaties en diergezondheid.

In hoofdstuk 2 wordt een algemene beschrijving van vochtrijke bijproducten en het productieproces gegeven, waarna in hoofdstuk 3 het gebruik van vochtrijke bijproducten nader uiteengezet wordt met onder andere aandacht voor analyses, rantsoenoptimalisaties en opslag van bijproducten. Hoofdstuk 4 behandelt verteringsproeven en dierproeven uitgevoerd met de koolhydraatrijke bijproducten tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei. Ook worden in hoofdstuk 4 proe-

ven met brijvoer zonder bijproducten besproken. Een korte uitleg over het fermentatieproces wordt gegeven in hoofdstuk 5. Aansluitend worden in hoofdstuk 6 enkele specifieke kenmerken van koolhydraatrijke bijproducten besproken, die mogelijk in relatie staan tot de geconstateerde betere technische resultaten en betere gezondheid van varkens die met deze bijproducten gevoerd worden. Tenslotte worden in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN VOCHTRIJKE BIJPRODUCTEN

In dit hoofdstuk is veel gebruik gemaakt van 'praktische' kennis beschreven in vakbladen en kennis die aanwezig is binnen het Praktijkonderzoek Varkenshouderij. Ook zijn enkele wetenschappelijke publicaties opgenomen

2.1 Definitie van brijvoer en bijproducten

Brijvoer is in dit rapport gedefinieerd als: "een totaal rantsoen dat in vochtrijke vorm aan varkens wordt gevoerd en bestaat uit óf mengvoer met water óf de combinatie van één of meerdere vochtrijke bijproducten, aanvullend mengvoer en eventueel water". In de praktijk kunnen daarbij ook droge grondstoffen/bijproducten worden gevoerd, maar daar wordt in dit verslag niet bij stilgestaan.

Bijproducten worden gedefinieerd als: "organische producten vanuit de humane levensmiddelen- en genotsmiddelenindustrie die niet voldoen aan de kwaliteitsnormen en/of wensen van de humane consument, maar wel in het varkensrantsoen te gebruiken zijn, onder de restrictie dat ze voldoen aan de wettelijke bepalingen voor het gebruik in varkensvoerders en nutritionele waarde voor het varken hebben". In z'n algemeenheid komen de meeste bijproducten vrij bij en/of ten gevolge van:

- productie van het hoofdproduct (bijvoorbeeld tarwezetmeel bij de glucoseproductie; wei bij de kaasproductie)
- productiestoringen en/of kwaliteitseisen (bijvoorbeeld koekjes met breuk; chips met een afwijkende kleur of de overgang van de ene naar de andere chipsoort)
- verlopen van de houdbaarheid en/of versheid (bijvoorbeeld dagvers brood; melkproducten).

2.2 Indeling van bijproducten

Het indelen van bijproducten geschiedt met name op basis van de herkomst, de hoedanigheid of de aanwezige nutriënten. Het indelen van bijproducten op basis van herkomst is mogelijk via de indeling zoals die in de Good Manufacturing Practice (GMP)-

regeling voor bijproducten is beschreven of via de indeling zoals die in de Voedings- en Genotsmiddelenindustrie wordt gehanteerd. De GMP-regeling hanteert drie hoofdgroepen: producten van plantaardige oorsprong, producten van dierlijke oorsprong en diverse producten. De indeling volgens de Voedings- en Genotsmiddelenindustrie is gericht op het bedrijfstype, zoals margarine-industrie, suikerindustrie, zuivelindustrie et cetera. Op basis van de hoedanigheid van het product kunnen drie groepen van bijproducten onderscheiden worden, namelijk droge bijproducten (bijvoorbeeld koekjesmix, beschuit), vochtrijke bijproducten (bijvoorbeeld tarwezetmeel, wei) en stapelbare bijproducten (bijvoorbeeld bierbostel, aardappelkroketten). Deze indeling is voornamelijk gericht op de wijze van opslag en de wijze van voeding van het product. Droge producten worden opgeslagen in voersilo's, vochtrijke producten in tanks of bunkers en stapelbare producten in sleufsilo's. Verder worden vochtrijke bijproducten meestal rechtstreeks aan de varkenshouderij geleverd en aldaar in het rantsoen gemengd, terwijl droge bijproducten veelal door de mengvoederindustrie in het mengvoer worden geperst.

Vanuit veevoedkundig oogpunt is er een voorkeur voor de indeling van bijproducten op basis van de aanwezige nutriënten. Deze indeling wordt hieronder verder toegelicht. Hoewel het onderscheid niet altijd even duidelijk is worden de vochtrijke bijproducten ingedeeld in koolhydraatrijke, vetrijke en eiwitrijke bijproducten.

2.2.1 Koolhydraatrijke bijproducten

Koolhydraten zijn onder te verdelen in zetmeel, suikers en niet-zetmeel-koolhydraten (Bakker, 1996). Deze laatste categorie wordt ook wel met NSP's aangeduid' waartoe ook de ruwe-celstofreactie behoort. Koolhydraten beslaan een groot deel van een rantsoen en zijn kwantitatief de belangrijkste energievoorzieners voor het varken. Over het algemeen heeft het merendeel van de vochtrijke bijproducten een hoog gehalte aan koolhydraten. Tarwezetmeel, aardappelstoomschil-

len en wei behoren tot deze categorie. In tabel 1 wordt de chemische samenstelling van de meest gebruikte koolhydraatrijke bijproducten weergegeven.

Over het algemeen is het zetmeelgehalte van rantsoenen voor varkens niet aan een maximum gebonden, maar worden minimumgehalten gehanteerd. Verteerbaar zetmeel heeft een netto energie-inhoud van 13,5 MJ, oftewel een energiewaarde (EW) van 1,53 (CVB, 1997a).

Het (ruw) suikergehalte dient niet te hoog te zijn, vooral omdat vanuit de praktijk een relatie tussen suikergehalte en ‘plakkerige’ mest wordt gesuggereerd. Of de plakkerige mest het gevolg is van voervermorsing en/of een onvolledige vertering is niet bekend. Enkele voorbeelden van vochtrijke bijproducten met een hoog suikergehalte zijn: jam, frisdranken en vruchtensap.

Door de wettelijke ruwvoereis bij dragende zeugen is het ruwe-celstofgehalte met name bij die categorie dieren actueel. Echter, ook in de rantsoenen voor vleesvarkens is voldoende structuur van belang, zeker omdat de meeste bijproducten weinig structuur c.q. ruwe celstof bevatten. Structuurrijke droogvoerrantsoenen geven over het algemeen minder diarree en/of minder maagaandoeningen bij vleesvarkens (Nielsen, 1994;

Scholten et al., 1996; Scholten en Plagge, 1997; Van der Peet-Schwering et al., 1997). Voorbeelden van bijproducten met een hoog gehalte aan ruwe celstof danwel NSP zijn: bierbostel, perspulp en CCM met spil. Afhankelijk van hun prijs en praktische verwerkbaarheid (verpompbaarheid, opslag et cetera) zijn ze al dan niet geschikt voor opname in brijvoerrantsoenen.

2.2.2 Eiwitrijke bijproducten

Vochtrijke bijproducten met een hoog ruweiwitgehalte zijn relatief schaars. Enkele voorbeelden zijn: biergist, bakkersgist, myceliumspoeling, gelatine-concentraat en tarwegistconcentraat. In tabel 2 wordt de chemische samenstelling van enkele eiwitrijke bijproducten weergegeven.

Verteerbaar ruw eiwit heeft een netto energie-inhoud van 10,8 MJ (CVB, 1997a), wat omgerekend overeenkomt met een EW van circa 1,23. De, via het eiwit in het rantsoen opgenomen, darmverteerbare aminozuren zijn zeer belangrijk voor de productie van vlees, biggen en melk. Daarom moet kritisch gekeken worden naar de darmverteerbare aminozurengehalten in bijproducten en het aanvullende mengvoer. Naast de absolute gehalten aan darmverteerbare aminozuren zijn ook de verhoudingen tussen de amino-

Tabel 1: Chemische samenstelling (g/kg ds) van veel gebruikte vochtrijke koolhydraatrijke bijproducten

	EW	Droge stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Zetmeel totaal	Suikers totaal
Bondatar ¹	1,39	242	116	29	23	458	165
Tarwezetmeel - Nederland ²	1,37	251	114	28	15	512	148
- Duitsland ²	1,35	229	102	32	22	544	37
- Frankrijk*	1,16	281	164	26	21	301	18
Aardappelstoomschillen ²	1,21	144	134	12	59	493	29
Duynie-Suva Avi ko ³	1,21	140	135	9	50	530	10
Kaaswei ² (RE 175-275)	1,05	46	210	15	0	0	4065
Voerwei ⁴	1,27	71	155	25	0	0	6105

Bondatar: info afkomstig uit product-informatie Bonda, april 1998
Info afkomstig uit CVB-veevoedertabel 1997 (CVB, 1997a)
Duynie-Suva Aviko: info afkomstig uit product-informatie Duynie, april 1998
Voerwei Borculo Whey Products: info uit product-informatie BWP, januari 1998
Suikers bestaan hoofdzakelijk uit lactose

zuren van belang. Voor algemene informatie over aminozuren wordt verwezen naar het CVB-documentatierapport "Aminozurenbehoefte van biggen en vleesvarkens" (CVB, 1996). Met betrekking tot gegevens over de darmverteerbare aminozuren en eiwit in de vochtrijke bijproducten aardappelstoomschillen, tarwezetmeel, myceliumspoeling, bakkersgist en persulp wordt verwezen naar een artikel van Smits en Jongbloed (1997).

2.2.3 Vetrijke bijproducten

Bijproducten met een hoog ruw-vetgehalte zijn afkomstig van industrieën die dierlijke en/of plantaardige vetten verwerken, zoals producten die vrijkomen bij de bereiding van margarine, frituurolie en dipsauzen.

Daarnaast zijn er enkele vochtrijke bijproducten die behalve een hoog ruw-vetgehalte ook een hoog ruw-eiwitgehalte hebben, zoals heprovetten, visproducten en ei-producten. In tabel 3 wordt de chemische samenstelling van enkele vetrijke bijproducten weergegeven.

Vet is een geconcentreerde energieleverancier; verteerbaar ruw vet heeft een netto energie-inhoud van 36,1 MJ, oftewel een EW van 4,10 (CVB, 1997a). Verhoging van het (ruw) vetgehalte in rantsoenen heeft daarmee een duidelijk effect op de EW van het rantsoen. Het opnemen van vetrijke bijproducten in het rantsoen is afhankelijk van de diercategorie, en daarmee samenhangend van de EW van het rantsoen. Daarnaast is het belangrijk de kwaliteit van het vet in bijproducten te kennen. De samenstelling van het vet in het voer heeft immers een grote invloed op de kwaliteit van het vet in het varken. Dat is direct of indirect van invloed op de hardheid van het spek en op de malsheid, de voedingswaarde en, door de oxydatiegevoeligheid van onverzadigde vetzuren, op de kleur, smaak en geur van het vlees (Van der Aar et al., 1997). Onderzoek naar de invloed van (vetrijke) bijproducten op de vleeskwaliteit is niet of nauwelijks uitgevoerd. Gezien de toenemende druk vanuit de consument om kwaliteitsproducten te leveren, dient hier meer aandacht voor te komen (Van der Aar et al., 1997).

Tabel 2: Chemische samenstelling (g/kg ds) van enkele vochtrijke eiwitrijke bijproducten

	EW	Droge stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Zetmeel totaal	Suikers totaal
Biergist ¹	1,88	114	499	10	13	142	0
Myceliumspoeling ¹	0,95	106	526	37	29	32	19
Tarwegistconcentraat ²	1,08	260	342	54	41	25	107

¹ Info afkomstig uit CVB-veevoedertabel 1997 (CVB, 1997a)

² Tarwegistconcentraat: info uit productmatrix Profarm, 29 april 1998

Tabel 3: Chemische samenstelling (g/kg ds) van enkele vochtrijke vetrijke bijproducten

	EW	Droge stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Zetmeel totaal	Suikers totaal
Veteiwit ¹	1,91	110	310	400	30	0	0
Hedivis ²	1,91	270	350	410	0	0	0
Heprovit-683	2,71	220	190	680	0	0	0

¹ Product afkomstig van de firma Beuker, info 7 april 1998

² Product afkomstig van de firma Hedimix, info 15 oktober 1997

³ Product afkomstig van de firma Hedimix, info 13 oktober 1997

2.3 Productieproces van veel gebruikte vochtrijke bijproducten

Deze paragraaf geeft een globale omschrijving van het productieproces van enkele veel gebruikte vochtrijke bijproducten. De vermelde houdbaarheid en vervangingspercentages zijn afkomstig uit diverse productomschrijvingen van de leveranciers van bijproducten. Zowel de houdbaarheid als het vervangingspercentage zijn indicatief en sterk afhankelijk van het 'merk' bijproduct, de bewaaromstandigheden op het individuele varkensbedrijf, de diercategorie (big, vleesvarken, dragende zeug, lacterende zeug) waaraan het gevoerd wordt en de combinatie met andere bijproducten,

2.3.1 Vloeibare tarwezetmeel

De naam tarwezetmeel is in de praktijk gangbaar, maar in feite is de naam niet geheel correct. De echte tarwezetmeel wordt gebruikt voor de winning van glucose; de tarwezetmeel zoals die aan varkens wordt gevoerd is een bijproduct dat bij dat proces vrijkomt. De naam 'tarwemix' zou wellicht beter zijn.

Het bijproduct tarwezetmeel ontstaat tijdens de winning van eiwit en zetmeel uit tarwekorrels. De tarwe wordt gemalen, waarbij naast bloem ook tarwegries vrijkomt. De bloem wordt met water gemengd, waaruit de gluten worden afgescheiden. De gluten worden met water uitgewassen, in dit waswater komt relatief veel eiwit en een deel van het zetmeel terecht. Door middel van centrifuge wordt uit de deegachtige massa, die ontstaan is uit het vermengen van bloem met water, het zetmeel gewonnen. De grotere zetmeelkorrels scheiden zich het gemakkelijkste af en vormen de meest zuivere A-fractie: het tarwezetmeel. Bij raffinage van dit tarwezetmeel worden fijne vezels en pentosanen afgescheiden. Een volgende, minder zuivere fractie (B-fractie) die wordt afgescheiden, bevat de kleinere zetmeelkorrels. Daarnaast blijft het raffinagewater, restzetmeel en fijne vezels als pectines en pentosanen achter. Door verschillen in het productieproces tussen fabrieken onderling en binnen een zelfde fabriek op verschillende tijdstippen kunnen er verschillen ontstaan in de voederwaarde van de bijproducten.

Het uit bovenstaand productieproces ontstane bijproduct, tarwezetmeel, bevat nog enig eiwit, zetmeel en suiker. De lage pH van het product (3,0 tot 4,5) vereist een zuurbestendige opslag. Bij het meeste tarwezetmeel wordt deze lage pH deels veroorzaakt door natuurlijk fermentatie en deels door toevoeging van een mengsel van organische en/of anorganische zuren op de fabriek. Het product heeft bij hygiënische bewaaromstandigheden een minimale houdbaarheid van circa vier weken en kan, afhankelijk van het soort tarwezetmeel, op drogestofbasis maximaal 25 tot 40% van het rantsoen voor vleesvarkens en zeugen uitmaken. Voor gespeende biggen is de maximale opname van tarwezetmeel in het rantsoen circa 25%. De laatste jaren is de afzet van tarwezetmeel gegroeid, deels door meer productie in Nederland en deels door import uit Duitsland, Frankrijk en België. In Nederland is de grootste productstroom afkomstig van Cargill uit Bergen op Zoom. Deze stroom wordt onder de naam Bondatar door de firma Bonda op de markt gebracht. Andere tarweverwerkende industrieën waar stromen tarwezetmeel vandaan komen zijn bijvoorbeeld Amylum, Roquette en Latenstein. Andere producten uit de tarweverwerkende industrie zijn tarweindampconcentraat en tarwemelk.

2.3.2 Aardappelstoomschillen

Aardappelstoomschillen ontstaan bij de verwerking van aardappelen tot frites en andere aardappelproducten. Bij binnenkomst op de fabriek worden de aardappels gewassen en gestoomd, waardoor de zetmeelkorrels in de aardappel opzwellen en de schil loslaat. Afhankelijk van het seizoen worden de aardappels verder gestoomd, waardoor het zetmeel aan de buitenkant ontsluit. Dit ontsluitingsproces bevordert de verteerbaarheid van het zetmeel en vernietigt de aanwezige anti-nutritionele factoren. In de volgende fase van het productieproces borstelt een speciale machine de schillen en een deel van de zetmeelrijke buitenste laag van de knollen. Aan het einde van het proces worden de schillen vermalen en opgeslagen in tanks. Tijdens de opslag verzuurt het product spontaan, door aanwezigheid van melkzuurbacteriën, tot een pH van 3,5 à 4,0; dit maakt het product minimaal enkele

maanden houdbaar. Het drogestofgehalte van het product bedraagt gemiddeld circa 14 -15%. De kwaliteit is sterk afhankelijk van het productiedoel van het hoofdproduct. Bovendien is er verschil tussen fabrieken in Nederland en in het buitenland. Zo hanteert men in Duitsland bijvoorbeeld een andere schildikte. Ook het seizoen en het aanbod van aardappelen is van invloed op de schildikte, en daarmee op de kwaliteit van de aardappelstoomschillen.

Aardappelstoomschillen kunnen, afhankelijk van de kwaliteit en diercategorie, op rantsoenbasis maximaal 75% tot 20% van de droge stof vervangen. Bij jonge biggen wordt geadviseerd geen aardappelstoomschillen in het rantsoen op te nemen.

Door de steeds groter wordende vraag van consumenten naar kant-en-klaarproducten zal het aanbod aan bijproducten vanuit de aardappelverwerkende industrie waarschijnlijk toenemen. Met name de laatste vijf jaar is het tonnage verwerkte aardappelen in Nederland sterk toegenomen. De belangrijkste aardappelverwerkende industrieën zijn McCain, Farm Frites, Aviko en Lamb-Weston/Meyer. Andere producten uit de aardappelverwerkende industrie zijn ontsloten aardappelzetmeel, voorgebakken snippers, chips en aardappelkroketten.

2.3.3 Wei

Bij de productie van kaas of caseïne uit melk blijft een vloeistof achter die men wei noemt. Melkeiwit bestaat uit wei-eiwit (25%) en caseïne (75%). Alleen het wei-eiwit bevat albuminen en globulinen. De globulinefractie bevat immunoglobulinen, lactoferrine en lactoperoxidase (info Borculo Whey Products). Het bijproduct wei is in vele varianten op de markt verkrijgbaar, bijvoorbeeld kaaswei (zoet en zuur), caseïnewei en permeaat. Kaaswei ontstaat bij de bereiding van kaas. Bij de productie van de harde kaassoorten (Goudse, Edammer) ontstaat zoete wei en bij de productie van zachte kaassoorten ontstaat zure wei. Bij de bereiding van harde kaassoorten wordt gebruik gemaakt van kaasstremsel. Het productieproces vindt plaats bij een constante pH van 6 tot 6,5. Deze zoete kaaswei wordt in Nederland voornamelijk door Borculo Whey Products verwerkt. Zij verwerken 3,3 miljard liter zoete

kaaswei op jaarbasis (info Borculo Whey Products). Zij zijn tevens een belangrijke leverancier van voerwei naar de varkenshouderij.

Zure kaaswei komt slechts in beperkte hoeveelheden beschikbaar. Bij de productie van zachte kaassoorten wordt gebruik gemaakt van lactobacilli om de pH naar circa 4,0 te verlagen.

Caseïnewei is afkomstig van de industriële caseïneproductie. Door de toevoeging van zwavelzuur of zoutzuur tot een pH van 4,0 vlokt de caseïne uit. Het bijproduct van dit productieproces is caseïnewei. Deze stroom wei heeft een beperkte omvang.

Permeaat is een restproduct dat ontstaat bij de productie van wei-eiwitconcentraat. Dit wordt geproduceerd uit wei met behulp van ultrafiltratie en membranen. De waardevolle albumine- en globulinefractie blijven in het wei-eiwitconcentraat aanwezig, terwijl het permeaat dat door de membranen gaat alleen maar mineralen, niet-stikstofeiwit (NPN) en lactose bevat. De eiwitkwaliteit is derhalve minder dan bij andere weisoorten. Wei was één van de eerste vochtrijke bijproducten die aan varkens werden gevoerd. Doordat wei steeds vaker wordt verwerkt tot hoogwaardige producten komt er minder wei, met bovendien een lagere voedingswaarde, als veevoer ter beschikking.

Sommige weikwaliteiten bevatten relatief hoge gehalten aan mineralen (chloor, natrium), waardoor de kans op zoutvergiftiging een punt van aandacht is. De voerwei afkomstig van Borculo Whey Products onderscheidt zich door een hoog drogestofpercentage (circa 6,5 tot 7%) van andere weisoorten (2 tot 5%).

