



PraktijkRapport Varkens 52

# Effect van bijproducten op de slacht- en vleeskwaliteit van vleesvarkens



Augustus 2006

**Varkens**





## Colofon

### Uitgever

Animal Sciences Group / Veehouderij  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.po.asg@wur.nl](mailto:info.po.asg@wur.nl)  
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

### Redactie en fotografie

Veehouderij

### © Animal Sciences Group

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

### Aansprakelijkheid

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

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

## Abstract

From the literature and from this monitoring study, it can be concluded that feeding current food waste products to growing finishing pigs not negatively affects slaughter, meat and fat quality. The meat quality of the pigs fed wet diets was similar or even better than that of the pigs fed the dry feeds. Striking facts are the differences in drip loss (- 1.1%) and cooking loss (- 0.6%) of the wet feeding group, compared with the dry feeding group, possibly due to the higher salt contents in the wet diets.

**Keywords:** slaughter quality, meat quality, fat quality, food waste products, growing finishing pigs

## Referaat

Uit literatuuronderzoek en uit deze praktijk-monitoring blijkt dat het verstrekken van gangbare bijproducten de slacht-, vlees- en vetkwaliteit niet negatief beïnvloeden. De vleeskwaliteit van de varkens die brijvoer kregen is in veel opzichten juist beter dan die van de varkens die droogvoer kregen. Zeer opvallend is het lager dripverlies (1,1 %) en een tendens tot een lager kookverlies (0,6%) bij de brijvoergroep, mogelijk als gevolg van de hogere zoutgehalten in het brijvoer.

ISSN 1570 - 8608

Krimpen, M.M. van (Animal Sciences Group)  
Effect van bijproducten op de slacht- en vleeskwaliteit van vleesvarkens  
PraktijkRapport Varkens 52  
31 pagina's, 2 figuren, 16 tabellen

**Trefwoorden:** slachtkwaliteit, vleeskwaliteit, vetkwaliteit, bijproducten, vleesvarkens



PraktijkRapport Varkens 52

# Effect van bijproducten op de slacht- en vleeskwaliteit van vleesvarkens

## Effect of food waste products on slaughter and meat quality of growing finishing pigs

M.M. van Krimpen  
J.J. Rommers  
G.P. Binnendijk  
C. Gerris (CCL-Research)

Augustus 2006

## Samenvatting

In de vleesvarkenshouderij vormen de voerkosten een belangrijk aandeel (circa 50%) van de totale kostprijs. Een in de praktijk veel toegepaste methode om de voerkosten te verlagen is het verstrekken van (vochtrijke) bijproducten. Omdat bijproducten over het algemeen nog waardevolle nutriënten, zoals energie, eiwitten en mineralen bevatten, zijn ze in principe geschikt voor vervoeding aan landbouwhuisdieren, mits ze aan de wettelijke bepalingen voldoen. Het aanbod van vochtrijke diervoeder is tussen 1994 en 2003 met 25% gestegen. In de praktijk worden slachterijen met enige regelmaat geconfronteerd met partijen varkensvlees met een afwijkende vleeskwiteit. Hierbij kan onder meer gedacht worden aan een afwijkende geur, kleur en/of smaak. In het verleden is wel eens de link gelegd tussen afwijkende vleeskwiteit en het verstrekken van bijproducten. Rond dit thema is tot op heden echter nauwelijks onderzoek verricht. Gezien het grote aantal vleesvarkens dat in Nederland vochtrijke bijproducten krijgt is het belangrijk om te weten wat de mogelijke invloed hiervan is op de slacht-, vlees- en vetkwiteit van vleesvarkens. Op verzoek van het Productschap Vee en Vlees heeft de Animal Science Group van Wageningen UR dit onderzocht in een onderzoeksproject dat gesplitst was in drie fasen:

1. Een literatuurstudie naar nutriënten en/of andere eigenschappen van bijproducten die mogelijk een negatief effect hebben op slacht-, vlees en vetkwiteit.
  2. Het monitoren van de slacht-, vlees en vetkwiteit van varkens waaraan of droogvoer of brijvoer is verstrekt in de praktijk.
  3. Het uitvoeren van een dierexperiment waarin het effect van specifieke nutriënten en/of andere eigenschappen van bijproducten op de slacht-, vlees- en vetkwiteit experimenteel onderzocht zal worden.
- De eerste twee fasen worden in dit verslag gerapporteerd.