In z'n algemeenheid kan, mede afhankelijk van de kwaliteit wei en de diercategorie, op drogestofbasis maximaal 10 à 15 procent wei in het rantsoen worden opgenomen.

2.3.4 Bier, biergist en bierbostel

Biergist en bierbostel komen vrij bij de bereiding van bier uit voornamelijk gerst en andere granen. Het graan laat men kiemen, waarbij een gedeelte van het zetmeel in moutsuiker wordt omgezet. Daarna worden de korrels en de kiemen gedroogd. De moutkiemen worden van de korrel gescheiden. Met behulp van water en de in mout aanwezige

enzymen wordt het nog resterende zetmeel omgezet in suiker. De gevormde suikers en andere oplosbare delen worden met de zogenaamde 'wort' afgescheiden, die daarna met hop wordt gekookt. Na filtratie wordt gist aan de 'wort' toegevoegd. Na afscheiding van de 'wort' blijft natte bierbostel over (Bijproductenbundel FNM-sectie VVM, 1994). Bierbostel heeft een hoog ruwe-celstofgehalte en is geschikt voor opname in de rantsoenen van guste en dragende zeugen en vleesvarkens. Bierbostel kan in biggen- en vleesvarkensrantsoenen maximaal 4 tot 10% van de droge stof vervangen; in lacto-zeugenrantsoenen maximaal 10% en in dragende-zeugenrantsoenen maximaal 20%. Bierbostel kan goed ingekuild worden, waarbij een voersnelheid van minimaal 1 meter per week vereist is.

De biergist wordt opgeslagen bij een temperatuur van 5°C, waarbij de gistcellen niet actief zijn. Als de biergist aan de varkenshouder wordt geleverd, stijgt de temperatuur en worden de gistcellen actief. Om de gistcellen zoveel mogelijk af te doden kan biergist worden aangezuurd (Bijproductenbundel FNM-sectie VVM, 1994). De houdbaarheid is circa vier weken. Deze is mede afhankelijk van het al dan niet aanzuren van het product. Biergist heeft een drogestofgehalte van circa 11-12%, met daarnaast ook nog 3 tot 6% alcohol. Biergist is eiwitrijk en bevat een hoog gehalte aan vitamine B. Biergist is geschikt voor vleesvarkens en zeugen en kan maximaal 5 tot 12% van de droge stof vervangen.

Bier komt vrij als reststroom van de bierproductie. Dit product komt vrij voor veevoeding wanneer het niet voldoet aan de hoge kwaliteitseisen voor humane consumptie. De energie komt voornamelijk uit alcohol.

2.3.5 Tatwegistconcentraat

Tarwegistconcentraat is een nieuw product (begin 1998) dat vrijkomt bij de winning van alcohol uit een deelstroom van een vloeibare tarwezetmeel. Het vochtrijke bijproduct is afkomstig van Nedalco (Nederlandse Alcohol Industrie) uit Bergen op Zoom. De tarwezetmeel wordt gefermenteerd door gisten, die het in tarwezetmeel aanwezige suiker en zetmeel als energiebron gebruiken. Na de fermentatiestap volgt de distillatie, waarbij

de alcohol uit de waterige substantie wordt gewonnen. Het product dat overblijft heet tarwe-eiwit. Dit product wordt aangevuld met de reeds bestaande giststromen uit de Nedalco-fabriek. Het eindproduct wordt als tarwegistconcentraat naar de varkenshouderij afgezet. Het product heeft een drogestofgehalte van circa 26% en een redelijk hoog eiwitgehalte (circa 34%, tabel 2). Een maximale opname van 7 tot 12% in het rantsoen lijkt mogelijk.

2.3.6 Myceliumspoeling

Myceliumspoeling is afkomstig van de productie van penicilline. Gist Brocades Nederland maakt penicilline met behulp van de schimmel *Penicillium chrysogenum* in een gesteriliseerde omgeving met water, suikers en zouten. Nadat het fermentatieproces voltooid is, wordt de mycelium gescheiden van de penicilline-oplossing met behulp van filtratie. De mycelium wordt grondig uitgewassen om alle penicilline te verwijderen. De uitgewassen mycelium wordt direct verhit tot 80°C en met zoutzuur aangezuurd tot een pH van 3,5 tot 4,0. De verhitting inactieveert de penicilline-activiteit en alle levende schimmelcellen en gisten (Smits et al., 1996b). Het product wordt warm geleverd naar de varkenshouderij (70 - 75°C). De opslag is bij voorkeur in hittebestendige en geïsoleerde tanks. Mits de temperatuur boven 50°C blijft is het product circa tien dagen houdbaar. Myceliumspoeling is een eiwitrijk bijproduct (ruim 50%). De myceliumspoeling van Gist Brocades wordt onder de naam Vevocel op de markt gebracht. Van het product Vevocel zijn vijftien partijen op de verteerbaarheid onderzocht (Smits et al., 1996b). Vevocel is geschikt voor vleesvarkens en zeugen en kan maximaal 6 tot 12,5% van de droge stof vervangen. Door de korte houdbaarheid en het geringe aandeel in het rantsoen is dit product alleen voor grotere varkensbedrijven geschikt. Er is ook een Duitse variant van myceliumspoeling (Hoechst). Dit product wijkt af van de Vevocel doordat het met behulp van fermenteerbare koolhydraten en melkzuurbacteriën wordt geconserveerd. Dit product wordt niet verhit en de kans op gisting blijft derhalve aanwezig. Het eiwit- en aminozuregehalte is lager dan in Vevocel.

2.3.7 Gelatine-concentraat

Gelatine-concentraat komt vrij bij de winning van gelatine uit botten. De botten worden eerst vermalen, waarna met behulp van heet water het vet uit dit maaisel wordt gewonnen. Het product dat achterblijft is eiwitrijk en wordt als Gelko-concentraat op de markt gebracht. Ter verbetering van de houdbaarheid wordt het product warm geleverd (75°C) en aangezuurd tot een pH van circa 4. In de praktijk wordt een houdbaarheid van tien dagen aangegeven, mits de temperatuur van het product hoger is dan 50°C (bijproductenbundel Nijsen/Granico). Voor dit product is een hittebestendige tank nodig. Afhankelijk van de voersnelheid is het raadzaam een geïsoleerde tank te hebben. Gelko is geschikt voor vervoeding aan vleesvarkens en zeugen en kan maximaal 5 tot 7,5% van de droge stof vervangen. Door de korte houdbaarheid en het geringe aandeel in het rantsoen is dit product alleen voor grotere varkensbedrijven geschikt.

2.3.8 Perspulp

Bij de winning van suiker uit suikerbieten komt onder andere natte pulp vrij met een drogestofgehalte van circa 10%. Deze pulp wordt geperst tot een drogestofgehalte van circa 22% droge stof, de zogenaamde perspulp. In het verleden werd het merendeel van de pulp kunstmatig gedroogd tot 90% droge stof. Te verwachten is dat in de toekomst, vanwege energiebesparing, in plaats van gedroogde pulp in toenemende mate perspulp met een drogestofgehalte van 22 tot 28% zal worden geproduceerd (Haaksma, 1994). De huidige afzet van perspulp in de veehouderij, totaal circa 700.000 ton, zal naar verwachting worden verdubbeld. Een deel van deze extra afzet zal in de varkenshouderij plaatsvinden.

Recent is de energiewaarde van perspulp verhoogd van 0,98 naar 1,17 (CVB, 1997a,b). Perspulp is een eiwitarm maar koolhydraatrijk bijproduct, voornamelijk bestaande uit niet-zetmeel koolhydraten (NSP's). De NSP-fractie maakt perspulp geschikt als ruwvoer voor dragende zeugen. Ook voor vleesvarkens kan het opnemen van structuur in het rantsoen een meerwaarde hebben. Het Praktijkonderzoek Varkenshouderij voert onderzoek uit naar de toevoe-

ging van perspulp aan zowel droogvoer als brijvoer.

Perspulp is een product dat ingekuild kan worden en in de kuil verzuurt tot een pH van circa 4. Mits een voersnelheid van minimaal 1 meter per week wordt gerealiseerd, is het product lang houdbaar.

Perspulp is een volumineus product waarbij het maximale vervangingspercentage sterk afhankelijk is van de verpompbaarheid van het uiteindelijke brijvoerrantsoen.

Voedingstechnisch kan perspulp tot 15% à 25% in het rantsoen van vleesvarkens en zeugen worden opgenomen. Echter, over het algemeen wordt in brijvoerrantsoenen een vervanging van maximaal 10% geadviseerd. Naast 'traditionele' perspulp is er ook een variant op de markt waaraan enzymen zijn toegevoegd (Sunivar), met als doel de verpompbaarheid en opneembaarheid van perspulp in het brijvoerrantsoen te verbeteren c.q. te verhogen.

2.4 Kwaliteitsborging van vochtrijke bijproducten

De kwaliteit van vochtrijke bijproducten kan onderverdeeld worden in onder andere de nutritionele en microbiële kwaliteit. De nutritionele kwaliteit richt zich op de nutritionele inhoud van de bijproducten. Over het algemeen hebben vochtrijke bijproducten een grotere variatie in chemische samenstelling en daarmee in nutritionele inhoud dan mengvoeders en/of losse grondstoffen. De microbiële kwaliteit omvat het geheel aan microbiologische processen in een voedermiddel of bijproduct, veroorzaakt door aanwezige gisten, schimmels en bacteriën. Bij (de opslag van) vochtrijke bijproducten moet veel zorg besteed worden aan het voorkomen van ongewenste microbiële groei en omzettingen in het product, met als gevolg verlies van voederwaarde en negatieve effecten op de smakelijkheid.

In de huidige maatschappij zijn productkwaliteit en productveiligheid sleutelwoorden in allerlei productieprocessen, dus ook in de varkenshouderij. Dit heeft onder meer geresulteerd in Integraal Keten Beheer (IKB)- en Japan-waardig vlees. Varkensbedrijven die volgens deze programma's dieren afleveren zijn verplicht al hun voer, inclusief eventuele

vochtrijke bijproducten, af te nemen van GMP-erkende leveranciers (Good Manufacturing Practice). De eisen waaraan GMP-bedrijven moeten voldoen, zijn vastgelegd door het Productschap voor Veevoeder. Gegevens van het Productschap voor Veevoeder (1996) geven aan dat 95% van het mengvoer en 90% van de vochtrijke bijproducten door GMP-erkende bedrijven wordt geleverd. Om de kwaliteitsborging van met name nieuwere en kleinere productstromen beter te regelen en te controleren, zijn per januari 1997 de GMP-codes voor bijproducten aangescherpt.

Ten aanzien van de kwaliteit van vochtrijke bijproducten die in de dierlijke voeding gebruikt mogen worden, speelt ook de Nederlandse wetgeving een belangrijke rol. Elk bijproduct dient te voldoen aan de Nederlandse wetgeving voor diervoedermiddelen, zoals de Destructiewet (1996) van het Ministerie van VWS, de Swill-regelgeving (Veewet ca, Regeling verbod voedsel- en slachtafval, 1986) van het Ministerie van LNV en de Diervoederwetgeving (Gezondheids- en welzijnswet voor dieren, regeling keuring en handel dierlijke producten, artikel 11.1t/m 11.15, 1997) van het Ministerie van LNV.

2.5 Enkele randvoorwaarden aan het voeren van vochtrijke bijproducten

De aanschaf van een brijvoerinstallatie, die gewenst is voor de voeding van vochtrijke bijproducten, brengt investeringen met zich mee. Kleinere bedrijven kunnen deze investeringen en de extra arbeid niet of moeilijk terugverdienen. Bovendien is de voersnelheid op kleinere bedrijven niet toereikend om een vracht van 35 ton bijproduct op te voeren vóór de houdbaarheid verstreken is. Het voeren van bijproducten is daarom vooral geschikt voor de grotere bedrijven, waarbij als vuistregel een minimumaantal van circa 1.000 vleesvarkensplaatsen of 400 zeugenplaatsen wordt gehanteerd. Behalve de benodigde bedrijfsomvang dient ook de varkenshouder enkele eigenschappen te hebben om brijvoer tot een succes te maken. Flexibiliteit is een eerste vereiste, omdat de levering van vochtrijke bijproducten sterk afhankelijk is van het aanbod. Bovendien worden de producten dikwijls

van meerdere leveranciers ingekocht. Bij het niet kunnen leveren van een bepaald bijproduct dient de varkenshouder c.q. mengvoederleverancier het rantsoen aan te passen. Vakmanschap is met name gericht op een goede bedrijfshygiëne, een gedegen kennis van de vochtrijke bijproducten en een goede dierkennis, want het varken laat snel zien dat er iets fout is in het rantsoen. Ook komt er een extra stukje technische kennis om de hoek kijken, doordat er gewerkt wordt met een high-tech installatie en eventuele storingen direct opgelost moeten worden om regelmaat in voertijden te behouden. Tenslotte dient de varkenshouder die vochtrijke bijproducten voert een stukje extra ondernemerschap te bezitten. Inzicht in de totstandkoming van de prijzen, het principe van de markt en het op de hoogte zijn van nieuwe ontwikkelingen op de grondstoffenmarkt en/of nieuwe producten kunnen bijdragen aan een hogere bedrijfswinst. Last but not least is een flexibele en deskundige begeleiding door de mengvoer- en bijproductenleverancier erg belangrijk.

2.6 Economische betekenis van bijproducten

In deze paragraaf wordt een beeld geschetst van de economische gevolgen van het voeren van bijproducten. Naast de economische gevolgen voor de varkenshouderij is er ook een economische impact van bijproducten voor de industrie en de handel.

2.6.1 Varkenshouderij

Het Praktijkonderzoek Varkenshouderij heeft in 1996 een onderzoek uitgevoerd naar de verwachte economische gevolgen bij het voeren van vochtrijke bijproducten (Van Brakel et al., 1996). Dit onderzoek omvatte twee systemen van bijproductenvoeding, namelijk via een brijvoerinstallatie en via een drinknippelsysteem. Verder werden er bij verschillende bedrijfsgroottes veronderstellingen gedaan ten aanzien van voerprijzen, extra investeringskosten en overige extra kosten. Hieruit kwam naar voren dat het economische voordeel van het voeren van vochtrijke bijproducten via een brijvoerinstallatie, afhankelijk van de bedrijfsgrootte, oploopt van 9,7 cent per kg groei tot 15,7 cent per kg groei (tabel 4). Het economische

voordeel dat behaald wordt bij voeding via een drinknippelsysteem is iets lager, onder andere door het feit dat niet alle producten via een drinknippel gevoerd kunnen worden. Hierdoor is het percentage vervanging van mengvoer door vochtrijke bijproducten lager bij het drinknippelsysteem dan bij het brijvoersysteem. Het economisch voordeel loopt bij het drinknippelsysteem op van 8,4 cent per kg groei tot 9,8 cent per kg groei (tabel 4).

Ook uit cijfers van Siva-producten b.a. over het jaar 1996 blijkt dat de gemiddelde voerkosten per kg groei bij de bijproductenbedrijven lager liggen (10 cent/kg groei) dan bij de mengvoerbedrijven. Mede hierdoor wordt een gemiddelde saldoverbetering per gemiddeld aanwezig vleesvarken behaald van 39 gulden. Een overzicht van de Siva-cijfers is opgenomen in bijlage 1. Siva-producten b.a. publiceert een verschil van 13 cent per kg groei over het jaar 1997 ten gunste van de bijproductenbedrijven. Echter, deze cijfers zijn gebaseerd op het 'varkenspest-jaar' en derhalve minder betrouwbaar en reproduceerbaar voor de gehele varkenssector.

2.6.2 Industrie en handel

Zoals al eerder aangegeven levert de afzet van vochtrijke bijproducten een kostenvoor-

deel op voor de voedings- en genotsmiddelenindustrie. Ten eerste is er een besparing op het energieverbruik. Deze energie is namelijk nodig om de vochtrijke bijproducten met een drogestofpercentage van gemiddeld 15% in te drogen tot een drogestofpercentage van 90% om toepassing in de mengvoerindustrie mogelijk te maken. Met ongeveer 2,3 miljoen ton in te drogen bijproducten zou hiervoor 125 miljoen m³ aardgas nodig zijn. Dit komt overeen met het aardgasverbruik van ruim 40.000 huishoudens in Nederland (Scholten en Backus, 1995). Indien de voedings- en genotsmiddelenindustrie de bijproducten zou moeten storten, uitgaande van een totaal van 2,3 miljoen ton vochtrijke bijproducten en een stortprijs van f 230,- per ton (inclusief BTVV, milieuheffing en voordroging), dan zou dit storten circa 500 miljoen gulden kosten. De huidige marktsituatie is zo dat vochtrijke bijproducten geld opbrengen. Een schatting leert dat de handelswaarde bijna 120 miljoen gulden bedraagt (tabel 5).

De "ladder van Lansink" geeft aan waar de prioriteit van een productieproces ten aanzien van de vorming van bijproducten zou moeten liggen. De hoogste prioriteit is het voorkomen van het ontstaan van reststromen, op de tweede plaats komt het recyclen van producten, op de derde plaats komt het

Tabel 4: Kosten en economisch voordeel van het verstrekken van vochtrijke bijproducten (bron: Van Brakel et al., 1996)

Aantal vleesvarkensplaatsen	1.080	2.520	3.960
Voerkosten (gld/kg groei):			
- mengvoer (droogvoerinstallatie)	1,161	1,135	1,109
- vochtrijke bijproducten (brijvoerinstallatie)	0,999	0,978	0,917
- vochtrijke bijproducten (drinknippelsysteem)	1,022	1,001	0,981
Investerings- en overige kosten:			
- mengvoer (droogvoerinstallatie)	0,060	0,045	0,048
- vochtrijke bijproducten (brijvoerinstallatie)	0,124	0,081	0,083
- vochtrijke bijproducten (drinknippelsysteem)	0,116	0,084	0,078
Economisch voordeel:			
- vochtrijke bijproducten (brijvoerinstallatie)	0,097	0,121	0,157
- vochtrijke bijproducten (drinknippelsysteem)	0,084	0,096	0,098

verbranden van producten (verbranden van organisch materiaal afkomstig van supermarkten is per 1-1-1997 verboden) en op de laatste plaats komt het storten van producten.

Het recyclen van bijproducten door de Nederlandse varkenshouderij is volgens het principe van Lansink een voor het milieu prettige wijze om deze producten te verwerken.

Tabel 5: Indicatie van de handel in vochtrijke bijproducten in de varkenshouderij, uitgedrukt in tonnage (OPNV, 1997) en een geschatte opbrengstprijis"

Product	Tonnage (tonnen)	ds%	Prijs (gld/%ds/ton)	Totaal (x 1.000 gld)
Aardappelproducten	525.000	15	3,00	23.625
Bierbostel	30.000	22	2,50	1.650
Biergist	70.000	15	4,75	4.987
Gelatineconcentraat.	47.000	8	2,75	1.030
Mycelium/gistspoeling	80.000	11	2,90	2.640
Perspulp	50.000	22	2,50	2.750
Tarwezetmeel	885.000	20	4,00	70.800
Wei	300.000	5	3,70	5.550
Vetten	55.000	15	4,50	3.713
Overige	300.000	15	3,50	1.575
	+			+
	2.342.000			118.000

* gebaseerd op prijzenschema Boerderij-Varkenshouderij, 13-1-1998

3 HET VOEREN VAN VOCHTRIJKE BIJPRODUCTEN

3.1 Rantsoenoptimalisatie

Een brijvoerrantsoen met vochtrijke bijproducten bestaat uit één of meerdere bijproducten en een aanvullend mengvoer. De nutritionele samenstelling van de combinatie van het aanvullende mengvoer met de bijproducten dient de behoeften van het dier te dekken, wat betekent dat het aanvullende mengvoer wordt geoptimaliseerd op basis van de samenstelling van de bijproducten. De mengvoederindustrie maakt gebruik van optimalisatie-programma's, om uit een breed scala van grondstoffen die grondstoffen in het voer op te nemen die tegen een zo laag mogelijk prijs de benodigde nutriënten leveren voor het varken. Hierin zijn bijproducten ook te beschouwen als een grondstof. De output van de optimalisatie (= het rantsoen) moet voldoen aan de eisen die aan het rantsoen gesteld worden, zoals aan EW en aan darmverteerbare aminozuren, en aan wettelijke eisen in de Diervoederwetgeving. De prijs en de voederwaarde van grondstoffen zijn belangrijke uitgangspunten bij rantsoenoptimalisaties. Paragraaf 3.2 gaat in op een goede monstername en analyse van vochtrijke bijproducten als voorwaarde om de voederwaarde zo correct mogelijk in te schatten.

De voederwaarde van bijproducten en mengvoedergrondstoffen wordt berekend op basis van de netto-energie formule (CVB, 1997b). De voederwaarde van bijproducten is dikwijls onderwerp van discussie.

Enerzijds wordt dit veroorzaakt door de variatie in nutriëntwaarden en anderzijds door de specifieke samenstelling van bijproducten en/of (zuur)toevoegingen aan bijproducten. Dit laatste heeft er mede toe geleid dat er enkele aanpassingen van de NEV-formule hebben plaatsgevonden (CVB, 1997b). De aanpassingen die zijn doorgevoerd, hebben betrekking op 1) de oplosbare zetmeelfractie, 2) het opnemen van melkzuur, propionzuur, azijnzuur en boterzuur in de formule, 3) het opnemen van alcohol in de formule en 4) een speciale rekenregel voor perspulp. Deze aanpassingen hadden als praktische consequentie dat de berekende ener-

gie waarde van diverse bijproducten omhoog ging.

Koolhydraatrijke bijproducten bevatten over het algemeen melkzuur en azijnzuur, en in mindere mate propionzuur, boterzuur en alcohol. De zuren worden toegevoegd om bijvoorbeeld de houdbaarheid te verlengen en/of de voederwaarde te verhogen. Ze kunnen ook worden gevormd door fermentatieprocessen die plaatsvinden gedurende de opslag van deze producten. Het feit dat er fermentatieprocessen plaatsvinden en zetmeel en suikers worden omgezet in organische zuren, melkzuur en alcohol, heeft mogelijk consequenties voor de voederwaarde. Op het Proefstation voor de Varkenshouderij is recent een onderzoek uitgevoerd waarbij een vijftal producten zijn onderzocht op het verloop van de chemische samenstelling tijdens opslag (Rijnen en Scholten, 1998).

3.2 Analyses van bijproducten

3.2.1 Monstername

Over het algemeen hebben vochtrijke bijproducten een grotere variatie in de nutriëntensamenstelling dan losse grondstoffen en/of mengvoeders. Dit is echter afhankelijk van het type bijproduct en ook van het type nutriënt. Een voorbeeld: in de CVB-veevoeder-tabel (1997a) is vermeld dat de droge grondstof tarwe een gemiddeld eiwitgehalte van 119 ± 13 (gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie) heeft, wat goed vergelijkbaar is met dat van Nederlands tarwezetmeel met 114 ± 13 (CVB, 1997a). Daarentegen is de variatie van het zetmeelgehalte wel verschillend: 586 ± 16 ten opzichte van 406 ± 90 voor respectievelijk tarwe en Nederlands tarwezetmeel (CVB, 1997a).

In hoeverre een deel van de variatie in nutriënten te verklaren is door een onjuiste monstername en/of bewaring van de monsters is moeilijk aan te geven. Het nemen van een representatief monster is een absolute vereiste voor een waardevolle analyse. Echter, het nemen van een representatief monster uit een vrachtwagen of een opslagtank van 50 ton is geen eenvoudige zaak; een aftapkraan op de aanvoerleiding zou

hierbij behulpzaam kunnen zijn. Een ander aandachtspunt bij de monsternamen is het feit dat vochtrijke bijproducten kunnen ont-mengen tijdens de opslag en/of dat de samenstelling van bijproducten verandert gedurende de opslag door microbiologische omzettingen (Rijnen en Scholten, 1998). Hierdoor kunnen de analysegegevens sterk afhankelijk zijn van de 'versheid' van het product en de bewaaromstandigheden. Ook behandeling van het monster vóór de analyse is van belang; het monster dient koel en zo snel mogelijk te worden aangeleverd bij een laboratorium.

3.2.2 Analyse op droge stof

Drogestofmetingen in vochtrijke bijproducten en brijvoerders zijn van essentieel belang voor het uiteindelijke rantsoen en de daadwerkelijke voergift aan de varkens. Ten eerste zijn de nutriëntwaarden van bijproducten vaak uitgedrukt op basis van het gehalte aan droge stof. De nutriënten in standaard mengvoerders worden uitgedrukt op basis van een drogestofgehalte van 88%. Dat geldt dus ook voor de nutriënteisen. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij de optimalisatie én interpretatie van bijproductenrantsoenen. Ten tweede wordt het aandeel van een bijproduct in het totale rantsoen uitgedrukt als procentueel aandeel van de droge stof. Bij het instellen van de brijvoercomputer is het van wezenlijk belang dat het juiste drogestofgehalte wordt ingegeven. Ten derde wordt er een eis gesteld aan het drogestofpercentage van het totale brijmengsel, zoals dat uiteindelijk aan het varken wordt verstrekt. Ten vierde worden bijproducten dikwijls afgerekend op basis van een prijs per procent droge stof per ton. Voor een correcte bepaling van het drogestofgehalte is, naast een representatief monster, ook de drogestofbepaling zelf van belang. Bij de aanvoer van een nieuwe partij dient de droge stof te worden gemeten in het verse product. De meeste bijproducten, in ieder geval de koolhydraatrijke, verzuren tijdens de opslag, hetgeen de houdbaarheid bevordert (Anonymus, 1996). De verzuring wordt veroorzaakt door melkzuurbacteriën die koolhydraten omzetten in melkzuur, vluchtige vetzuren, alcohol, water en kool-dioxyde (hoofdstuk 5). Bij het meten van de

droge stof via een infrarood droger of droogstof vervluchtigen de vluchtige vetzuren, melkzuur en alcohol geheel of gedeeltelijk (Anonymus, 1996). Hierdoor wordt het drogestofgehalte onderschat. Als bekend is wat normaliter de gehalten aan melkzuur, vluchtige vetzuren en alcohol zijn in bijproducten, kan hier rekening mee worden gehouden, ondanks dat het drogestofgehalte met infrarood of droogstof wordt bepaald. Bij de drogestofbepaling via infrarood of droogstof vervluchtigt 8% van het melkzuur, 50% van de vluchtige vetzuren en 100% van de alcohol (CVB, 1997b).

Gezien het belang van het drogestofgehalte is het wenselijk om als varkensbedrijf te investeren in een drogestofmeter. Hiermee wordt meer inzicht verkregen in de kwaliteit van de bijproducten die worden ingekocht en kan nauwlettend het (verloop van het) drogestofgehalte van de bijproducten én rantsoenen worden gecontroleerd.

3.2.3 Beoordeling van de analyseresultaten

De op de product-info's van vochtrijke bijproducten vermelde gemiddelde analyse-resultaten geven op zich een eerste indicatie van de kwaliteit van het product. Echter, om het product én de waarde van de analyse-resultaten goed te kunnen beoordelen, is méér informatie vereist. Zo moet inzichtelijk worden op hoeveel analyses de gemiddelde waarde gebaseerd is, wat het minimum- en maximumgehalte van een nutriënt is en wat de spreiding op het gemiddelde is. Ook dient bekend te zijn volgens welke methode de analyse is uitgevoerd. De analyse op droge stof wordt door de verschillende bedrijven op verschillende manieren uitgevoerd. Om de uniformiteit en vergelijkbaarheid van cijfers te verbeteren, is het wenselijk dat alle betrokken partijen, dat wil zeggen bijproductenhandelaren, mengvoederindustrie en varkenshouders, dezelfde wijze van drogestofbepaling gaan hanteren. De duurdere analyses als die van aminozuren, melkzuur en vluchtige vetzuren worden over het algemeen niet regelmatig uitgevoerd. Ten aanzien van de aminozuren geldt bovendien dat het van belang is om de darmverteerbaarheid te weten. Om dit vast te stellen is verteringsonderzoek nodig, wat slechts bij een beperkt aantal vochtrijke bij-

producten is uitgevoerd. In Nederland heeft het ID-DLO te Lelystad een serie verteringsproeven met diverse bijproducten uitgevoerd, waarvan er een aantal gepubliceerd is (Smits, 1978, 1982; Smits and Sebek, 1989; Smits and Jongbloed, 1996, 1997; Smits et al., 1996a). In de buitenlandse literatuur is het aantal verteringsproeven erg beperkt en betreft voornamelijk aardappelstoomschillen (Nicholson et al., 1988; Edwards et al., 1986).

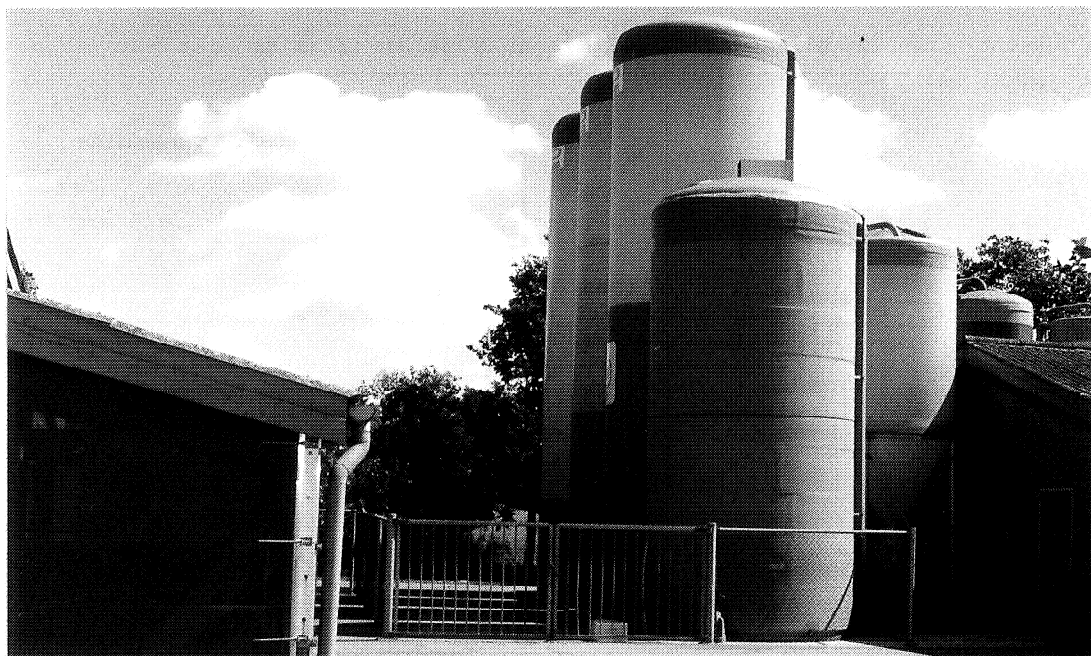
3.3 Opslag van bijproducten

3.3.1 Opslagmogelijkheden

Vochtrijke bijproducten worden opgeslagen in polyester, stalen of roestvrijstalen tanks, of in betonnen bunkers. Binnen de polyester tanks (foto) is onderscheid mogelijk tussen hittebestendige tanks en geïsoleerde tanks. De eerste zijn vereist voor producten die warm worden aangeleverd. Als er hete producten worden geleverd, moet de vul- en losleiding ook hittebestendig zijn. Soms moet een bijproduct vervoerd zijn voordat het afgekoeld is. Dit kan nodig zijn in verband met de houdbaarheid en in het bijzon-

der met de ontwikkeling van schadelijke micro-organismen en/of stolling van het product. Een goede isolatie, eventueel met temperatuurregeling, is dan onmisbaar. Omdat de meeste vochtrijke bijproducten een lage zuurtegraad hebben (pH 2,5 tot 4,5) is het van belang zuurbestendige materialen als polyester of roestvrijstaal te gebruiken, of materialen zuurbestendig te maken door bijvoorbeeld een coating aan te brengen. Dit geldt ook voor sleufsilos waarin zure producten worden opgeslagen.

Voor veel vochtrijke bijproducten geldt dat deze na verloop van tijd gaan ontmengen. Om toch een bijproduct van een constante kwaliteit in het uiteindelijke mengsel op te kunnen nemen, is het noodzakelijk een goed roerwerk te plaatsen, zowel in de opslag-tank, de voormenger als de brijvoertank. De effectiviteit van roeren is mede afhankelijk van de frequentie van mengen, de omvang en vorm van de opslag, de uitvoering van het roerwerk en de viscositeit van het bijproduct. Voor een goede menging is het nodig dat de hele massa voldoende in beweging komt. Hierbij is alleen een hoog toerental



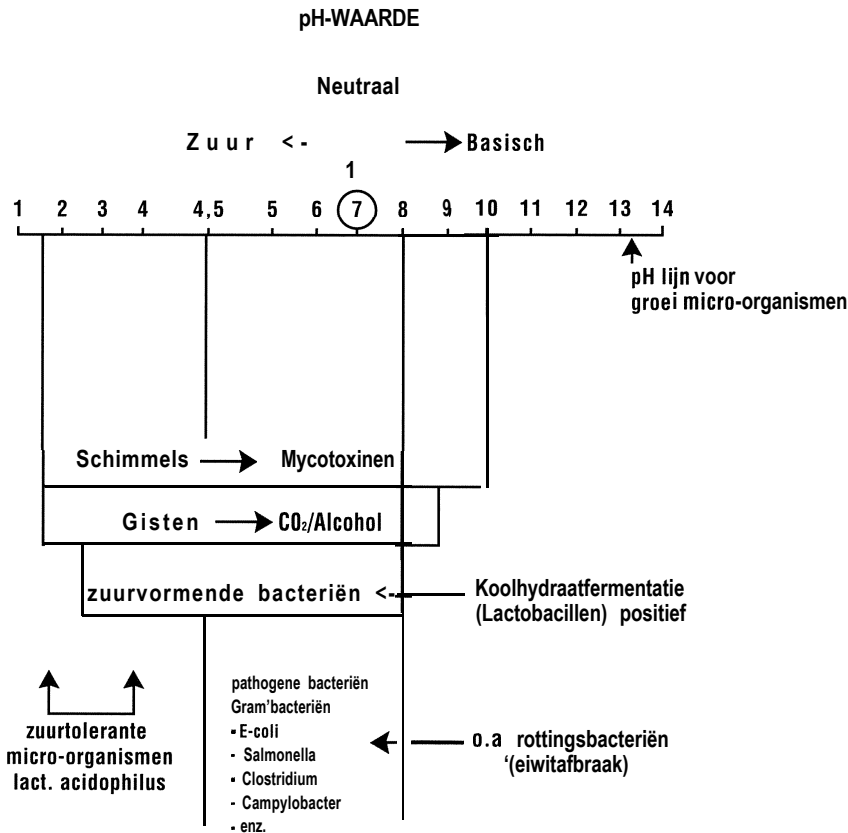
Polyester opslagtanks voor vochtrijke bijproducten

ontoereikend; er moet een duidelijke stroming ontstaan (Van Dommelen, 1996). Het is van belang om 's winters koppelingen en leidingen vorstvrij te houden, in verband met de kans op bevriezing bij het gebruik van vochtrijke bijproducten. Vetrijke producten kunnen bij lage temperaturen problemen geven doordat ze gaan stollen.

3.3.2 Hygiëne

De hygiëne tijdens de opslag heeft grote invloed op de microbiële en nutritionele kwaliteit van bijproducten. Vochtrijke bijproducten zijn gevoelig voor groei van micro-organismen, zoals schimmels, gisten en bacteriën. Dit wordt gestimuleerd door de aanwezigheid van afbreekbare voedingsstoffen. Ten aanzien van hygiëne geldt dat het de kunst is om ongewenste micro-organismen als schimmels, gisten en entero's tegen te gaan en de groei van gewenste micro-organismen als melkzuurbacteriën te stimuleren.

Tot op heden is het niet gebruikelijk om procesmatig dit evenwicht te sturen. Hygiëne is één van de belangrijkste voorwaarden voor een succesvolle toepassing van brijvoeding, doch ook een aspect dat te vaak onderbelicht en verwaarloosd wordt. Dit geldt zowel voor de opslagtanks als ook voor de voormenger, de mengtank en het leidingcircuit. Tegenwoordig worden voormengers en mengtanks vaker uitgerust met een sproei-installatie. Deze moet goed en krachtig in alle hoeken kunnen reinigen. Een ander aandachtspunt is de valpijp vanaf het hoofdcircuit naar de trog van de varkens. Zodra de varkens zijn afgeleverd, wordt de afdeling gereinigd en/of ontsmet. Daarbij is het bij de meeste voerinstallaties onmogelijk de valpijp goed te reinigen. Zodra na enkele dagen tot een week de jonge en gevoelige biggen worden opgelegd, bestaat de kans



Figuur 1: Microorganismen in brijvoer in relatie tot de pH (Kleuskens, 1996)

dat deze dieren een grote hoeveelheid schimmels en gisten opnemen. Een afneembare valpijp biedt voordelen bij de hygiëne. Wanneer de opslagtanks gereinigd worden is het van belang de veiligheid te waarborgen. Mogelijke gassen die aanwezig kunnen zijn, zoals zwavelwaterstof, koolzuur en methaan, zijn gevaarlijk. Een goede ventilatie alvorens de tank wordt gereinigd en de aanwezigheid van een tweede persoon verkleinen het risico (Van Dommelen, 1996). Ook zijn er bedrijven die opslagtanks voor vochtrijke bijproducten reinigen.

Schimmels groeien alleen in een zuurstofrijke omgeving en gebruiken allerlei voedingsstoffen voor hun stofwisseling. Zij produceren CO₂, water, warmte en mycotoxinen (gifstoffen) en groeien in het pH-traject van pH = 1,5 tot pH = 10 (figuur 1, Kleuskens, 1996). Gisten zijn zeer bekend in vochtrijke bijproducten en brijvoer. Uit suikers en zetmeel produceren zij CO₂ en water, en in een zuurstof-arme omgeving wordt alcohol gevormd. Gisten geven een sterk drogestofverlies. Ook de gasproductie is een probleem. Het gas (CO₂) veroorzaakt drukverhoging in de leiding en de nauwkeurigheid van uitdosereren kan negatief beïnvloed worden. Ook de voeropname kan sterk afnemen. Gisten groeien in het pH-traject van pH = 1,5 tot pH = 8,5 (Kleuskens, 1996). Enterobacteriën (*E.coli*, *Salmonella*) komen met name voor in brijvoer en eiwitrijke bijproducten met een pH hoger dan 4,5. Met name de *E.coli* kan problemen geven ten aanzien van maagdarmaandoeningen. Het aanzuren van bijproducten tot een pH van circa 4,0 via toevoeging van zuren of het uit zichzelf verzuren van het product, zal de groei van entero's tegengaan.

3.4 Voerinstallaties voor vochtrijke bijproducten

Door de toename van het aantal varkens dat met brijvoer en bijproducten wordt gevoerd, is ook het aantal typen meng-, transport- en uitdoseersystemen toegenomen. Zonder volledigheid na te kunnen streven wordt hier een en ander kort toegelicht. Voor enige aanvullende informatie met betrekking tot de brijvoerinstallatie en voerkeuken wordt ver-

wezen naar een artikelenserie van De Vos (1994a,b,c) en naar informatie van de verschillende installateurs en/of merken van brijvoerinstallaties en/of uitdoseersystemen.

3.4.1 Meng- en transportsystemen

Bij het mengen van brijvoer zijn in hoofdlijnen twee mogelijkheden voorhanden:

1) indoseren, mengen en uitdosereren van brijvoer gescheiden in de tijd of 2) indoseren, mengen en uitdosereren van brijvoer tegelijkertijd. Dit laatste is mogelijk door twee of meer mengtanks, naast of boven elkaar geplaatst, te gebruiken. Het voordeel 'tijd-winst' kan met name voor grote varkensbedrijven belangrijk zijn. De wijze en nauwkeurigheid waarop de grondstoffen worden ingedoseerd en gemengd (pompen, wegen, stenenvangers, roerwerken, et cetera) voert te ver om in dit rapport te beschrijven.

In de praktijk zijn er drie veel gebruikte transportsystemen van brijvoer: conventionele brijvoeding, kolomvoeding en restloze brijvoeding. Conventionele brijvoeding houdt in dat de gehele leiding gevuld is en blijft met één soort brijvoer. De hoeveelheid restvoer is afhankelijk van de leidingdiameter en de lengte van het circuit. Bij kolomvoeding wordt de ene voersoort door de andere voersoort voortgestuwd, waarbij de kans op vermenging van beide voersoorten aanwezig is. Bij restloze brijvoeding wordt het brijvoer door de leiding verplaatst door er een vloeistof (de zogenaamde procesvloeistof) achteraan te pompen. Bij de restloze brijvoeding zijn het brijvoer en de procesvloeistof gescheiden door een separator (bijvoorbeeld kunststof prop), bij kolomvoeding niet. De keuze van een systeem is mede afhankelijk van het aantal brijvoermengsels en diercategorieën dat gevoerd moet worden. Naarmate meer mengsels worden gevoerd en zowel biggen, zeugen als vleesvarkens met brijvoer worden gevoerd, zal een restloze brijvoerinstallatie de voorkeur genieten. Er treedt minder vermenging van voersoorten op en de hoeveelheid restvoer is geringer dan bij andere systemen.

De verpompbaarheid van het brijvoer is naast de kwaliteit van de pompen en de installatie en de uitvoering van het leidingcircuit (lengte, bochten) mede afhankelijk van de gebruikte bijproducten. Voorbeelden van

visceuse bijproducten zijn perspulp, aardappelstoomschillen en champignonmoes. Om de verpompbaarheid te verbeteren kan de water : voerverhouding worden verhoogd en/of kunnen enzymen aan het aanvullende mengvoer of het betreffende bijproduct worden toegevoegd.