### Fase 1: Literatuurstudie voeding – slacht- en vleeskwiteit

Aan de hand van een literatuurstudie is getracht meer inzicht te krijgen op de invloed van voeding(bestanddelen) en bijproducten in het bijzonder op de slacht- en vleeskwiteit.

De slacht- en vleeskwiteit van varkensvlees hangen nauw samen met de chemische samenstelling van het voer. Hierbij spelen vooral vetten, vitaminen en mineralen in het voer een belangrijke rol. Het vetzuurpatroon van het voer (verhouding verzadigde en onverzadigde vetzuren, vetzuursamenstelling, transvetzuren) bepaalt rechtstreeks het vetzuurpatroon van het vlees en beïnvloedt daarmee malsheid, kleur en smaak van het vlees, maar ook geschiktheid voor menselijke consumptie. Vitamine E en selenium verlagen de vetoxidatie waardoor de houdbaarheid, kleur en smaak van het vlees positief worden beïnvloed. Vitamine C, D<sub>3</sub> en magnesium beïnvloeden de pH van het vlees na slachten, verminderen het dripverlies en geven een verbetering van de kleur van het vlees. Daarnaast lijkt de elektrolytenbalans van het voer het dripverlies te beïnvloeden.

Bijproducten worden gekenmerkt door een grote diversiteit in herkomst en variatie in chemische samenstelling. Ze kunnen de slachtkwiteit zowel positief als negatief beïnvloeden. Bij een beperkt aantal bijproducten (uienschillen, milo corn) werd een slechtere smaak of houdbaarheid van het vlees aangetoond. Daarnaast blijkt dat bijproducten een aantal specifieke eigenschappen (bestanddelen) kunnen hebben die de slacht- en vleeskwiteit positief beïnvloeden, met name de vetten en de gehalten aan anionen en kationen. Door aan bijproductenrantsoenen adequate eisen te stellen met betrekking tot het vetzuurpatroon (verzadigd - onverzadigd, cis- en transvormen) en de elektrolytenbalans lijkt het mogelijk om de gewenste slacht- en vleeskwiteit te kunnen garanderen. Echter, uit de literatuurstudie blijkt dat er weinig specifieke informatie beschikbaar is over de relatie bijproducten en kwiteit eindproduct. Conclusie: nader onderzoek naar onder andere het effect van transvetzuren en de kation/anion-blans op de slacht- en vleeskwiteit is gewenst.

### Fase 2: Monitoringsonderzoek aan de slachtlijn

Om meer zicht te krijgen op het mogelijke effect van droogvoer versus brijvoer op de slacht-, vlees- en vetkwiteit van varkens is een slachtlijnmonitoring uitgevoerd.

#### *Opzet slachtlijnmonitoring*

Het monitoringsonderzoek is uitgevoerd door van vier varkensbedrijven, die aan een deel van de varkens droogvoer en aan een deel brijvoer voerden, vleesvarkens te volgen tot aan de slachtlijn.

Op basis van de pH, 24 h na slachten, zijn twee keer 10 karkassen geselecteerd voor het slacht-, vlees- en vetkwiteitsonderzoek. Tevens zijn worsten geproduceerd en karbonaden bereid en ter beoordeling voorgelegd aan een smaakpanel. Een deel van het vlees en vet is gebruikt voor de productie van droge worsten. Er zijn acht worstrecepturen bereid, vier op basis van droog voer, vier op basis van brijvoer; met verschillende oxidatie-indexen, uiteenlopend van 14,7 tot 23,3 bij ongeveer gelijke vitamine E gehalte (3,1 - 4,4 mg/kg).