Qua leidingsysteem zijn er ook diverse varianten. De meeste bedrijven hebben per diercategorie of per stal één circuit (bijvoorbeeld circuit vleesvarkens, circuit biggen). Ook zijn er bedrijven, met name vleesvarkensbedrijven, die per afdeling een circuit aanleggen of die een dubbelleiding-circuit aanleggen. Mogelijke voordelen van dit laatste systeem is het traploos kunnen overschakelen van bijvoorbeeld start- naar afmestvoer en het sneller kunnen voeren. Ook de huidige maatschappelijke ontwikkelingen, met daarin steeds meer aandacht voor onder andere voerbespaarders en andere toevoegingen aan het voer, kunnen op termijn van invloed zijn op de keuze voor een voersysteem.

Het is onmogelijk om in dit rapport een advies voor een bepaald systeem of installatie te geven. Er zijn enkele doorslaggevende eigenschappen waaraan een goede brijvoerinstallatie zou moeten voldoen: goede nauwkeurigheid bij in- en uitdoseran (op basis van gewicht en droge stof), hoge mate van betrouwbaarheid (bedrijfszeker, goede en snelle service-verlening), degelijke en functionele installatie (robuust, géén onnodige opties en keuzes) en hygiëne in de installatie (gedegen sproei-installatie op de mengtank).

3.4.2 Uitdoseersystemen

Het aantal uitdoseersystemen voor vochtrijke bijproducten is de laatste jaren toegenomen. Bijproducten kunnen via een compleet brijvoerrantsoen worden verstrekt, maar ook afzonderlijk of in een mix via bijvoorbeeld het drinknippelsysteem. Afgezien van de periode 1995/1996 waarin het aantal varkens dat via een drinknippelsysteem werd gevoerd snel toenam, heeft dit systeem geen grote opmars gemaakt. Het drinknippelsysteem bestaat in grote lijnen uit een weeg/mengtank, een filter, een pomp, leidingen naar de stal en eventueel aangepaste drinknippels. In zijn algemeenheid geldt dat

dit systeem (iets) goedkoper is dan een brijvoerinstallatie. In paragraaf 2.6.1 zijn de kosten en opbrengsten van het drinknippelsysteem weergegeven en in paragraaf 4.4 worden enige onderzoeksresultaten toegelicht. Het belangrijkste nadeel van het drinknippelsysteem ten opzichte van een brijvoerinstallatie is de flexibiliteit waarmee grondstoffen gevoerd kunnen worden. Met een brijvoerinstallatie kan in principe elk gewenst product gevoerd worden, zowel droge, vochtrijke als stapelbare bijproducten; bij de drinknippel is de keuze veel beperkter. Ook is de sturing van de voeropname bij het drinknippelsysteem over het algemeen moeilijker dan bij brijvoeding.

Vleesvarkens en biggen

Als er brijvoer wordt verstrekt aan vleesvarkens en/of biggen zijn er twee varianten om dit brijvoer uit te doseren. Ten eerste is dat via een conventionele lange trog, waarbij alle varkens een aantal keer per dag tegelijkertijd vreten. Een tweede variant is uitdoseran via een kleinere trog, waarbij een beperkt aantal varkens tegelijkertijd kan vreten. Het aantal voerbeurten is over het algemeen hoger dan bij voeding aan een lange trog. Enkele voorbeelden van systemen met een korte trog zijn: sensor- of sondevoeding, brijvoeding via een brijbak met daarin een voorraad brijvoer dat via een klepmechanisme wordt uitgedoseerd (Vario-Mix Feeder) en het Kamplan-systeem. Bij dit laatste systeem wordt het brijvoer gedurende een bepaalde tijd per dag rondgepompt. In deze periode kan het varken door met haar neus een buis omhoog te duwen een kleine portie brijvoer opnemen. Het voornaamste voordeel van de systemen met korte trog is de ruimtebesparing én de grotere flexibiliteit bij de hokinrichting. Het benodigde oppervlak van een dergelijk systeem ten opzichte van een lange trog, met 30 cm vreetbreedte per vleesvarken, is geringer. Bij nieuwbouw betekent dit een geringer aantal te bouwen m² en daarmee lagere bouwkosten. Bij een verhoging van de wettelijke normen voor de hokoppervlakte per dier kan het vervangen van een lange trog door een systeem met een korte trog ruimtewinst betekenen, die wellicht toereikend is om het aantal varkens per hok te handhaven dan-

wel minder te laten afnemen ten opzichte van de huidige situatie. Een ander mogelijk voordeel van een systeem met een beperkt aantal vreetplaatsen is het feit dat dan onbeperkt brijvoer wordt verstrekt. Dit kan met name voordelen hebben bij dieren die moeite hebben om de hoeveelheid brijvoer in drie porties per dag op te nemen, zoals gespeende biggen en vleesvarkens in de startfase. Ook als de trend naar grotere koppels biggen en/of vleesvarkens zich doorzet, zal het moeilijker zijn om met conventionele lange troggen te werken. De benodigde troglengte kan dan beperkend gaan werken ten aanzien van de hokvorm en/of hokuitvoering (smalle en diepe hokken).

Korte troggen in combinatie met het verstrekken van brijvoer met bijproducten kan mogelijk nadelig werken ten aanzien van de beperking van de energiegift aan het einde van de mestperiode. De smakelijkheid van de brij en het beperken van de opname ervan zou tot agressie in de hokken, onderlinge verschillen in de voeropname en dien-

tengevolge tot kunnen leiden.

homogene koppe

Zowel voor de conventionele lange trog als voor de korte trog geldt dat de troguitvoering van wezenlijk belang is om voervermorsing, en daarmee een slechtere voerconversie, zoveel mogelijk te voorkomen. Bij sensor- of sondevoeding is de breedte en diepte van de trog ook van belang. De varkens moeten de sensor/sonde schoon kunnen likken om het uitdoseren van brijvoer niet te bemoeilijken. Bij een conventionele lange trog zijn goede trogafscheiders wenselijk om het liggen en mesten van dieren in de trog te voorkomen en er bovendien voor te zorgen dat de dieren recht voor de trog gaan staan. Het belang van het tegengaan van voervermorsing is als volgt duidelijk te maken:

- een bedrijf levert 6.000 vleesvarkens per jaar af en voert via een lange trog zonder trogafscheiders;
- vleesvarkens hebben 230 kg voer (88%



Lange trog

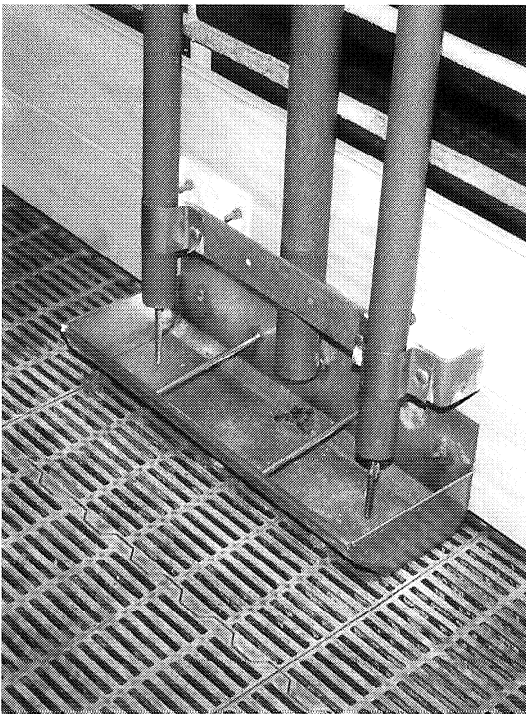
ds) nodig om 88 kilogram te groeien (VC 2,61);
 de rantsoenprijs is gemiddeld f 35,- per 100 kg (88% ds) voor het gehele mestertij-traject;
 de voerkosten per varken bedragen derhalve f 80,50;
 stel dat trogafscheiders de voederconversie met 0,05 verbeteren (VC 2,56);
 per varken is dan 225 kg voer nodig en per varken bedragen de voerkosten f 78,75;
 op basis hiervan bedraagt de totale voerkostenverlaging f 10.500,- per jaar.

De aanname dat door een verbeterde troguitvoering de voederconversie met 0,05 kan verbeteren is gebaseerd op een proef, uitgevoerd in Sterksel (Hoofs, 1994), waarin twee troguitvoeringen onderling zijn vergeleken en er een verschil van 0,05 (significant) werd gevonden.

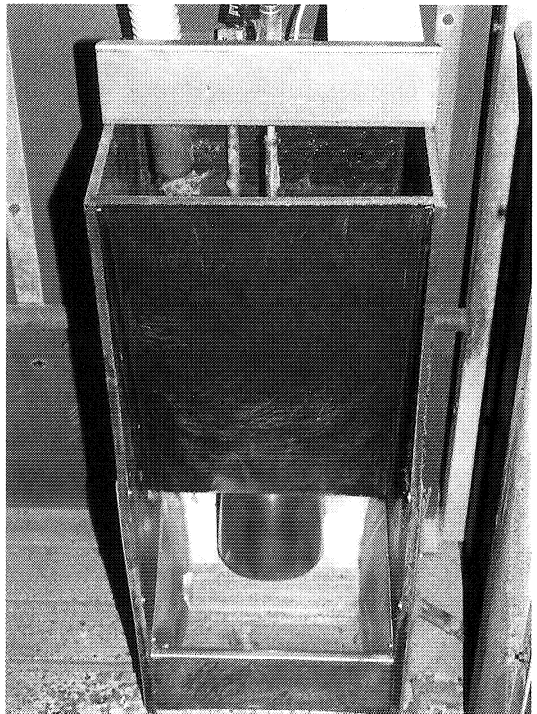
Zeugen

De wijze van brijvoer uitdoseren bij zeugen is enigszins verschillend van de situatie bij

vleesvarkens en biggen. Lacterende zeugen worden individueel gevoerd, dat wil zeggen dat er één brijvoerventiel per zeug is. Dragende zeugen worden tot op dit moment over het algemeen nog individueel gehuisvest in boxen met een trog ervoor. Vaak worden twee tot acht dragende zeugen via één brijvoerventiel gevoerd. Door de aangepaste wetgeving, met daarin de eis dat dragende zeugen in groepen gehuisvest moeten gaan worden, bestaat de mogelijkheid dat 'nieuwe' brijvoersystemen voor dragende zeugen op de markt komen. Daarbij is te denken aan het huisvesten van zeugen in groepen van 25 tot 50 zeugen, die gevoerd worden met een voerstation dat in staat is om brijvoer te verstrekken op basis van individuele dierherkenning. Een andere mogelijkheid is dat dragende zeugen in voerligboxen blijven c.q. worden gehuisvest, maar dan met een uitloopmogelijkheid. Het systeem van trogvoeding waarbij twee tot acht zeugen op één ventiel worden gevoerd, kan dan waarschijnlijk gehandhaafd blijven,



Sensorvoederi ng



Vario-Mix Feeder

4 ONDERZOEK MET KOOLHYDRAATRIJKE BIJPRODUCTEN EN BIJVOEDERS

In dit hoofdstuk richten we ons op de koolhydraatrijke bijproducten, omdat deze verreweg het grootste aandeel op de bijproductenmarkt vormen, ze bijna in alle bijproductenrantsoenen gebruikt worden en in redelijke mate onderzocht zijn. Het merendeel van het onderzoek naar vochtrijke bijproducten is gericht op de toevoeging van één afzonderlijk bijproduct en het effect daarvan op de verteerbaarheid van het product of de technische resultaten. Het aantal (gepubliceerde) proeven met twee of meer vochtrijke bijproducten in het rantsoen van biggen, vleesvarkens en zeugen is beperkt. In onderstaande paragrafen worden (verterings)-proeven met tarwezetmeel, wei en aardappelstoomschillen beschreven. Ook wordt aandacht besteed aan de combinatie van tarwezetmeel, wei en/of aardappelstoomschillen. Tevens worden enkele proeven met gewoon brijvoer, bestaande uit mengvoer en water, toegelicht.

4.1 Vloeibare tarwezetmeel

4.1.1 Chemische samenstelling

Zoals reeds eerder vermeld kan de chemische samenstelling van tarwezetmeel, en andere bijproducten, variëren tussen de verschillende leveringen van één fabriek maar ook tussen verschillende fabrieken, Smits et al. (1996a) onderzochten zes partijen Bondatar, vijf partijen tarwezetmeel Zulpich en vijf partijen tarwezetmeel Sas van Gent. De monsters werden verspreid over een half jaar genomen uit het lopende productiepro-

ces of uit reeds enige tijd bewaarde partijen. De gemiddelde chemische samenstelling staat in tabel 6.

Op basis van de cijfers uit tabel 6 kunnen geen uitspraken met betrekking tot de constantheid en/of kwaliteit van de verschillende partijen tarwezetmeel worden gedaan. Bovendien is de versheid van de geleverde producten niet gelijk, wat invloed kan hebben op de gehalten aan droge stof, zetmeel, melkzuur en azijnzuur. Immers de mate waarin reeds omzettingen van zetmeel naar melk- en azijnzuur hebben plaatsgevonden (= fermentatie), kan verschillend zijn en daarmee een deel van de variatie verklaren. Het feit dat zowel melk- als azijnzuur in redelijke hoeveelheden voorkomen suggereert dat er inderdaad fermentatie plaatsvindt (zie ook hoofdstuk 5 en 6). Ook Rijnen en Scholten (1998) melden een lage pH en hoge melkzuur- en azijnzuurgehalten in Bondatar die zes dagen wordt opgeslagen,

4.1.2 Verteringsonderzoek

De CVB-tabel (1997a) geeft voor tarwezetmeel van Nederlandse herkomst verteringscoëfficiënten van de diverse Weender-analysecomponenten. De verteringscoëfficiënten van organische stof, ruw eiwit, ruwe celstof en ruw vet staan vermeld als respectievelijk 96%, 88%, 69% en 72%. De CVB-cijfers zijn gebaseerd op twee soorten Nederlands tarwezetmeel, te weten Bondatar en Sas van Gent.

Van het product Bondatar zijn door het ID-

Tabel 6: De gemiddelde chemische samenstelling (± standaarddeviatie) van de onderzochte partijen tarwezetmeel in g/kg ds (afgeleid van gegevens Smits et al., 1996a)

	Monsters	Droge stof	Zetmeel ¹	Melkzuur	Azijnzuur	pH
Bondatar	6	243 ± 13	533 ± 16	62 ± 7	24 ± 15	3,6 ± 0,1
Sas van Gent	5	182 ± 12	711 ± 33	38 ± 8	13 ± 3	3,5 ± 0,1
Zulpich	5	214 ± 32	549 ± 81	64 ± 21	6 ± 3	3,6 ± 0,1

¹ Zetmeel: zetmeel-Ewers + oplosbaar zetmeel

DLO te Lelystad in totaal drie verteringsproeven uitgevoerd. Smits en Sebek (1989) onderzochten twee partijen Bondatar, die toendertijd met behulp van zoutzuur werden aangezuurd tot een pH van 3,0, op de diverse verteringscoëfficiënten. Zij vonden voor de gezamenlijke fractie aan ruwe celstof en ruw vet een verteringscoëfficiënt van 97%. Deze waarde geven zij ook aan als algemene verteringscoëfficiënt voor de droge stof (Smits en Sebek, 1989). Recentelijk is door het ID-DLO een derde verteringsproef met Bondatar uitgevoerd, waarbij het product niet meer met zoutzuur werd aangezuurd maar met een mengsel van organische zuren. De productinfo van Bonda (april 1998) vermeldt de volgende verteringscoëfficiënten: 97%, 92%, 98% en 85% voor respectievelijk organische stof, ruw eiwit, ruwe celstof en ruw vet. De ileale verteerbaarheid van de aminozuren van tarwezetmeel is hoog (88% tot 96%; Smits en Jongbloed, 1997).

4.1.3 Groeiproeven

In de Nederlandse literatuur zijn geen proeven gepubliceerd met betrekking tot de technische resultaten en de gezondheid van biggen, vleesvarkens of zeugen gevoerd met tarwezetmeel. Ook in het buitenland is erg weinig gepubliceerd over tarwezetmeel. Moreau et al. (1994) vonden dat de toevoeging van 25% Frans tarwezetmeel (Corami) aan het rantsoen van vleesvarkens resulteerde in een hogere groei (842 versus 833 gram/dag) en een betere voederconversie (2,63 versus 2,74) dan bij een rantsoen zonder Frans tarwezetmeel.

4.2 Aardappelstoomschillen

4.2.1 Chemische samenstelling

In een onderzoek van Smits et al. (1996a) werden vijftien monsters aardappelstoomschillen op hun chemische samenstelling geanalyseerd. Deze monsters werden in een tijdsbestek van een half jaar genomen uit het lopende productieproces of opgeslagen partijen. Het betrof zeven partijen Beukostar van de firma Beuker (afkomstig van twee fabrieken) en acht partijen aardappelstoomschillen van de firma Duynie (afkomstig van vier fabrieken). In tabel 7 staan de gemiddelde chemische samenstellingen.

Uit tabel 7 blijkt dat in aardappelstoomschillen relatief hoge gehalten aan melk- en azijnzuur voorkomen en dat de pH laag is. Dit suggereert dat fermentatie plaatsvindt. Edwards et al. (1986) bestudeerden de verandering van de chemische samenstelling en microbiologie gedurende een 7-weekse opslag. Zij constateerden dat koolhydraten werden omgezet in organische zuren. Het drogestofgehalte daalde, terwijl het percentage van met name melkzuur en azijnzuur duidelijk toenam. Dit komt overeen met de gevonden resultaten van Rijnen en Scholten (1998) die in hun onderzoek de chemische veranderingen van aardappelstoomschillen gedurende een 6-daagse opslag hebben gekarakteriseerd. Hieruit kwam naar voren dat er gedurende de opslag van aardappelstoomschillen fermentatie plaatsvond, waarbij organische zuren uit zetmeel en suikers werden gevormd. Hiervan was melkzuur de belangrijkste component (Rijnen en

Tabel 7: De gemiddelde chemische samenstelling ($\pm$ standaarddeviatie) van de onderzochte partijen aardappelstoomschillen in g/kg ds (berekend op basis van gegevens Smits et al., 1996a)

	Monsters	Droge stof	Zetmeel ¹	Melkzuur	Aziijnzuur	pH
Beu kostar	7	132 $\pm$ 5	459 $\pm$ 59	79 $\pm$ 23	25 $\pm$ 9	4,0 $\pm$ 0,2
ASS Duynie	8	154 $\pm$ 5	507 $\pm$ 84	79 $\pm$ 36	23 $\pm$ 10	3,9 $\pm$ 0,3

¹ Zetmeel: zetmeel Ewers + oplosbaar zetmeel

Scholten, 1998). De versheid van het product is medebepalend voor de resultaten die gevonden worden bij analyse.

4.2.2 Verteringsonderzoek

De CVB-tabel (1997a) vermeldt voor aardappelstoomschillen verteringscoëfficiënten voor ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en overige koolhydraten van respectievelijk 73%, 48%, 70% en 97%.

Smits en Jongbloed (1996) hebben in een onderzoek gekeken naar de ileale en faecale verteerbaarheid en de voederwaarde van aardappelstoomschillen. Gemiddeld over de onderzochte partijen vonden zij een verteringscoëfficiënt van de droge stof van 90%. Voor de verteringscoëfficiënten van ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en overige koolhydraten vonden zij respectievelijk 71%, 47%, 79% en 97% (Smits en Jongbloed, 1996). Deze waarden zijn goed vergelijkbaar met de waarden uit de CVB-tabel (1997). Nicholson et al. (1988) hebben de verteerbaarheid van Franse aardappelstoomschillen onderzocht en melden faecale verteerbaarheden van 81%, 82% en 61% voor respectievelijk droge stof, organische stof en ruw eiwit.

De ileale verteerbaarheid van aminozuren in aardappelstoomschillen varieert tussen 41 en 65%, afhankelijk van het aminozuur (Smits en Jongbloed, 1997). Daarmee moet geconcludeerd worden dat de verteerbaarheid van eiwit en aminozuren in aardappelstoomschillen matig is in vergelijking tot bijvoorbeeld tarwezetmeel.

4.2.3 Groeiproeven

Uit Brits onderzoek (Edwards et al., 1986) bleek dat een hoog vervangingspercentage van mengvoer door aardappelstoomschillen (35% tot 50% van de droge stof) een verminderde voeropname, een verminderde groei en een verhoogde voederconversie gaf. Bij een procentueel aandeel van 25% bleef de voeropname gelijk, maar leidde nog steeds tot een verminderde voederconversie en groei. Nicholson et al. (1988) verstrekten vleesvarkensrantsoenen met diverse gehalten aan aardappelstoomschillen. Binnen dit onderzoek werd de nutritionele waarde van het product bekeken aan de hand van chemische analyses, een verte-

ringsproef en een voedingsproef. Uit de voedingsproef bleek dat de groei en voederconversie niet negatief werden beïnvloed bij een aandeel aardappelstoomschillen van 15 tot 20% op drogestofbasis. Zij concludeerden dat opname van aardappelstoomschillen op drogestofbasis tot 20% van het rantsoen van vleesvarkens mogelijk is (Nicholson et al., 1988). In de Nederlandse varkenshouderij wordt veelal gewerkt met een maximaal aandeel van 12,5% (vleesvarkens) tot 17,5% (dragende zeugen).

4.3 Wei

Vloeibare wei zoals die aan varkens wordt gevoerd, is tot op heden niet of nauwelijks onderwerp van verteringsproeven en/of dierproeven geweest. Het product wordt al wel vele jaren met succes in brijvoeding toegepast, zowel in Nederland als in het buitenland. Zo wordt in Denemarken op jaarbasis circa 1,8 miljoen ton wei aan varkens gevoerd (persoonlijke mededeling Hansen).

4.3.1 Chemische samenstelling

Binnen de diverse weisoorten is er sprake van grote kwaliteitsverschillen (paragraaf 2.3.3). Uitgezonderd de gegevens in de CVB-veevoedertabel is er weinig informatie over de chemische samenstelling zoals de gehalten aan melk- en azijnzuur. Rijnen en Scholten (1998) hebben het product Borculo-voerwei onderzocht en vermelden melkzuur- en azijnzuurgehalten van respectievelijk circa 95 g/kg ds en 4 g/kg ds op het moment van levering op het varkensbedrijf. Gedurende een opslagperiode van zes dagen nemen deze gehalten toe tot respectievelijk 232 g/kg ds en 8 g/kg ds.

4.3.2 Verteringsonderzoek

In de Veevoedertabel (CVB, 1997a) staat de chemische samenstelling van drie kaaswei-varianten, met verschillend ruw-eiwitgehalte, uitgewerkt. De verteerbaarheid van ruw eiwit varieert tussen 86 en 91%, de verteerbaarheid van organisch stof tussen 89 en 93% en de verteerbaarheid van ruw vet tussen 52 en 59% (CVB, 1997a). De productinfo van Borculo Whey Products (1-1-1998) vermeldt een ileale darmverteerbaarheid van 88 tot 92% voor lysine, methionine+cystine, trypto-

faan en threonine. Caseïne heeft een lagere ileale darmverteerbaarheid van deze aminozuren, variërend tussen 76 en 89% (Bijproductenbundel, FNM-sectie VVM, 1994).

4.3.3 Groeiproeven

In een onderzoek met 385 gespeende biggen, uitgevoerd door Maswaure en Mandisodza (1995), werd de consumptie en voederwaarde van verse wei onderzocht over een periode van vier weken. Zowel controlevoer als de experimentele voeders zijn in de vorm van brijvoeder aangeboden. In de experimentele brijvoerders is het water vervangen door wei. Dit verhoogde de voeropname van de gespeende biggen vergeleken met de opname van het controlevoer. Ook vond men in de eerste twee weken van dit onderzoek een significante verhoging van de dagelijkse groei bij biggen gevoerd met wei-gesupplementeerd voer. Geconcludeerd werd dat wei een goede toevoeging aan het brijvoer is en zorgt voor verbeterde technische resultaten (Maswaure en Mandisodza, 1995).

4.4 Rantsoenen met tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei

Recent zijn er op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel enkele proeven uitgevoerd waarbij meerdere vochtrijke bijproducten in het rantsoen van vleesvarkens en gespeende biggen waren opgenomen (Scholten et al., 1997a, Scholten et al., 1997b, Van de Loo en Scholten, 1997). De proeven zijn met de gangbare bijproducten wei (Borculo-voerwei), tarwezetmeel (Bondatar) en gemalen aardappelstoomschillen (Duynie-Suva Aviko) uitgevoerd.

Scholten et al. (1997a) bestudeerden het effect van de toevoeging van wei, tarwezetmeel en gemalen aardappelstoomschillen aan brijvoerders op de technische resultaten bij vleesvarkens. De drie bijproducten vervingen 35% en 55% van de droge stof in respectievelijk de start- en afmestfase. De vleesvarkens die een bijproductenrantsoen kregen hadden een significant hogere groei (768 versus 749 gram/dag; $p < 0,001$) en een betere voederconversie (2,58 versus

2,69; $p < 0,001$) dan de vleesvarkens die brijvoer zonder bijproducten kregen. Het mager-vleespercentage was echter significant lager indien bijproducten werden gevoerd (54,8 versus 55,3%; $p < 0,05$). Hierbij dient opgemerkt te worden dat beide brijvoerrantsoenen gelijke gehalten aan darmverteerbare aminozuren hadden. Dit is in tegenstelling tot wat in de praktijk gebruikelijk is. Daar wordt met een hoger berekend gehalte aan darmverteerbare aminozuren gewerkt wanneer bijproducten worden gevoerd. Scholten et al. (1997b) bestudeerden de verhoging van het berekende gehalte aan darmverteerbare aminozuren en constateerden dat met een verhoging van het berekende darmverteerbare-lysinegehalte met ruim 4% het mager-vleespercentage significant toenam (55,5 versus 55,0%; $p < 0,05$). Het is echter belangrijk te beseffen dat de verhoging van de aminozuren berekend was en dat derhalve de resultaten van de proef voorzichtig moeten worden geïnterpreteerd. Cijfers van Siva (1996) tonen ook dat een lager mager-vleespercentage in bijproductenrantsoenen niet nodig is. Het is de vraag waarom een hoger gehalte aan darmverteerbare aminozuren nodig is indien bijproducten worden gevoerd. Er zijn meerdere mogelijkheden: 1) de absolute gehalten aan aminozuren zijn onjuist, 2) de verteerbaarheidscijfers zijn onjuist, 3) er zijn grote schommelingen in ruw-eiwitgehalte en daarmee in aminozuren, 4) onderwaardering van de energiewaarde van bijproducten en/of 5) microbiële omzettingen van eiwit/aminozuren tijdens de opslag van bijproducten. Er zijn te weinig onderzoeksgegevens om hierover harde uitspraken te doen. Van de Loo en Scholten (1997) onderzochten het verstrekken van een mix van wei en tarwezetmeel (= drinkmix) door de drinknippel aan gespeende biggen en vleesvarkens. Naast de drinkmix, die drie keer daags werd verstrekt, werd een aanvullend mengvoer via de brijbak verstrekt. Bij de vleesvarkens verving de drinkmix 40% van de droge stof in zowel de start- als de afmestfase. De vleesvarkens die drinkmix verstrekt kregen hadden een betere voederconversie dan de vleesvarkens die water via de drinknippel kregen (2,60 versus 2,74). Bij de gespeende biggen verving de drinkmix 28%

van de droge stof gedurende de gehele opfokperiode. De biggen die drinkmix kregen, maximaal 2,5 liter per dier per dag, hadden een lagere voeropname en groei dan de biggen die geen drinkmix kregen. De voederconversie was wel gunstiger (1,56 versus 1,64). Blijkbaar is óf de drinkmixgift te beperkt geweest óf de opname van het aanvullende mengvoer was onvoldoende. De gezondheid van de gespeende biggen die de drinkmix kregen was duidelijk verbeterd; de uitval van biggen en het aantal veterinaire behandelingen ten gevolge van oedeemziekte (E.coli-probleem) was significant lager (0,4% versus 2,8%). Het aantal veterinaire behandelingen was bij de vleesvarkens ook significant lager bij de dieren die drinkmix kregen (Van de Loo en Scholten, 1997). Dit biedt interessante aanknopingspunten in het vervolgonderzoek naar de relatie voeding en gezondheid, waarbij met name pH, organische zuren en fermentatie centraal staan (hoofdstuk 6).

Recent is een proef bij dragende en lacterende zeugen afgerond waarbij gekeken is naar brijvoer met bijproducten in vergelijking tot droogvoer, in relatie tot de technische resultaten en het conditieverloop van zeugen (Hoofs en Scholten, proefverslag in voorbereiding).

4.5 Brijvoerrantsoenen zonder bijproducten

Er zijn diverse studies uitgevoerd naar het voeren van brijvoer aan gespeende biggen (tabel 8) en vleesvarkens. Van de Pas et al. (1989) maken melding van een slechtere voederconversie ($p < 0,001$) wanneer gespeende biggen brijvoer krijgen in plaats van droogvoer, wat volgens de onderzoekers te wijten is aan een grotere voervermorsing. Een slechtere voederconversie wordt vaker gemeld bij het verstrekken van brijvoer aan gespeende biggen (tabel 8). Kornegay et al. (1981) onderzochten op drie verschillende varkensbedrijven het voeren van ad lib droog- en ad lib brijvoer met in totaal 936 gespeende biggen. De resultaten wisselden per bedrijf, maar overal vonden ze geen effect van voersoort op groei en voeropname. Kornegay et al. (1981) gebruikten een iets afwijkende vorm van brijvoer verstrekken: eerst werd het water in de trog gedoseerd en daarna het voer. Het water en voer werden niet gemengd.

Russell et al. (1996) vermelden net als Kornegay et al., (1981) een slechtere voerconversie ten gevolge van voervermorsing. Russell et al. (1996) vonden wel een significant hogere groei bij biggen die brijvoer verstrekt kregen (tabel 8). Russell et al. (1996)

Tabel 8: Effect van droogvoer versus brijvoer op de groei en voederconversie van gespeende biggen

Auteurs	Aantal dieren	Gewicht (kg)	Groei (g/dag)		Voederconversie	
			Droog	Brij	Droog	Brij
Kornegay et al. (1981)	156	9 - 26	430	400	2,40	2,54
	126	7 - 22	380	380	1,85	1,93
	186	8 - 21	360	380	1,77	1,84
Van de Pas et al. (1989)	1.754	8 - 23	446	417	1,61	1,72
	2.138	8 - 24	427	431	1,54	1,68
	594	8 - 24	451	439	1,65	1,78
Nielsen et al. (1983)	190	8 - 20	305	315	1,69	1,68
Danish Pig Federation (199)	520	7 - 32	438	480	-	-
	320	7 - 40	461	527	-	-
Hansen & Jorgensen (1992)	170	7 - 10	146	196	1,75	1,69
	360	6 - 9	142	171	1,53	2,03
Partridge et al. (1992)	20	6 - 12	281	312	1,12	1,12

verstrekten ad lib brijvoer, dat bovendien continu werd opgeënt met restvoer; resulterend in een lage pH van het brijvoer (circa 4,0 tot 4,5). Het lijkt er derhalve op dat er gefermenteerd brijvoer werd gevoerd. Het effect van gefermenteerd brijvoer is tot op heden op zeer beperkte schaal en met weinig dieren onderzocht. Mikkelsen et al. (1997) vergeleken acht biggen die gefermenteerd brijvoer kregen met acht biggen die niet-gefermenteerd brijvoer kregen. De dieren waren individueel gehuisvest en kregen het voer de eerste veertien dagen na spenen verstrekt. Zij vonden dat de voeropname hoger was (1,52 versus 1,24 kg ds per big per dag; $p = 0,13$), de groei hoger was (290 versus 260 g/dag; $p = 0,43$) en de voederconversie gelijk bleef (1,16; $p = 0,97$). Het aantal diarree-gevallen was lager ($p = 0,08$) bij de biggen die gefermenteerd brijvoer kregen (Mikkelsen en Jensen, 1997).

Patterson (1989) heeft in twee experimenten droogvoeding van meel met brijvoeding van meel vergeleken en vond in beide experimenten een hogere groei en een betere voederconversie bij vleesvarkens die brijvoer krijgen (traject 30 tot 89 kg). Tevens vermeldt hij enkele studies uit de jaren '60 die aangeven dat voer dat geweekt heeft in de trog een betere voerbenutting geeft dan droogvoer. Patterson (1989) geeft aan dat fermentatie van het brijvoer, dat 12 tot 24 uur weekte in de trog, wellicht heeft bijgedragen aan de positieve resultaten. Fermentatie lijkt derhalve een sleutelrol te kunnen spelen in het wel of niet succesvol toepassen van brij-

voer. Rijnen en Scholten (1998) vermelden dat brijvoer, bestaande uit startvoer met water of afmestvoer met water, fermenteert gedurende een 6-daagse opslag. Uit analyses van monsters genomen op verschillende tijdstippen tijdens de opslag blijkt dat de pH daalt (van circa 5,8 naar 3,8) en het melkzuur- en azijnzuurgehalte toenemen. In dit experiment zijn de voeders niet aan varkens gevoerd.

Geary et al. (1996) verstrekten brijvoer met een drogestofgehalte variërend tussen 149 g per kg en 255 g per kg aan 96 gespeende biggen in het traject van 7 tot 18 kg. Er werd geen effect van de water : voerverhouding op de groei en voederconversie tijdens de hele opfokperiode (4 weken) gevonden. Echter, in de vierde week groeiden de biggen met een ruimere water : voerverhouding duidelijk sneller (Geary et al., 1996). Het lijkt er op dat iets zwaardere biggen een ruimere water : voerverhouding nodig hebben. Gill et al. (1987) vermelden dat een ruimere water : voerverhouding gunstig is voor de groei en voederconversie van vleesvarkens in het starttraject (15 tot 30 kg). Een water : voerverhouding van 2,5 : 1 gaf mindere technische resultaten dan een water : voerverhouding van 3,0 : 1 en 3,5 : 1. Uit Nederlands onderzoek (Van der Peet-Schwering en Van Rooy, 1987) bleek dat een verlaging van de water : voerverhouding van 2,5 : 1 naar 2,0 : 1 géén verslechtering van de groei en/of voederconversie gaf bij vleesvarkens in het traject van 24 tot 108 kg. In deze proef is helaas geen onderscheid gemaakt tussen start- en afmestfase.

5 FERMENTATIE

Uit hoofdstuk 4 kwam naar voren dat het voeren van koolhydraatrijke bijproducten een positief effect op groei, energieconversie en gezondheid kan hebben. Een mogelijke verklaring is dat er tijdens de opslag van bijproducten hoogstwaarschijnlijk fermentatie optreedt. Daarom wordt in onderstaande paragrafen het fermentatie-proces kort toegelicht.

5.1 Algemeen

Een bekende toepassing van fermentatie is het conserveren van levensmiddelen. Fermentatie wordt voor de meest uiteenlopende producten gebruikt, van yoghurt tot salami en van bier tot wijn. In de landbouw wordt fermentatie ter conservering gebruikt bij bijvoorbeeld het inkuilen van gras en het langer houdbaar maken van vochtrijke bijproducten. De conservering is gebaseerd op de aanwezigheid van melkzuurvormende bacteriën, ook melkzuurbacteriën genaamd, in het betreffende product. Tijdens het metabolisme produceren deze micro-organismen

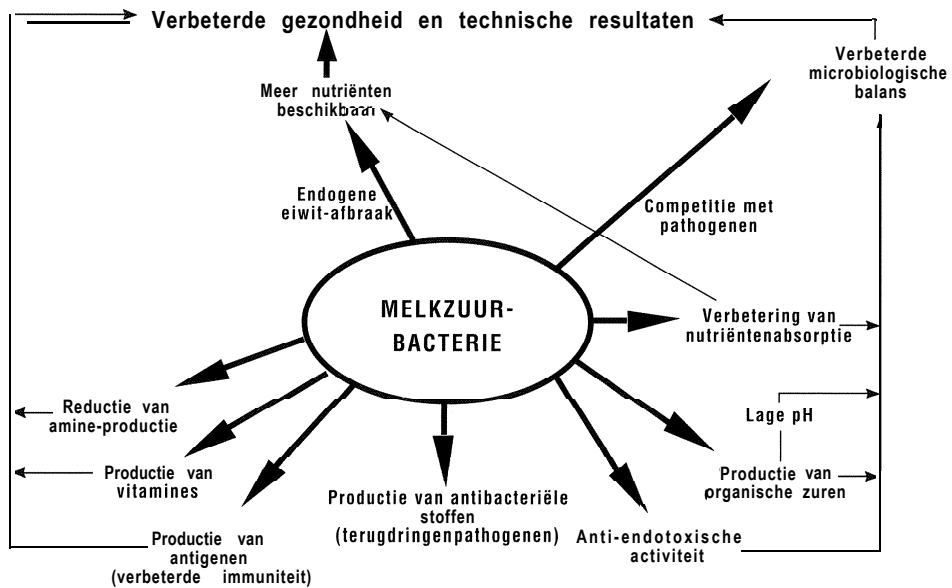
melkzuur. Het gevormde melkzuur maakt het product zuurder, met andere woorden het verlaagt de pH-waarde en dit zorgt voor het tegengaan van bederf door pathogenen, zoals *E.coli*.

Met name koolhydraten worden door melkzuurbacteriën gebruikt als nutriënt en omgezet in onder andere organische zuren (mierenzuur, azijnzuur, propionzuur, (iso)boterzuur, (iso)valeriaanzuur en melkzuur), alcohol (ethanol) en koolstofdioxide (CO_2).

Figuur 2 is een schematische weergave van de mogelijke invloed van melkzuurbacteriën op de gezondheid en technische resultaten,

5.2 Soorten fermentatie

Vanuit microbiologisch oogpunt wordt fermentatie gezien als een energie-vormend proces, waarbij energie ontstaat in de vorm van adenosinetrifosfaat (ATP), die door het desbetreffende micro-organisme wordt gebruikt voor groei, ontwikkeling en voortplanting. De meest voorkomende typen fermentatie zijn melkzuurfermentatie, alcoholi-



Figuur 2: Schematische weergave van de mogelijke werkingsmechanismen van melkzuurbacteriën op de gezondheid en de technische resultaten

sche fermentatie en mierenzuurfermentatie. Bij melkzuurfermentatie wordt het aanwezige suiker voor het grootste deel omgezet in melkzuur, waarbij afhankelijk van de omstandigheden ook andere producten zoals mierenzuur, azijnzuur, ethanol en CO_2 ontstaan. Bij alcoholische fermentatie wordt ook suiker gefermenteerd, maar het pyrodruivenzuur dat als intermediair ontstaat wordt dan verder afgebroken tot ethanol en CO_2 . Bij mierenzuurfermentatie wordt het intermediair pyrodruivenzuur omgezet in een heel scala aan organische zuren (mierenzuur, azijnzuur, propionzuur, boterzuur) en ethanol (Prescott et al., 1996).

5.3 Melkzuurvormende bacteriën

5.3.1 Omgevingsfactoren

Melkzuurbacteriën worden al eeuwenlang gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen, omdat ze de smaak en de houdbaarheid van de producten positief kunnen beïnvloeden (Anonymus, 1997).

Melkzuurbacteriën, waarvan *Lactobacilli* een belangrijke groep vormen, zijn belangrijke bacteriën in het maagdarmkanaal van varkens. Deze bacteriën kunnen groeien binnen een temperatuurtraject van 15 tot 45°C, maar hebben een optimum van 37°C. Verder prefereren ze een licht zuur milieu (pH 5,8), maar groeien door bij een veel lagere pH (3,0 tot 3,5). *Lactobacilli* zijn nuttige, niet pathogene bacteriën (Gilliland, 1979; Sandine, 1979 in Ewing en Cole, 1994). Door de vorming van melkzuur, met name onder anaerobe omstandigheden, wordt de pH snel verlaagd tot onder een pH van 5, waardoor andere anaerobe bacteriën onderdrukt worden in hun groei. Ter voorkoming van de groei van pathogene micro-organismen moet de pH dalen tot onder 4,0 (Russell et al., 1996).

De producten die tijdens de fermentatie ontstaan zijn afhankelijk van de aanwezige nutriënten, de aanwezige micro-organismen en de omstandigheden, zoals de temperatuur en de pH.

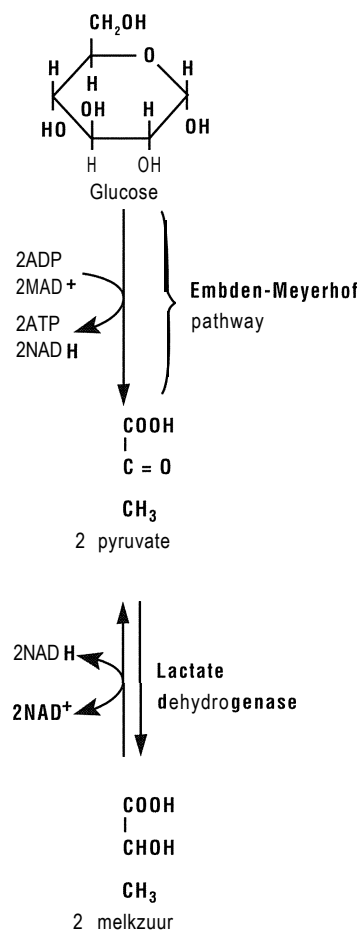
5.3.2 Homo- versus heterofermentatief

De microben die de melkzuurfermentatie gebruiken als energiebron worden veelal opgesplitst in twee groepen: homofermentatieve

melkzuurbacteriën en heterofermentatieve melkzuurbacteriën. De homofermentatieve bacteriën breken met behulp van enzymen glucose af tot melkzuur, waarbij pyrodruivenzuur als intermediair ontstaat.

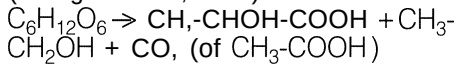
Afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof die voorhanden is, beslaat melkzuur circa 90% van de gevormde eindproducten. Via deze weg worden er per glucose-molecuul drie moleculen melkzuur gevormd (Prescott et al., 1996; Ewing en Cole, 1994). In figuur 3 staat dit schematisch weergegeven.