### *Voersamenstelling*

De bedrijven verstrekten uitsluitend gangbare bijproducten, zoals tarwezetmeel, aardappelproducten (stoomschillen, patatafval), zuivelproducten, biergist, koekjesmix en CCM. Een opvallend verschil tussen de droogvoerders en de brijvoerrantsoenen was het hogere aandeel zouten en de hogere dieet elektrolytenbalans (dEB) in de brijvoerders. De brijvoerders bevatten daarnaast meer ruw eiwit en minder ruwe celstof, ruw vet en zetmeel. Het vetzuurpatroon in het brijvoer omvat een hoger aandeel verzadigde vetzuren en meervoudig onverzadigde vetzuren en minder enkelvoudig onverzadigde vetzuren dan het vetzuurpatroon van het droogvoer.

### *Slachtkwaliteit*

Uit deze monitoring bleek dat er geen verschil was in slachtkwaliteit (vleespercentage, classificatie en PSE-klassen) tussen varkens die droogvoer of brijvoer kregen.

### *Vleeskwaliteit*

De vleeskwaliteit van varkens die brijvoer kregen was gelijk en op een aantal punten zelfs beter dan die van varkens die droogvoer kregen. De betere vleeskwaliteit bleek onder andere uit een hoger niveau aan antioxidanten (vitamine E) en een lager dripverlies, een lagere lipaseactiviteit (activiteit van enzym dat vet afbreekt) en een tendens tot een lager kookverlies.

### *Vetkwaliteit*

Er was een duidelijk verschil in vetzuurpatroon van het rugspek tussen beide proefgroepen. Het percentage verzadigde vetzuren was voor beide groepen gelijk. De verschillen traden met name op bij het patroon van de onverzadigde vetzuren. De varkens die brijvoer kregen hadden een lager percentage MUFA's (enkelvoudig onverzadigde vetzuren) en een hoger percentage PUFA's (meervoudig onverzadigde vetzuren) dan de varkens die droogvoer kregen. In overeenstemming hiermee hadden de varkens die brijvoer kregen een hogere oxidatie-index (een maat voor het aantal onverzadigde bindingen in het vet). Het vet van de varkens die brijvoer kregen bevatte meer  $\Omega$ -3 en  $\Omega$ -6 vetzuren. Een hoger aandeel meervoudig onverzadigde vetzuren in het 'brijvoervlees' is vanuit het oogpunt van volksgezondheid gewenst. Een hogere oxidatie-index van dit vet betekent tegelijkertijd echter een verhoogde kans op sneller bederf door ranzigheid.

### *Kwaliteit karbonades en worsten*

Een deel van de karbonades is bereid en daarna beoordeeld door een smaakpanel. Het soort voer (droog of brij) had geen invloed op de smaak van het vlees.

De worsten bevatten op zowel dag 15 als 30 na productie een hogere TBA-waarde (maat voor de houdbaarheid) als de verhouding oxidatie-index/vitamine E hoger was. Een hogere verhouding oxidatie-index/vitamine E verminderde dus de houdbaarheid van de worsten. Het versneld ranzig worden van de worsten met een ongunstige oxidatie index/vitamine E gehalte kan bij zowel droogvoer als brijvoer optreden. Droogvoer heeft lagere oxidatie indexen maar ook lagere vitamine E gehaltes. Brijvoer compenseert de hogere oxidatie indexen met hogere vitamine E gehaltes. De worsten zijn eveneens beoordeeld door een smaakpanel. De verhouding van oxidatie-index/vitamine E had naar het oordeel van het smaakpanel echter geen effect op de smaak van de worsten. Bij de worsten afkomstig van 'brijvoervlees' nam de stevigheid af naarmate de verhouding oxidatie-index/vitamine E toenam, terwijl er geen duidelijke relatie tussen oxidatie-index/vitamine E en stevigheid was bij de worsten afkomstig van 'droogvoervlees'. De worsten afkomstig van 'droogvoervlees' hadden gemiddeld een lagere stevigheid dan de worsten afkomstig van het 'brijvoervlees' (6,3 versus 6,8).

### **Praktijktoepassing**

Uit deze praktijkmonitoring blijkt dat het verstrekken van gangbare bijproducten de slacht-, vlees- en vetkwaliteit niet negatief beïnvloeden. De vleeskwaliteit van de varkens die brijvoer kregen is in veel opzichten juist beter dan die van de varkens die droogvoer kregen. Zeer opvallend is het lager dripverlies (1,1 %) en een tendens tot een lager kookverlies (0,6%) bij de brijvoergroep, mogelijk als gevolg van de hogere zoutgehalten in het brijvoer. Bij een gemiddeld geslacht gewicht van 89 kg van de brijvoergroep kan dit de totale keten een economisch voordeel opleveren van € 3,00 per varken. Aangezien het dripverlies optreedt nadat de varkens zijn geslacht, zal het voordeel in eerste instantie merkbaar zijn bij de schakels in de keten die na de varkenshouder komen.

Om het effect van brijvoer versus droogvoer op slacht- en vleeskwaliteit te valideren zal een vervolgonderzoek uitgevoerd worden, waarin de twee voerregimes met elkaar vergeleken worden. Binnen de voerregimes wordt elektrolytenbalans als extra factor meegenomen. De voeders/rantsoenen zullen nutritioneel zoveel mogelijk gelijkwaardig gehouden worden.

## Summary

In pig husbandry, feeding costs amount an important part (about 50%) of the total cost price. In practice, feeding (liquid) food waste products is an often used method to reduce the feeding costs. Due to the mostly valuable nutrient contents (e.g. energy, proteins and minerals) these kinds of products seem to be appropriate raw materials for supplementing to farm animals, if these products will meet the legal provisions. Over the period from 1994 to 2003, the supply of liquid food waste products in the Netherlands is increased with 25%. Regularly, slaughter houses will be confronted with deviant pig meat qualities, like deviating odours, colours or tastes. In the past, these deviants sometimes were linked to the supply of food waste products. However, hardly any scientific data are available to support this assumption. Considering the large number of growing finishing pigs, that will be fed liquid food waste products in the Netherlands, it's important to know more about the effect of these products on the slaughter, meat and fat quality of these products. At the request of the Product Board Livestock and Meat the Animal Science Group of Wageningen UR performed a 3-phase research project. The phases were:

1. A literature review to the possible effect of nutrients or other properties of food waste products on slaughter, meat and fat quality;
2. A monitoring study to the slaughter, meat and fat quality of growing finishing pigs, fed dry feed versus liquid diets, containing food waste products;
3. An animal experiment in which the effect of specific nutrients and/or other characteristics of food waste products on slaughter, meat and fat quality will be investigated.

The results of phase 1 and 2 are mentioned in this report.

### **Phase 1: Literature review nutrition and slaughter, meat and fat quality**

A literature review was carried out to get more insight in the effect of nutritional factors in general, and food waste products in particular, on slaughter and meat quality. From this, it can be concluded that slaughter and meat quality are closely related to the chemical composition of the diet. The most important nutritional factors that affect slaughter and meat quality are the level and source of fat, and the level of vitamins and minerals. The fatty acid pattern of the diet (ratio saturated – unsaturated fatty acids, (trans) fatty acid content) directly affects the fatty acid content of meat, and by that tenderness, colour and taste of meat. Suitability for human consumption is also affected by this. Vitamin E and selenium have a reducing effect on fat oxidation, which positively affects storage life, colour and taste of meat. Vitamin C, D<sub>3</sub> and magnesium may affect pH of meat after slaughtering, reduce drip loss and improve the colour of meat. Moreover, drip loss may be reduced by an increased electrolytes balance of the diet.

Food waste products can be characterised by a large diversity in origin and variation in chemical composition. These products can positively or negatively affect meat quality. Some food waste products (onionskin, milo corn) negatively affected taste and storage life of meat. Food waste products, however, may have some special characteristics that positively affect quality, like their fatty acid composition and electrolytes content. In conclusion, slaughter and meat quality of pigs that were fed food waste products, seem to be guaranteed, if the ratio fulfil certain requirements regarding fatty acid pattern and electrolytes balance. In the literature, however, scarcely information is available over the effect of food waste products on quality. Therefore, more research is desired, especially to the effect of trans fatty acids and electrolytes balance on slaughter and meat quality.