Bij heterofermentatieve melkzuurbacteriën vormt melkzuur ongeveer 50% van alle gevormde producten. Daarnaast ontstaan er



Figuur 3: Schematische weergave homofermentatieve fermentatie

grote hoeveelheden CO₂ (20 - 25%), azijnzuur en ethanol. Door de heterofermentatieve melkzuurbacteriën wordt per molecuul glucose slechts één molecuul melkzuur gevormd (Prescott et al., 1996, Ewing en Cole, 1994). De reactievergelijking voor heterofermentatieve afbraak van glucose (Ewing en Cole, 1994) is:



Homofermentatieve melkzuurbacteriën zullen op den duur suikers volledig omzetten in melkzuur, omdat dit de meeste energie oplevert voor deze bacteriën, Heterofermentatieve bacteriën zullen naast melkzuur ook ethanol en azijnzuur vormen,

waarbij het laatste de voorkeur geniet omdat dit weer de meeste energiewinst oplevert voor de microben. Tenslotte bestaan er nog alternatieve routes voor fermentatie waarbij naast de eerder genoemde producten ook mierenzuur, propionzuur en boterzuur gevormd kunnen worden.

De verhouding tussen het gevormde azijnzuur en ethanol ligt onder aërobe omstandigheden verder naar azijnzuur dan onder anaërobe omstandigheden (Prescott et al., 1996). De aanwezige melkzuurbacteriën geven niet de voorkeur aan de vorming van alcohol, omdat dit veel energie kost. De verliezen die ontstaan door de vorming van CO₂-gas worden in dit verslag niet verder uitgewerkt.

6 SPECIFIEKE KENMERKEN VAN KOOLHYDRAATRIJKE BIJPRODUCTEN

Zoals uit hoofdstuk 4 blijkt, kunnen koolhydraatrijke bijproducten tot een verbetering van de technische resultaten en gezondheid leiden. Koolhydraatrijke bijproducten hebben enkele specifieke opslagcondities (warm geleverd, opslag enkele dagen tot weken, frequent roeren) en specifieke kenmerken (grote koolhydraatfractie, vochtrijk, zuur, buffercapaciteit, melkzuurbacteriën, organische zuren) die bijdragen tot of het gevolg zijn van fermentatie door melkzuurbacteriën. Als normale brijvoerders, bestaan de uit mengvoer en water, enige tijd worden opgeslagen lijkt het mogelijk om ook daarin fermentatieprocessen te krijgen.

In de volgende paragrafen worden de specifieke kenmerken van koolhydraatrijke bijproducten beschreven en de mogelijke relatie met de dierprestaties, de diergezondheid en het maagdarmkanaal toegelicht.

6.1 Kool hydraatfractie

De koolhydraatfractie kan onderverdeeld worden in zetmeel, suikers en niet-zetmeel koolhydraten (NSP). Het aanwezige zetmeel bestaat voor het grootste deel uit twee componenten, namelijk een klein deel amylose en een groot deel amylopectine (Manners, 1979). Tijdens de vertering of fermentatie worden deze componenten beide met behulp van enzymen afgebroken tot het eenvoudige suiker, glucose. Glucose kan vervolgens door micro-organismen fermentatief worden afgebroken, waarbij het via de glycolyse eerst wordt omgezet in pyrodruivenzuur. Dit pyrodruivenzuur wordt vervolgens door de microben omgevormd tot de specifieke fermentatieproducten, zoals melkzuur, azijnzuur en ethanol (Engbersen en De Groot, 1992). De reductie van pyrodruivenzuur tot melkzuur wordt ook wel melkzuurfermentatie genoemd en komt zeer veel voor bij microben (Prescott et al., 1996). De bijproducten tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei bevatten een hoog gehalte zetmeel+suikers (tabel 1). Als er melkzuurbacteriën aanwezig zijn, zullen

deze koolhydraten (gedeeltelijk) worden afgebroken tijdens de opslag, waardoor er grote hoeveelheden melkzuur en vluchtige vetzuren, waaronder azijnzuur, propionzuur en boterzuur gevormd zullen worden (Prescott et al., 1996). Tot op heden is er zeer weinig onderzoek uitgevoerd naar fermentatie van vochtrijke bijproducten tijdens opslag. Alleen Edwards et al. (1986) vermelden dat er tijdens de 7-weekse opslag van aardappelstoomschillen een toename van het aantal melkzuurbacteriën plaatsvindt en dat er koolhydraten worden omgezet in melkzuur en azijnzuur. Het is aannemelijk dat ook wei en tarwezetmeel melkzuurbacteriën bevatten, en dat ook in die producten fermentatie optreedt. Dit laatste wordt bevestigd door het onderzoek van Rijnen en Scholten (1998).

6.2 Vloeibaarheid

Het optreden van diarree bij pas gespeende biggen blijft een belangrijk probleem in de hedendaagse varkenshouderij. Diverse onderzoeken hebben aangetoond dat in de dunne darm van pas gespeende biggen vlokotrofie optreedt (Nabuurs, 1991; Van Beers-Schreurs, 1996). Nabuurs (1991) concludeert tevens dat het optreden van vlokotrofie de biggen vatbaar maakt voor diarree. Het voeren van zeugen- of koeienmelk (Pluske et al., 1996a,b; Van Beers-Schreurs, 1996) en vloeibare brijvoerders, bestaande uit normaal mengvoer en water (Deprez et al., 1987), aan pas gespeende biggen blijkt preventief te werken tegen vlokotrofie. Dit is minder het geval bij droogvoer. Zowel Pluske et al. (1996b, 1997) als Van Beers-Schreurs (1996) suggereren dat er een sterke relatie is tussen de voeropname en de vilushoogte na spenen. Daarmee lijkt de voeropname een belangrijke factor te zijn bij het wel of niet optreden van vlokotrofie, en dienengevolge diarree, na het spenen. Er zijn enkele literatuurbronnen die aangeven dat het voeren van brijvoer, bestaande uit mengvoer met water, een hogere voeropname

geeft (Maswaure and Madisodza, 1995; Partridge et al., 1992; Russell et al., 1996). Brijvoer zou hierdoor een positief effect op de structuur van de dunne darm kunnen uitoefenen.

Het merendeel van de koolhydraatrijke bijproducten wordt in vochtrijke vorm afgezet. In de praktijk varieert het drogestofpercentage van de uiteindelijke brij die aan de varkens wordt gevoerd tussen 20% en 28%. Omdat een vloeibaar milieu een vereiste is voor fermentatie (Prescott et al., 1996), vormen vochtrijke bijproducten en brijvoerders een milieu waarin fermentatie mogelijk is. Het feit dat in koolhydraatrijke bijproducten melkzuur en azijnzuur worden gevonden (Edwards et al., 1986; Rijnen en Scholten, 1998; Smits en Jongbloed, 1996; Smits et al., 1996a), duidt er op dat ook in koolhydraatrijke bijproducten fermentatie optreedt. Bovendien lijkt fermentatie ook op te treden in brijvoerders, bestaande uit mengvoer en water, mits dit brijvoer maar voldoende lang wordt opgeslagen (Geary et al., 1996; Mikkelsen en Jensen, 1997; Russell et al., 1996; Rijnen en Scholten, 1998).

6.3 Zuurtegraad en organische zuren

De pas gespeende big is onvoldoende in staat om voldoende maagzuur te produceren (Manners, 1976). Hierdoor raakt de eiwitvertering verstoord, wat de vermenigvuldiging van E.coli in de maag en dunne darm bevordert en kan resulteren in diarree. Daarom is het aanzuren van biggenvoerders,

door middel van de toevoeging van organische zuren, intensief onderzocht. Met name de toevoeging van fumaarzuur, citroenzuur en mierenzuur is frequent onderzocht. In het algemeen resulteert de toevoeging van organische zuren in betere technische resultaten en een betere gezondheid. Het effect is bij gespeende biggen iets duidelijker aanwezig dan bij vleesvarkens, waarbij het effect in de startfase weer iets duidelijker is dan in de afmestfase. Daarentegen is bij gespeende biggen sprake van minder consistente bevindingen. Ravindran en Kornegay (1993) beschrijven verschillende redenen voor de variabele en inconsistente resultaten, waarbij het soort en niveau van het organisch zuur en het zuurbindend vermogen van het voer een belangrijke rol spelen. Bovendien zijn de omstandigheden waarin het experiment is uitgevoerd van belang voor de resultaten.

Een probleem bij de interpretatie van de proeven met het aanzuren van varkensvoer is het feit dat de meeste van deze proeven met droogvoer zijn uitgevoerd, en bovendien de pH van het rantsoen niet zo laag was als pH 3,5 tot 4,5, wat gebruikelijk is indien koolhydraatrijke bijproducten worden gevoerd. Tevens zijn de gebruikte zuren en de gehalten waarin ze zijn toegevoegd, anders dan in koolhydraatrijke bijproducten. Melkzuur en azijnzuur zijn kwantitatief de belangrijkste zuren die in koolhydraatrijke bijproducten voorkomen (Rijnen en Scholten, 1998). Het aantal experimenten met deze zuren is beperkt, ondanks de positieve resultaten

Tabel 9: Effect van azijnzuur en melkzuur op de technische resultaten van biggen (uitgedrukt als % van de controlegroep)

Zuur	Referentie	Ad lib	Concentratie (%)	Groei (%)	Opname (%)	VC (%)
Azijnzuur	Roth & Kirchgessner (1988)	ja	0,9	-2,1	-1,7	+1,1
		ja	1,8	+1,2	-0,9	-1,7
		ja	2,7	+4,0	+0,8	-2,9
Melkzuur	Roth et al. (1993)	ja	0,8	+4,7	+6,1	+1,2
		ja	1,6	+8,1	+6,1	-1,8
		ja	2,4	+7,3	+5,4	-1,8
Melkzuur	Cole et al. (1968)	nee	0,8	+8,4	+1,8	-7,0

(tabel 9). Cole et al. (1968) vermelden betere technische resultaten wanneer melkzuur aan biggenvoer wordt toegevoegd (tabel 9), maar ook een afname van het aantal coliformen in de dunne darm in vergelijking tot de controlegroep. Ratcliffe et al. (1986) voerden gefermenteerde melk aan gespeende biggen en vonden een reductie van het aantal coliformen in het maagdarmkanaal in vergelijking tot de groep biggen die normale melk kregen. Omdat bij een groep biggen normale melk met daaraan toegevoegd melkzuur ook betere resultaten gaf, concludeerden zij dat melkzuur verantwoordelijk is voor de positieve effecten.

Jongbloed en Jongbloed (1996) voegden 0%, 1,6% of 3,2% melkzuur toe aan het startvoer van vleesvarkens en observeerden een significant hogere voeropname (4,7%; $p = 0,04$), een hogere groei (9,7%; $p < 0,001$) en een betere voerconversie (4,9%; $p = 0,039$) ten gunste van de melkzuurtoevoegingen

In de literatuur worden verschillende (mogelijke) werkingsmechanismen van organische zuren beschreven: 1) pH-verlaging in de maag, 2) effect op de verteerbaarheid van het rantsoen, 3) beïnvloeding van de maagdarmfysiologie en -morfologie, 4) benutting als energiebron, 5) effect op de intermediaire stofwisseling, 6) chelaatvorming mineralen en 7) beïnvloeding smaak en voeropname. Een uitvoerige beschrijving van de werkingsmechanismen is te vinden in verschillende reviews (onder andere Ravindran en Kornegay, 1993; Gabert en Sauer, 1994). Deze paragraaf gaat kort in op enkele van deze aspecten, te weten pH-verlaging in de maag, effect op de verteerbaarheid van het rantsoen en beïnvloeding van de maagdarmfysiologie en -morfologie.

1. pH-verlaging maag

Een verlaging van de zuurtegraad in de maag wordt als (een) belangrijk werkingsmechanisme van organische zuren beschouwd. Er zijn echter ook enkele onderzoeksresultaten die de invloed van de verlaging van de zuurtegraad van het voer als belangrijkste werkingsmechanisme van verzuurders enigszins afzwakken. Zo geeft de toevoeging van organische zuren weliswaar

een daling van de pH van het voer, maar in diverse proeven resulteert dit niet in een verlaging van de pH in de maag (Burnell et al., 1988; Sutton et al., 1989; Risley et al., 1992; Roth et al., 1992a). Overigens dient hierbij een kanttekening te worden gemaakt: in de meeste proeven waarbij de pH van de maag is bepaald, werden biggen van gemiddeld ruim 20 kg gebruikt. Bij deze biggen mag verondersteld worden dat de maagzuurproductie voldoende is, zodat ook nauwelijks een effect van zuurtoevoeging te verwachten is. Een andere factor is het aantal uren tussen de laatste voerbeurt en slachten. Deze tijd verschilt tussen de diverse proeven en varieert tussen 3 en 10 uren. Hoe langer de tijd tussen voeren en slachten, hoe meer tijd de maag heeft om de digesta aan te zuren.

Ook is er onderzoek bekend waarbij mengvoer werd aangezuurd met anorganische zuren. Anorganische zuren als fosforzuur (Roth & Kirchgessner, 1989a) en zoutzuur (Eidelsburger et al., 1992c) verlagen de pH sterk, maar hebben geen positief effect op de technische resultaten. Ook onderzoek uitgevoerd met toevoeging van natrium- en calciumzouten, die de pH niet of slechts beperkt verlagen, resulteren in een verbetering van de technische resultaten en/of een lagere frequentie van diarree in vergelijking met de negatieve controlegroep (Kirchgessner & Roth, 1987a,b; Eidelsburger et al., 1992a,b). Overigens is het wel zo dat de resultaten met organische zuren over het algemeen meer verbeteren dan met de zouten van diezelfde organische zuren (Eidelsburger, 1997). Eidelsburger (1997) suggereert dat zowel het anion als het kation (H^+) van het zuur verantwoordelijk zijn voor de positieve resultaten: zouten van organische zuren hebben alleen een anion terwijl de organische zuren zelf zowel een an- als kation hebben. Het kation heeft een extra meerwaarde omdat deze de pH verlaagt, met name in de maag (Eidelsburger, 1997).

2. Effect op verteerbaarheid van nutriënten

Er zijn diverse studies uitgevoerd naar het effect van de toevoeging van organische zuren op de verteerbaarheid van diverse nutriënten. Kirchgessner en Roth (1982) voegden fumaarzuur toe aan biggenvoer en

vonden een significant hogere verteerbaarheid van droge stof en stikstof. Jongbloed en Jongbloed (1996) voegden melkzuur of mierenzuur toe en vonden een significant betere verteerbaarheid van droge stof, organische stof en anorganische stof. Echter, Bolduan et al. (1988b) en Radecki et al. (1988) vonden geen verbetering van de verteerbaarheid van droge stof of stikstof na de toevoeging van organische zuren (citroenzuur, propionzuur, fumaarzuur). Eckel et al. (1992a) melden dat de toevoeging van mierenzuur een betere verteerbaarheid van stikstof te zien gaf in de eerste twee weken na spenen, en niet in de periode van drie weken daaropvolgend. Ook het effect van organische zuren op de energieverteerbaarheid is wisselend. Kirchgessner & Roth (1982) melden een verbetering, terwijl Mosenthin et al. (1992) en Radecki et al. (1988) geen verbetering vonden. Mroz et al. (1997) onderzochten de toevoeging van mierenzuur, fumaarzuur of boterzuur (allen 300 meq/kg rantsoen) op de verteerbaarheid van eiwit, aminozuren, energie en mineralen bij vleesvarkens vanaf 46 kg. Mierenzuur, fumaarzuur en boterzuur verbeterden de ileale verteerbaarheid van ruw eiwit en verschillende essentiële aminozuren (bijvoorbeeld lysine, threonine, isoleucine, leucine) en niet-essentiële aminozuren (bijvoorbeeld alanine en glutaminezuur). Verder verhoogden de organische zuren de faecale verteerbaarheid van het totaal fosfor, calcium, ruw eiwit, organische stof en droge stof. Ook de retentie van stikstof, fosfor en calcium nam toe bij de verschillende zuurtoevoegingen (Mroz et al., 1997). Mosenthin et al. (1992) rapporteerden een verhoging van de ileale verteerbaarheid van sommige aminozuren indien propionzuur aan het voer voor vleesvarkens werd toegevoegd. Kemme (1998) vermeldt in z'n proefschrift dat de toevoeging van 30 g/kg melkzuur aan het rantsoen van startvarkens (vanaf 37 kg) leidt tot een verbetering van de ileale verteerbaarheid van eiwit en aminozuren. Tot op heden is in biggenvoeders geen verbetering van de ileale verteerbaarheid van aminozuren gevonden (Gabert en Sauer, 1995; Gabert et al., 1994), wat wellicht te maken heeft met de goede eiwit/aminozurenverteerbaarheid in deze voeders (Mroz et al.,

1997).

Jongbloed en Jongbloed (1996) rapporteerden een synergetisch effect van phytase en mierenzuur op de P-verteerbaarheid. Kemme (1998) vermeldt dat het effect van phytasetoevoeging op de P-verteerbaarheid wordt versterkt door de toevoeging van melkzuur. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat melkzuur de maaglediging vertraagt en daardoor de werkingstijd van phytase in de maag verlengt (Kemme, 1998).

3. *Beïnvloeding maagdarmfysiologie en -morfologie*

Een inefficiënte vertering in combinatie met de ontoereikende productie van maagzuur, bij jonge dieren geeft ongewenste microben als *Escherichia coli* een kans om zich te vermenigvuldigen. Voor het spenen treedt proliferatie van *E. coli* niet of nauwelijks op, waarschijnlijk door de eigenschappen van zeugenmelk en een goede mucosale defensie (Van Beers-Schreurs, 1996). Zeugenmelk bevat antilichamen, lactose (vorming melkzuur) en transferrine en lactoferrine. Deze laatste twee eiwitten binden ijzer (Fe), dat een essentieel nutriënt is voor bacteriële groei (Van Beers-Schreurs, 1996). Kirchgessner & Roth (1988) vermelden dat organische zuren complexen met mineralen, waaronder fosfor en Fe, kunnen vormen. Dit zou kunnen betekenen dat Fe beter wordt opgenomen en er minder beschikbaar komt voor ongewenste microben. Verzuring van biggenvoeders door het toevoegen van organische zuren verlaagt de pH van de maag en/of reduceert het gehalte aan ammoniak en biogene aminen in het maagdarmkanaal (Eckel et al., 1992b; Eidelsburger et al., 1992b; Roth et al., 1992b; Schneider et al., 1989). Daarentegen vermelden Bolduan et al. (1988a), Risley et al. (1992, 1993) en Sutton en Patterson (1996) dat er geen pH-daling in de maag en/of reductie van ammoniak en biogene aminen optreedt. Ammoniak en biogene aminen worden gezien als parameters van microbiële eiwitafbraak. Diverse studies suggereren dat de hoofdwerving van antibiotica berust op de reductie van ammoniak en/of biogene aminen (Dierick et al., 1986a, b; Roth et al., 1992; Schneider et al., 1989; Nousiainen en Suomi, 1991). *E.coli* wordt

gezien als belangrijkste 'bron' van de vorming van ammoniak en biogene aminen. Daarom is reductie van het aantal *E.coli* kiemen belangrijk. De toevoeging van organische zuren kan *E.coli*-bacteriën onderdrukken (Cole et al., 1968; Kirchgessner et al., 1992; Ratcliffe et al., 1986). Daarentegen vonden Risley et al. (1992) geen vermindering van *E.coli* na toevoeging van fumaarzuur en citroenzuur.

Concluderend moet gesteld worden dat de toevoeging van organische zuren wisselende resultaten geeft. Factoren die daarbij mogelijk een rol spelen zijn: voersamenstelling, buffercapaciteit, soort en niveau van verzuurder, leeftijd biggen en houderijomstandigheden. Dit bemoeilijkt de vergelijkbaarheid en reproduceerbaarheid van proeven. De werkingsmechanismen van organische zuren zijn nog niet geheel duidelijk en dienen nader onderzocht te worden,

6.4 Buffercapaciteit

De buffercapaciteit of beter gezegd de zuurbindingscapaciteit is een maat die staat voor de totale hoeveelheid zuur die het voer opneemt zonder dat de pH verandert. Bolduan et al. (1988a) vermeldt dat de buffercapaciteit van het rantsoen een belangrijke bepalende factor is voor de pH die in de maag van een big bereikt wordt. De variatie in buffercapaciteit tussen grondstoffen is enorm; granen hebben een lage buffercapaciteit, terwijl eiwitrijke grondstoffen een hoge buffercapaciteit en mineralen een zeer hoge buffercapaciteit hebben (Jasaitis et al., 1987). Roth en Kirchgessner (1989a) onderzochten diverse (eiwitrijke) biggenvoerders en melden een buffercapaciteit van 800 tot 900 meq/kg, afhankelijk van het eiwitniveau en de eiwitbron. De toevoeging van organische zuren verlaagt de buffercapaciteit van voeders (Eckel et al., 1992a; Eidelsburger et al., 1992a).

Decuypere et al. (1997) concludeerden dat een rantsoen meteen hoge buffercapaciteit (926 meq per kg) een acute en dramatische verlaging van de vertering van nutriënten gaf. Andere onderzoeken geven aan dat het verstrekken van biggenvoerders met een hoge buffercapaciteit leidt tot een verhoogd

aantal *E.coli*-bacteriën (Prohaszka en Baron, 1980), een hogere concentratie aan ammoniak in de maag (Eidelsburger et al., 1992b), een hogere frequentie van het optreden van diarree (Eidelsburger et al., 1992c; Prohaszka en Baron, 1980) en een slechtere voederconversie (Roth en Kirchgessner, 1989b). De buffercapaciteit beïnvloedt ook de respons op het aanzuren van voer. De toevoeging van bufferende componenten aan het aangezuurde biggenvoer resulteerde in een toename van het aantal *E.coli*'s in de dunne darm (Kirchgessner et al., 1992), een hoger ammoniakgehalte in de maag (Eidelsburger et al., 1992b), verminderde technische resultaten (Eidelsburger et al., 1992a) en meer diarree (Eidelsburger et al., 1992a). Tot op heden is er weinig informatie met betrekking tot de buffercapaciteit van bijproducten en het verloop ervan tijdens de opslag. Rijnen en Scholten (1998) melden dat tarwezetmeel, wei en aardappelstoomschillen een buffercapaciteit van 60 tot 80 meq/kg product hebben. Deze lage buffercapaciteit draagt wellicht bij aan de geconstateerde reductie van het sterftepercentage en het aantal biggen dat tegen oedeemziekte (*E.coli*-probleem) werd behandeld, indien biggen een mix van tarwezetmeel en wei via de drinknippel kregen in plaats van drinkwater (Van de Loo en Scholten, 1997). Meer informatie over de buffercapaciteit van varkensrantsoenen in relatie tot de dierprestaties en -gezondheid is gewenst.

6.5 Melkzuurbacteriën

Op momenten van stress, zoals bij spenen, is het mogelijk dat de balans van de darmflora verstoord raakt en problemen in de maagdarmwerking optreden (Sissons, 1989). Melkzuurbacteriën komen wijd verspreid voor en zijn geïsoleerd bij onder andere mensen, dieren, planten, dierlijke producten, bier en vruchtensappen (Dicks, 1993). *Lactobacilli* spelen een belangrijke rol in de fermentatie van bijvoorbeeld zuurkool en salami. De melkzuurbacteriën die via het voer worden opgenomen hebben mogelijk een probiotische werking. Dit wil zeggen dat ze mogelijk bijdragen aan een goede maagdarmflora en daarmee aan een gezond maagdarmkanaal.

Melkzuurbacteriën, waarvan *Lactobacilli* een belangrijke groep vormen, komen verspreid in het gehele maagdarmkanaal van varkens voor en vormen een belangrijke barrière tegen coliformen. Mathew et al. (1991) melden dat gespeende biggen al twee dagen na spenen een significante daling van het aantal *Lactobacilli* hebben en een stijging van het aantal *E.coli*-bacteriën. Hierin ligt mogelijk een deel van de oorzaak van het veelvuldig voorkomen van diarree, enkele dagen na spenen.

De effecten van het toevoegen van probiotica op de technische resultaten van varkens zijn zeer wisselvallig. Verschillende onderzoeken tonen positieve effecten van probiotica aan op technische resultaten en het voorkomen van diarree (Abe et al., 1995).

Anderen vonden echter geen voordelen en sommigen zelfs negatieve effecten (Eidelsburger et al., 1992c; Nousiainen en Suomi, 1991). Nousiainen en Setälä (1993) hebben 26 experimenten, waarbij varkens verschillende *Lactobacillus*-stammen via het voer kregen toegediend, samengevat. In twee van deze onderzoeken werd een positief effect op de groei gevonden en in twee een negatief effect, in de rest werd geen significant verschil gevonden. In acht experimenten werd de voederconversie verbeterd en in negen verslechterd. De bevindingen bij vleesvarkens (negen proeven) zijn minder belovend dan bij biggen (Nousiainen en Setälä 1993).

De invloed van probiotica op de vertering in en de gezondheid van het maagdarmkanaal is ook wisselend. Kornegay en Risley (1996) vonden geen effect van de toevoeging van *Bacillus* producten op de verteerbaarheid van droge stof en stikstof. Kovács-Zomborszky et al. (1994) vermelden dat de ileale verteerbaarheid van nutriënten en essentiële aminozuren met 1,3% tot 16,1% verbeterde ten gevolge van de toevoeging van probiotica, maar door het beperkte aantal herhalingen was dit verschil niet significant.

Een geringer aantal coliformen en/of een hoger aantal melkzuurbacteriën in de ileale en cecale darminhoud worden gemeld in varkens die melkzuurbacteriën gevoerd krijgen (Kovács-Zomborszky et al., 1994; Ratcliffe et al., 1987; Tortuero et al., 1995). Daarentegen vermelden diverse studies geen effect van probiotica op de pH, VFA

en/of ammoniakconcentratie in het maag-darmkanaal (Nousiainen en Suomi, 1991; Roth et al., 1992; Tortuero et al., 1995). Bomba et al. (1996) hebben een onderzoek uitgevoerd waarbij aan kiemvrije biggen drie stammen *Lactobacilli* werden toegediend. Er werd gekeken naar het niveau van organische zuren op de darmfilm van de mucosa. Het bleek dat in het jejunum de mucosafilm significant hogere melkzuur-, propionzuur- en azijnzuurniveaus had in vergelijking met de darminhoud. In het ileum was propionzuur op mucosafilm significant hoger dan in de darminhoud. Melkzuur en azijnzuur waren verhoogd, maar niet significant. Bomba et al. (1996) suggereren dat de door *Lactobacilli* geproduceerde organische zuren een efficiënte barrière kunnen vormen om de aanhechting van pathogenen aan de darmwand te voorkomen.

Edwards et al. (1986) vinden hoge aantallen melkzuurbacteriën in aardappelstoomschillen en Geary et al. (1996), Mikkelsen en Jensen (1997) en Russell et al. (1996) melden soortgelijke bevindingen bij brijvoer, bestaande uit standaard mengvoer en water, dat spontaan fermenteerde. Het verstrekken van een rantsoen met vochtrijke bijproducten en/of een gefermenteerd brijvoer, met daarin grote hoeveelheden melkzuurbacteriën, kan mogelijk bescherming bieden tegen speendiarree. Het voeren van gefermenteerde bijproducten en/of brijvoerders kan voorzien in een dagelijkse opname van melkzuurbacteriën. Hiermee kan voldaan worden aan de eis om het maagdarmkanaal continu te voorzien van melkzuurbacteriën om voldoende aantallen 'probiotische' organismen in de darm te behouden (Stavric en Kornegay, 1995; Kornegay en Risley, 1996).

Uitgebreidere informatie met betrekking tot de resultaten met en de mogelijke werkingsmechanismen van probiotica is te vinden in diverse reviews (Havenaar en Huis in 't Veld, 1992; Nousiainen en Setälä, 1993; Sissons, 1989; Stavric en Kornegay, 1995; Vanbelle et al., 1990). In z'n algemeenheid geldt dat de behaalde resultaten met de toevoeging van probiotica zeer wisselend zijn en de werkingsmechanismen ook nog niet zijn opgehelderd. Er is meer onderzoek gewenst om het effect en werkingsmechanisme van probiotica op te helderen.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De voornaamste conclusies en aanbevelingen luiden als volgt.

- Literatuur met betrekking tot vochtrijke bijproducten is voornamelijk afkomstig uit Nederland. Recentelijk zijn enkele rapporten verschenen waaruit blijkt dat het voeren van koolhydraatrijke bijproducten betere technische resultaten en een betere gezondheid geeft bij gespeende biggen en vleesvarkens (Scholten et al., 1997a; Van de Loo en Scholten, 1997).
- Uit studies van Smits et al. (1996) en Rijnen en Scholten (1998) blijkt dat koolhydraatrijke bijproducten op het moment van afleveren reeds een lage pH en hoge gehalten aan melkzuur en azijnzuur hebben. Rijnen en Scholten (1998) vermelden dat de fermentatie gedurende de opslag op het varkensbedrijf doorgaat.
- Er komt steeds meer interesse om standaard brijvoerders, bestaande uit mengvoer en water, ook te laten fermenteren. Uit Engelse (Geary et al., 1996; Russell et al., 1996), Deense (Mikkelsen en Jensen, 1997) en Nederlandse studies (Rijnen en Scholten, 1998) blijkt dat, onder de voorwaarde dat het brijvoer voldoende lang wordt opgeslagen, brijvoer ook fermenteert.
- De sturing en controle van het fermentatieproces in vochtrijke bijproducten en brijvoerders is een punt dat nog veel aandacht behoeft. Het risico op 'ongewenste' microbiële omzettingen door onder andere gisten is nog te hoog, met als gevolg verlies van voederwaarde en droge stof en risico op verminderde smakelijkheid en

daardoor een lagere voeropname. De gewenste omstandigheden voor het fermentatieproces (temperatuur, tijd, voeding), het gebruiken van entculturen en het eventueel openten met restvoer behoeven nog de nodige onderzoeksinspanning.

Tot nog toe is er bij varkens slechts één (kleine) proef uitgevoerd waarbij niet-gefermenteerd brijvoer is vergeleken met gefermenteerd brijvoer. Mikkelsen en Jensen (1997) voerden gespeende biggen gefermenteerd brijvoer en zij melden een hogere voeropname en groei, hoewel dit niet significant verschilde van de controlegroep. Het aantal biggen met diarree nam wel significant af. Het voeren van gefermenteerd brijvoer lijkt een reële optie om de technische resultaten en de gezondheid te verbeteren.

- De kenmerken van gefermenteerd vloeibaar voer (lage pH, organische zuren, melkzuur, probiotica) zijn in de literatuur dikwijls afzonderlijk onderzocht, met wisselend succes. Gefermenteerd brijvoer combineert al deze aspecten. Nader onderzoek naar het effect van melkzuur, azijnzuur, organische zuren en probiotica is gewenst.

Onderzoek naar het effect van gefermenteerd brijvoer op de technische resultaten en maagdarmgezondheid van gespeende biggen en vleesvarkens is gewenst. Eind 1998 zal het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een proef starten waarbij gekeken wordt naar het effect van gefermenteerd brijvoer op de technische resultaten en de gezondheid van het dier en de fysiologie van het maagdarmkanaal.

LITERATUUR

- Aar, P.J. van der, G. van den Bosch, L.A. den Hartog en W. Homan 1997. *Raamplan - Vervoeding van bijproducten in relatie tot slacht-, vlees- en vetkwaliteit van vleesvarkens*. Rapportage van de ad-hoc werkgroep.
- Abe, F., N. Ishibshi and S. Shimamura 1995. *Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets*. Journal of Dairy Science, 78, p. 2838-2846.
- Anonymus 1995. *Hergebruik van bijproducten door veehouderij en veevoederindustrie - de betekenis voor het milieu en voor de prijs van levensmiddelen*. Publicatie van de Nederlandse Veevoederindustrie.
- Anonymus 1996. *Drogestofmetingen van essentieel belang*. Cehave-Visie, december 1996, p. 11.
- Bakker, G.C.M. 1996. *Interaction between carbohydrates and fat in pigs - impact on energy evaluation of feeds*. Proefschrift ID-DLO, Lelystad, Nederland.
- Beers-Schreurs, H.M.G van 1996. *The changes in the function of the large intestine of weaned pigs*. Proefschrift Faculteit Diergeneeskunde Rijksuniversiteit Utrecht.
- Bolduan, G., H. Jung, R. Schneider, J. Block und B. Klenke 1988a. *Die Wirkung von Propion- und Ameisensäure in der Ferkelaufzucht*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 59, p. 72-78.
- Bolduan, G., H. Jung, R. Schneider, J. Block und B. Klenke 1988b. *Die Wirkung von Fumarsäure und Propandiol-Formiat in der Ferkelaufzucht*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 59, p. 143-149.
- Bomba, A., R. Kastel, S. Gancarciková, R. Nemcová, R. Herich and M. Cizek 1996. *The effect of Lactobacilli inoculation on organic acids levels in mucosal film and the small intestine contents in gnotobiotic pigs*. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 109, p. 428-430.
- Brakel, C.E.P. van, R.H.J. Scholten en G.B.C. Backus 1996. *Economische evaluatie van het voeren van natte bijproducten aan vleesvarkens*. Proefverslag P1. 147, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Burnell, T.W., G.L. Cromwell and T.S. Stahly 1988. *Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs*. J. Anim. Sci., 66, 1100-1108.
- Cole, D.J.A., R.M. Beal and J.R. Luscombe 1968. *The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs*. Veterinary Record, 83, p. 459-464.
- CVB 1996. *Aminozurenbehoefte van biggen en vleesvarkens*. CVB-documentatierapport nr. 14, november 1996.
- CVB 1997a. *Veevoedertabel*.
- CVB 1997b. *Berekeningswijze van de netto energiewaarde van voedermiddelen voor varkens*. CVB-reeks nr. 21, juni 1997.
- Danish Pig Federation 1991. *Liquid feed for piglets in the period from 10 to 35 kg live weight*. Publication no. 210. The National Committee for Pig Breeding, Health and Production. Denmark, Copenhagen.
- Decuypere, J., M. de Bruyn and N. Dierick 1997. *Influence of buffering capacity of the feed on the prececal digestibility in pigs*. In: Proceedings VII th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, Saint Malo, France, May 26-28 1997, p. 391 -394.
- Deprez, P., P. Deroose, C. van den Hende, E. Muylle and W. Oyaert 1987. *Liquid versus dry feeding in weaned piglets: the influence on small intestinal morphology*. Journal of Veterinary medicine B., 34, p. 254-259.

- Dicks, L.M.T 1993. *Lactid Acid Bacteria: understanding the microorganism. The keys to successful use in maximizing anti-coliform and anti-salmonella activity*. Biotechnology in the Feed Industry - Proceedings Alltech's 9th Annual Symposium
- Dierick, N.A., I.J. Vervaeke, J.A. Decuypere and H.K. Henderickx 1986a. *Influence of the gut flora and of some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. I. Studies in vitro*. Livestock Production Science, 14, p. 161-176.
- Dierick, N.A., I.J. Vervaeke, J.A. Decuypere and H.K. Henderickx 1986b. *Influence of the gut flora and of some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. II. Studies in vivo*. Livestock Production Science, 14, p. 177-193.
- Dommelen, J. van 1996. *Prut verantwoord in de put - veilig opslaan van bijproducten stelt strikte eisen*. Boerderij-Varkenshouderij, 2 april 1996, p. 15VA-17VA.
- Eckel, B., M. Kirchgessner und F.X. Roth 1992a. *Zum Einfluss von Ameisensäure auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 67, p. 93-100.
- Eckel, B., F.X. Roth, M. Kirchgessner und U. Eidelsburger 1992b. *Zum Einfluss von Ameisensäure auf die Konzentrationen an Ammoniak und Biogenen Aminen im Gastrointestinaltrakt*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 67, p. 198-205.
- Edwards, S.A., C.B. Fairbairn and A.L. Capper 1996. *Liquid potato feed for finishing pigs: feeding value, inclusion rate and storage properties*. Animal Feed Science and Technology, 15, p. 129-139.
- Eerd, M.M. van 1996. *Mestproductie en mineralenuitscheiding 1995*. Kwartaal berichten Milieu, CBS, 96/4.
- Eidelsburger, U., F.X. Roth und M. Kirchgessner 1992a. *Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 67, p. 258-267.
- Eidelsburger, U., M. Kirchgessner und F.X. Roth 1992b. *Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf pH-wert, Trockenmassegehalt, Konzentration an Carbonsäuren und Ammoniak in verschiedenen segmenten des Gastrointestinaltraktes*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 68, p. 20-32.
- Eidelsburger, U., M. Kirchgessner und F.X. Roth 1992c. *Zum Einfluss von Fumarsäure, Salzsäure, Natriumformiat, Tylosin und Toyocerin auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 68, p. 82-92.
- Eidelsburger, U. 1997. *The use of organic acids*. Proceedings BASF-studiedag. Arnhem.
- Engbersen, J.F.J. and A.E. de Groot 1992. *Inleiding in de bio-organische chemie*. Pudoc Wageningen, p. 576.
- Ewing, W.N. and D.J.A. Cole 1994. *The living gut - an introduction to micro-organisms in nutrition*. The Midlands Book Typesetting Company, Loughborough, England
- Gabert, V.M. and W.C. Sauer 1995. *The effect of fumaric acid and sodium fumarate supplementation to diets for weanling pigs on amino acid digestibility and volatile fatty acid concentrations in ileal digesta*. Animal Feed Science and Technology, 53, 73-87.
- Gabert, V.M., W.C. Sauer, M. Schmitz, F. Ahrens and R. Mosenthin 1994. *The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibility of amino acids and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fed semipurified fish meal diets*. Canadian Journal of Animal Science, 75, p. 615 - 623.
- Geary, T.M., P.H. Brooks, D.T. Morgan, A. Campbell and P.J. Russell 1996. *Perfor-*

mance of weaner pigs fed ad libitum with liquid feed at different dry matter concentrations. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 72, p. 17-24.

Gill, B.P., P.H. Brooks and J.L. Carpenter 1987. *Voluntary water use by growing pigs offered liquid foods of differing water-to-meal ratios*. British Society of Animal Production, 1987 (eds. A.T. Smith and T.L.J. Lawrence), p. 131-133.

Haaksma, J. 1994. *Bietenpulp in de diervoeding*. Instituut voor Rationele Suikerproductie, mededeling nr. 28, 24 p.

Hansen, I.B. and L. Jorgensen 1992. *Soaked or dry feed to piglets the first two weeks after weaning*. Publication no. 236. The National Committee for Pig Breeding, Health and Production, Denmark, Copenhagen.

Havenaar, R. and J.H.J. Huis in't Veld 1992. *Probiotics: a general review The lactic acid bacteria, volume 1* (ed. B.J.B. Wood).

Hoofs, A.I.J. 1995. *De praktische bruikbaarheid van een roestvrijstalen trog met opstap en schuine voorkant voor vleesvarkens*. Proefverslag P4.14, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Jasaitis, D.K., J.E. Wohlt and J.L. Evans 1987. *Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro*. *Journal of Dairy Science*, 70, 1391-1403.

Jongbloed, A.W. and R. Jongbloed 1996. *The effect of organic acids in diets for growing pigs in enhancement of microbial phytase efficacy*. Report ID-DLO, no. 960009.

Kemme, P.A. 1998. *Phytate and phytases in pig nutrition*. Proefschrift ID-DLO Lelystad. p. 51-81.

Kirchgessner, M. and F.X. Roth 1982. *Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition*. *Pig News and Information*, 3, 3, p. 259-264.

Kirchgessner, M., B. Gedek, S. Wiehler, A. Bott, U. Eidelsburger und F.X. Roth 1992. *Zum Einfluß von Ameisensäure, Calcium-*

formiat und Natriumhydrogencarbonat auf die Kiemzahlen der Mikroflora und deren Zusammensetzung in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 68, p. 73-81.

Kirchgessner, M. and F.X. Roth 1987a. *Use of formates in the feeding of piglets - 1st communication: Calcium formate*. *Landwirtschaft Forschung*, 40, 2-3, p. 141-152.

Kirchgessner, M. und F.X. Roth 1987b. *Ein-satz von Formiaten in der Ferkelfütterung - 2 Mitteilung: Natriumformiat*. *Landwirtschaft Forschung*, 40, 4, p. 287-294.

Kirchgessner, M. und F.X. Roth 1988. *Ergo-trope Effekte durch Organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast*. *Übersicht zur Tierernährung*, 16, 93-108.

Kleuskens, H. 1996. *Een noodzakelijk stukje microbiologie in brijvoeding*. *Varkens*, 29 mei 1996. P. 74-75.

Kornegay, E.T., H.R. Thomas, D.L. Handlin, P.R. Noland and D.K. Burbank 1981. *Wet versus dry diets for weaned pigs*. *Journal of Animal Science*, 52, 1, p. 14-17.

Kornegay, E.T. and C.R. Risley 1996. *Nu-trient digestibilities of a torn-soybean meal diet as influenced by Bacillus products fed to finishing swine*. *Journal of Animal Science*, 52, 1, p. 14-17.

Kovacs-Zomborszky, M., F. Kreizinger, S. Gombos and Z. Zomborszky 1994. *Data on the effect of the probiotic "Lacto Sacc"*. *Acta Veterinaria Hungarica*, 42, 1, p. 3-14.

Loo, D.J.P.H. van de en R.H.J. Scholten 1997. *Bijproducten via de drinknippel bij gespeende biggen en vleesvarkens*. Proef-verslag P1. 186, Praktijkonderzoek Varkens-houderij, Rosmalen.

Manners, M.J. 1976. *The development of di-gestive function in the pigs*. *Proc. Nutr. Soc.*, Vol. 35, p. 49-55.

- Manners, M.J. 1979. *The enzymatic degradation of starches*. In: J.M.V. Blanshard and J.R. Mitchell (Eds). *Polysaccharides in food*. Butterworths London, Boston, p.75-91.
- Maswaure, S.M. and K.T. Mandisodza 1995. *An evaluation of the performance of weaner pigs fed diets incorporating fresh sweet liquid whey*. *Animal Feed Science and Technology*, 54, p. 193-201.
- Matthew, A.G., A.L. Sutton, A.B. Scheidt, D.M. Forsyth, J.A. Patterson and D.T. Kelly 1991. *Effects of propionic acid containing feed additive on performance and intestinal microbial fermentation of the weanling pig*. *Proceedings of the 6th Int. Symposium on the Digestive Physiology in Pigs*, p.464-469.
- Mikkelsen, L.L. and B.B. Jensen 1997. *Effect of fermented liquid feed (FLF) on growth performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of weaned piglets*. In: *Proceedings VII th International Symposium Digestive Physiology in Pigs*, Saint Malo, France, May 26-28 1997, p. 638-641.
- Moreau, R., P. Quéméré et J.C. Carlier 1992. *Utilisation de sous-produits agro-industriels dans l'alimentation du porc: 1- Pratiques et résultats technico-économiques dans le Nord de la France*. *Journées Rech. Porcine en France*, 24, p. 143-150.
- Moreau, R., E. Grenier, P. Quéméré et F. Willequet 1994. *Influence de taux croissants d'incorporation de coramix en association à une purée de pomme de terre sur les performances zootechniques du porc charcutier*. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, p. 221-226.
- Mosenthin, R., W.C. Sauer, F. Ahrens, C.F.M. de Lange and U. Bornholdt 1992. *Effect of dietary supplements of propionic acid, siliceous earth or a combination of these on the energy, protein and amino acid digestibilities and concentrations of microbial metabolites in the digestive tract of growing pigs*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 37, 245-255.
- Mroz, Z., A.W. Jongbloed, K. Partanen, K. Vreman, J.Th.M. van Diepen, P.A. Kemme and J. Kogut 1997. *The effect of dietary buffering capacity and organic acid supplementation (formic, fumaric and n-butyric acid) on digestibility of nutrients (protein, amino acids, energy and minerals), water intake and excreta production in growing pigs*. Report 97.014, ID-DLO.
- Nabuurs, M.J.A 1991. *Etiologic and pathogenic studies on postweaning diarrhea*. Proefschrift.
- Nicholson, J.W.G., P.M. Snoddon and P.R. Dean 1988. *Digestibility and acceptability of potato steem peel by pigs*. *Canadian Journal of Animal Science*, 68, p. 233-239.
- Nielsen, E.K. 1994. *Rolled wheat as an aid to avoiding stomach problems*. *Feed Mix*, Volume 2, Number 2, p.16-19.
- Nielsen, H.E., V. Danielsen and A.E. Larsen 1983. *Liquid feeding using water or fermented milk to piglets weaned at an age of five weeks*. Publication no. 462. National Institute of Animal Science. Denmark, Tjele.
- Nousiainen, J. and J. Setälä 1993. *Lactic Acid bacteria as Animal Probiotics*. *Lactic Acid Bacteria* (eds. Salminen and Von Wright).
- Nousiainen, J. and K. Suomi 1991. *Comparative observations on selected probiotics and olaquinox used as feed additives for piglets around weaning -1. Effect on bacterial metabolites along the intestinal tract, blood values and growth*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 66, p. 212-223.
- OPNV 1997. *Persbericht via de firma Beuker*.
- Partridge, G.G., J. Fisher, H. Gregory and S.G. Prior 1992. *Automated wet feeding of weaner pigs versus conventional dry diet feeding: effects on growth rate and food consumption*. *Animal Production*, 54, 3, abstract 136.
- Pas, P. van de, C.M.C. van der Peet-Schwering en A. Hoofs 1989. *Vergelijking*

van brijvoeding met droogvoeding bij gespeende biggen en vleesvarkens. Proefverslag PI .45, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Patterson, D.C 1989. *A comparison of various feeding systems for finishing pigs.* Animal Feed Science and Technology, 26, p. 251-260.

Peet-Schwering, C.M.C. van der en J. van Rooy 1987. *Vergelijking van twee brijvoer-systemen en twee water/voer verhoudingen voor mestvarkens.* Proefverslag P1. 17, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Peet-Schwering, C.M.C. van der, J.G. Plagge en R.H.J. Scholten 1997. *Het voeren van gemalen en geplette tarwe aan vleesvarkens.* Proefverslag P1. 177, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Pluske, J.R., I.H. Williams and E.X. Aherne 1996a. *Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning.* Animal Science, 62, p. 131-144.

Pluske, J.R., I.H. Williams and F.X. Aherne 1996b. *Villous height and crypt depth in piglets in response to increases in the intake of cows' milk after weaning.* Animal Science, 62, p.145-158.

Pluske, J.R., D.J. Hampson and I.H. Williams 1997. *Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review.* Livestock Production Science, vol. 51, p. 215-236.

Prescott, L.M., J.P. Harley and D.A. Klein 1996. *Microbiology* WCB publishers Chicago, United States of America

Prohászka, L. and F. Baron 1980. *The predisposing role of high dietary protein supplies in enteropathogenic E.coli infections of weaned pigs.* Zbl. Vet. Med. B., 27, 222-232.

Radecki, S.V., M.R. Juhl and E.R. Miller 1988. *Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: effect on performance and nutrient balance.* Journal of Animal Science, 66, p. 2598-2605.

Ratcliffe, B., C.B. Cole, R. Fuller and M.J. Newport 1986. *The effect of yoghurt and milk fermented with a porcine strain of Lactobacillus reuteri on the performance and gastrointestinal flora of pigs weaned at two days of age.* Food Microbiology, 3, p.203-211.

Ravindran, V. and E.T. Kornegay 1993. *Acidification of weaner pig diets: a review.* Journal of Science of Food and Agriculture, 1993, Vol. 62, p. 313-322.

Rijnen, M.M.J.A. en R.H.J. Scholten 1998. *Fermentatie van vloeibare bijproducten en brijvoerders.* Proefverslag PI .211. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Risley, C.R., E.T. Kornegay, M.D. Lindemann, C.M. Wood and W.N. Eigel 1993. *Effect of feeding organic acids on gastrointestinal digesta measurements at various times post-weaning in pigs challenged with enterotoxigenic Escherichia coli.* Canadian Journal of Animal Science, 73, p.931-940.

Risley, C.R., E.T. Kornegay, M.D. Lindemann, C.M. Wood and W.N. Eigel 1992. *Effect of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pigs.* Journal of Animal Science, 70, p. 196-206.

Roth, F.X. und M. Kirchgessner 1989a. *Bedeutung von pH-wert und Pufferkapazität des Futters für die Ferkelfütterung. 2. Mitteilung: Effekt einer pH-Absenkung im Futter durch ortho-Phosphorsäure-Zusatz auf Wachstum und Futterverwertung.* Landwirtschaft Forschung, 42, 2-3, p. 168-175.

Roth, F.X. und M. Kirchgessner 1989b. *Bedeutung von pH-wert und Pufferkapazität des Futters für die Ferkelfütterung. 3. Mitteilung: Effekt einer Erhöhung der Pufferkapazität des Futters durch Natrium- und Kaliumbicarbonat-Zusatz auf Wachstum und Futterverwertung.* Landwirtschaft Forschung, 42, 2-3, p. 176-182.

Roth, F.X. und M. Kirchgessner 1988. *Zum Einsatz von Essigsäure in der Ferkelfütterung.*

rung, Landwirtschaft Forschung, 41, p. 253-258.

Roth, F.X., B. Eckel, M. Kirchgessner und U. Eidelsburger 1992a. *Zum Einfluß von Ameisensäure auf pH-wert, Trockenmassegehalt, Konzentrationen an flüchtigen Fettsäuren und Milchsäure im Gastrointestinaltrakt.* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 97, p. 148-156.

Roth, F.X., U. Eidelsburger und M. Kirchgessner 1992b. *Zum Einfluß von Fumarsäure, Salzsäure, Na triumformiat, Tylosin und Toyocerin auf pH-wert, Trockenmassegehalt, Konzentration an Carbonsäuren und Ammoniak in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes.* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 68, p. 93-103.

Roth, F.X., M. Kirchgessner und U. Eidelsburger 1993. *Zur nutritiven Wirksamkeit von Milchsäure in der Ferkelaufzucht.* Agribiol. Res., 46, p. 229-239.

Russell, P.J., T.M. Geary, P.H. Brooks and A. Campbell 1996. *Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed ad libitum with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed.* Journal of Science of Food and Agriculture, 72, p. 8-16.

Schneider, R., F. Kreienbring, G. Bolduan und M. Beck 1989. *Biogene Amine in der Digesta von Schweinen.* Arch. Animal Nutrition, 39, 2, p. 1021-1029.

Scholten, R.H.J. en G.B.C. Backus 1995. *Het varken als afvalverwerker.* Oogst, 23 juni, p. 42-43.

Scholten, R.H.J., G.M. den Brok en G.P. Binnendijk 1996. *Structuurrijke grondstoffen in het mengvoer van vleesvarkens.* Proefverslag Pl. 165, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Scholten, R.H.J. en J.G. Plagge 1997. *Optimalisatie van het *STAR-concept ten aanzien van technische resultaten en gezondheid van vleesvarkens.* Proefverslag P1. 195, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Scholten, R.H.J., A.I.J. Hoofs en N. Verdoes 1997a. *Bijproducten in relatie tot technische resultaten en milieukeurmerken bij vleesvarkens.* Proefverslag P1. 187, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Scholten, R.H.J., A.I.J. Hoofs en M.P. Beurskens-Voermans 1997b. *Bijproductenrantsen voor vleesvarkens: invloed van voerniveau en aminozuregehalten.* Proefverslag P1. 188, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Sissons, J.W. 1989. *Potential of probiotic organisms to prevent diarrhoea and promote digestion in farm animals - a review* Journal of Science of Food and Agriculture, 1989, p. 1-13.

Siva 1996. *Kengetallenspiegel.*

Siva 1997. *Kengetallenspiegel.*

Smits, B. 1978. *Onderzoek naar de voederwaarde van aardappelstoomschillen voor varkens.* Rapport nr. 128, IVVO.

Smits, B. 1982. *De verteerbaarheid van floatatieslib voor varkens.* Rapport nr. 147, IVVO.

Smits, B. en L.B.J. Sebek 1989. *Verteerbaarheid en voederwaarde van Bonda tarwe verteringsproeven.* Rapport nr. 201, IVVO.

Smits, B., A.H. van Gelder en J.W. Cone 1996a. *Samenstelling koolhydraatfractie in partijen aardappelstoomschillen, ontsloten aardappelzetmeel, tarwe-indampconcentraat en tarzetmeel.* Rapport ID-DL0 nr. 96.013, Lelystad

Smits, B., R. Jongbloed and F.A.M. Bouvy 1996 b. *Digestibility and nutritive value of Liquid Mycelium Feed for pigs.* Proceedings Workshop "Unkonventionelle Futtermittel", Braunschweig, 10./11. April 1996.

Smits, B. en R. Jongbloed 1996. *Ileale en faecale verteerbaarheid en voederwaarde van twee partijen aardappelstoomschillen voor vleesvarkens.* Rapport ID-DLO, nr. 96003, Lelystad

Smits, B. and R. Jongbloed 1997. *Ileal digestibility of crude protein and amino acids in several wet by-products for fattening pigs*. Proceedings VII th International Symposium Digestive Physiology in Pigs, Saint Malo, France, May 26-28, p. 600-603.

Stavric, S. and E.T. Kornegay 1995. *Microbial probiotics for pigs and poultry*. Biotechnology in animal feeds and animal feeding, p. 205-231.

Sutton, A.L. and J.A. Patterson 1996. *Effects of dietary carbohydrates and organic acid additions on pathogenic E.Coli and other microorganisms in the weanling pig*. 5th International Symposium on Animal Nutrition, Kaposvár, Hungary, 15 October 1996, p. 31-61.

Tortuero, F. 1995. *Response of piglets to oral administration of lactic acid bacteria*. Journal of Food Protection, 58, 12, 1369-1374.

Vanbelle, M., E. Teller and M. Focant 1990 *Probiotics in animal nutrition: a review*. Archives Animal Nutrition Berlin, 40, 7, p. 543-567.

Vos, R. de 1994a. *Droog of nat voer verstrekken*. Info-Bulletin Varkenshouderij, volume 3, p. 27-31.

Vos, R. de 1994b. *Brijvoer*. Info-Bulletin Varkenshouderij, volume 4, p. 33-39.

Vos, R. de 1994c. *Voerkeuken*. Info-Bulletin Varkenshouderij, volume 5, p. 19-26.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Gemiddelde bedrijfsresultaten en netto voerkosten per kg groei van bedrijven die bijproducten in het rantsoen opnemen en van bedrijven die alleen mengvoer voeren (Siva-producten, 1997)

Bedrijfsresultaten' (gld/kg groei)	bijproducten			mengvoer		
	25%<	25%>	100%	25%<	25%>	100%
Aantal resultaten	27	28	104	35	26	126
Aantal vleesvarkens	1.479	1.936	1.673	1.474	1.503	1.491
Groei/dier/dag	761	706	737	741	714	727
Kg voeropname/d/d	1,88	1,95	1,92	1,99	2,07	2,02
EW voeropname/d/d	2,10	2,13	2,12	2,16	2,21	2,17
Voerconversie	2,47	2,77	2,61	2,68	2,90	2,78
EW-conversie	2,76	3,01	2,88	2,91	3,10	2,99
Gecor. groei/dier/dag	756	698	729	736	706	721
Gecor. EW-conversie	2,69	2,92	2,80	2,84	3,02	2,92
Vlees%	55,7	55,6	55,7	56,0	55,5	55,7
% AA	14,9	13,3	14,2	18,7	11,5	17,1
% A	75,2	73,9	74,5	68,7	73,8	72,1
% uitval	1,8	3,4	2,3	2,3	2,9	2,5
Netto voerkosten per kg groei	1,01	1,21	1,10	1,13	1,27	1,20
Saldo per gem.aanw. vleesvarken	239	157	200	191	131	161

¹25%< en 25%> = de 25% bedrijven met laagste, respectievelijk hoogste voerkosten, 100% duidt op het gemiddelde van alle bedrijven.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P 1.178

Vermindering van de ammoniakemissie door een chemische luchtwasser M.G.M. Vrielink, Verdoes, N. en Gastel, J.P.B.F. van, juli 1997.

Proefverslag P 1.179

Het los bijvoeren van geplette of gestructureerde tarwe aan vleesvarkens. R. H.J. Scholten, Plagge J.G. en Peet-Schwering C.M.C. van der, juli 1997.

Proefverslag P 1.180

Vergelijking van grondbuizen en grondwater-unit bij vleesvarkens. J.J.H. Huijben en Hoofs, A.I.J., juli 1997.

Proefverslag P 1.181

Voorspelling en beoordeling vleeskwiteit van koppels vleesvarkens. J.B. van der Fels, Huiskes, J.H., Kanis, E., Walstra, P. en Hulsegge, B., juli 1997.

Proefverslag P 1.182

Effecten van een extra ijzerinjectie op groei en humorale immuniteit van gespeende biggen E.M.A.M. Bruininx, Jetten, K., Schrama, J.W., Parmentier, H.K. en Swinkels, J.W.G.M., september 1997.

Proefverslag P 1.183

Vergelijking van toegelaten I&R-gebruiksmerken. E.R. ter Elst-Wahle, Roelofs, P.F.M.M. en Adams, J.H.A.N., september 1997.

Proefverslag P 1.184

Vergelijking van de kostprijs van varkensvlees in een aantal geselecteerde EU-lidstaten (Europorc). M.A.H. Vaessen en Backus, G.B.C., oktober 1997.

Proefverslag P 1.185

Varkens- en runderplasma en dierlijk en plantaardig eiwit in voer voor gespeende biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.186

Bijproducten via de drinknippel bij gespeende biggen en vleesvarkens. D. J.P.H. van de Loo en Scholten, R.H.J., oktober 1997.

Proefverslag P 1.187

Bijproducten in relatie tot technische resultaten en milieukeurmerken bij vleesvarkens. R.H.J. Scholten, Hoofs A.I.J. en Verdoes N., oktober 1997

Proefverslag P 1.188

Bijproductenrantsoen voor vleesvarkens: invloed van voerniveau en aminozuregehalte. R.H.J. Scholten, Hoofs, A.I.J. en Beurskens-Voermans, M.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.189

Groei-, slacht- en vleeskwiteitsresultaten bij nakomelingen van twee verschillende eindberen. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P., Hoofs, A.I.J. en Theissen, M., oktober 1997.

Proefverslag P 1.190

Een verhoogde zachte zeugenmat in het kraamhok. G.P. Binnendijk en Vermeer, H.M., oktober 1997.

Proefverslag P 1.191

Effecten van maatregelen ter reductie van de mineralenuitscheiding door varkens in het NUBL-gebied. C.P.A. van Wageningen en Backus, G.B.C., november 1997.

Proefverslag P 1.192

Ontwerp van biologische stikstofverwijderings-systemen voor varkensmest. C.C.R. van der Kaa en Gastel, J.P.B.F. van, november 1997.

Proefverslag P 1.193

Oplegstrategieën voor gespeende biggen en vleesvarkens. D. J.P.H. van de Loo, Hoofs, A.I.J. en Swinkels, J.W.G.M., november 1997.

Proefverslag P 1.194

Urine-pH, ammoniakemissie en technische resultaten van vleesvarkens na toevoeging aan het voer van organische zuren, met name benzoëzuur G.M. den Brok, Hendriks, J.G.L., Vrielink, M.G.M. en Peet-Schwering, C.M.C. van der, december 1997.

Proefverslag P 1.195

*Optimalisatie van het *STAR-concept ten aanzien van technische resultaten en*

gezondheid van vleesvarkens. R. H. J. Scholten en Plagge, J.G. december 1997.

Proefverslag P 1.196

IJzertoediening aan zuigende biggen via het drinkwater: E.M.A.M. Bruininx, Swinkels, J.W.G.M., Binnendijk, G.P., Broekman, E.J.A.J., Straaten, A. van der en Peet-Schwering, C.M.C. van der, december 1997.

Proefverslag P 1.197

Technische en economische resultaten van bedrijven met zeugen in 1996. C.E.P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

Proefverslag P 1.198

Technische en economische resultaten van bedrijven met vleesvarkens in 1996. C. E. P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

Proefverslag P 1.199

Kraamhoktype en uitmes frequentie bij scharrelvarkens: technische resultaten, arbeid en ammoniakemissie. J.H. Huiskes, Plagge, J.G., Roelofs, P.F.M.M., Vermeer, H.M., Vonk, M.C., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, maart 1998.

Proefverslag P 1.200

Gezondheidsmanagement op zeugenbedrijven. E.R. ter Elst-Wahle, Vaessen, M.A., Binnendijk, G.P., Vos, H.J.P.M., Huirne, R.B.M. en Backus, G.B.C., april 1998.

Proefverslag P 1.201

Ammoniakemissie in kraamafdelingen met mestpannen. A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., april 1998.

Proefverslag P 1.202

Energiegebruik en technische resultaten van zeugen en biggen bij verlagen van de instelling van de ruimtetemperatuur in kraamafdelingen P.J.W.M. Geurts, Binnendijk, G.P., Huijben, J.J.H. en Swinkels, J.W.G.M., april 1998.

Proefverslag P 1.203

Hoktype en welzijn van K.I. -beren. E. M.A.M. Bruininx, Vermeer, H.M., Vereijken, P.F.G.,

Wassenaar, T. en Swinkels, J.W.G.M., mei 1998.

Proefverslag P 1.204

Situatie en aanpassingsmogelijkheden op varkensbedrijven in Deurne en Ysselsteyn op het gebied van gezondheid, welzijn en milieu. M.A. van der Gaag, Aa, H.J.M. van der en Backus, G.B.C., mei 1998.

Proefverslag P 1.205

Reinigingsplaatsten voor vee wagens op varkensbedrijven. P.F.M.M. Roelofs en Nijskens, J.J.W., mei 1998.

Proefverslag P 1.206

Brijvoer via Vario-Mix of lange trog bij vleesvarkens, A.I.J. Hoofs en Scholten, R.H.J, juni 1998.

Proefverslag P 1.207

Emissie-arme huisvesting bij grote groepen gespeende biggen. A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., juni 1998.

Proefverslag P 1.208

Vliegenbestrijding in varkensstallen. P.F.M.M. Roelofs, Nijskens, J.J.W., Vesseur, P.C. en Plagge, J.G., juli 1998.

Proefverslag P 1.209

Technisch functioneren van de Air Pathogen Free (A PF)-stal: luchtbehandeling en hygienemaatregelen. J.J.H. Huijben, Loo, D.J.P.H. van de, Wagenberg, A.V. van, Swinkels, J.W.G.M. en Vesseur, P.C., augustus 1998.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 30,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost f 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.