### **Phase 2: Monitoring study in the slaughter house**

A monitoring study in the slaughter house was performed, to get a better understanding of the possible effects of dry feeding versus wet feeding on slaughter, meat and fat quality of growing finishing pigs.

#### *Experimental design*

For this study, four pig farms, in which the two feeding systems (dry versus wet feeding) were available, were selected. Pigs of both feeding systems were delivered to the slaughter house on the same. On a pH base 24 h after slaughtering, ten carcasses of barrows from both groups were selected for analysing the slaughter, meat and fat quality. Further more, chops and sausages were prepared and assessed by taste panels. In total eight sausages, four of wet feed origin and four of dry feed origin, were produced. By use of selected fat samples, sausages with different oxidation indices were prepared (range 14.7 - 23.3), whereas vitamin E content was more or less stable (range 3.1 – 4.4 mg/kg).

#### *Diet composition*

The diets contained only current food waste products, like wheat starch, potato products (peels, chips wastes), milk by products, brewers yeast, cake mix and corn cob mix. The wet diets had a significant higher salt content and a higher electrolytes balance, compared with the dry feeds. Moreover, the wet diets contained more crude protein and less fibre, fat and starch than the dry feeds. Both diets also differed in fatty acid pattern. The fatty acid pattern of the wet diets contained more saturated and polyunsaturated fatty acids and less mono unsaturated fatty acids, compared with the fatty acid pattern of the dry feeds.

### *Slaughter quality*

Slaughter quality (meat percentage, classification, PSE classes) differed not significantly between the diets.

### *Meat quality*

Meat quality of pigs that were fed liquid diets was similar or sometimes better compared with the pigs fed dry feed, resulting in more anti oxidants (vitamin E), less drip loss, lower lipase activity (fat degrading enzyme) and a tendency to less cooking loss.

### *Fat quality*

Fatty acid pattern of back fat samples differed significantly between treatments. Percentage of saturated fatty acids was similar for both diets, but the mono unsaturated fatty acid content was lower and the poly unsaturated fatty acid content was higher in back fat of pigs fed the liquid diets. In line with this, back fat of pigs fed the liquid diets had a higher oxidation index (measure for the number of unsaturated bonds in fat). Fat of liquid diet fed pigs contained also more  $\Omega$ -3 en  $\Omega$ -6 fatty acids. From a human health point of view, the higher poly unsaturated fatty acid content in meat of pigs fed liquid diets is desirable. A higher oxidation index, however, may also indicate an increased risk on taint of fat due to rancidity.

### *Assessment of chops and sausages*

Chops of pigs from both feeding systems were prepared and assessed by a taste panel. Feeding regime did not affect the taste and juiciness of the chops.

In the sausages, TBA-value (value for storage live) increased with increasing ratios oxidation index/vitamin E. So, a higher ratio oxidation index : vitamin E results in a lower storage live of the sausages. The taste panel did not find an effect of the ratio oxidation index/vitamin E on taste of the sausages. Firmness of sausages from pigs fed wet diets decreased with increasing ratio oxidation index/vitamin E, whereas firmness of sausages from pigs fed dry feed was not affected by this ratio. Firmness of 'dry feed' sausages on average was lower than firmness of 'wet feed' sausages (6.3 versus 6.8).

### **Practical implications**

From this monitoring study, it can be concluded that feeding current food waste products to growing finishing pigs not negatively affects slaughter, meat and fat quality. The meat quality of the pigs fed wet diets was similar or even better than that of the pigs fed the dry feeds. Striking facts are the differences in drip loss (- 1.1%;  $p < 0.001$ ) and cooking loss (- 0.6%;  $p < 0.10$ ) of the wet feeding group, compared with the dry feeding group, possibly due to the higher salt contents in the wet diets. For the whole pork chain, the economical value of these benefits amount to € 3. - per slaughter pig of about 90 kg. Drip loss occurs after slaughtering of the pigs. Therefore, in first resort the chain partners after the pig farmer will profit from the benefits of less drip loss.

To validate the effect of wet versus dry feeding, a sequel experiment will be carried out in which the two feeding systems will be compared. In this experiment, the level of electrolytes balance will also be included as research factor.

# Inhoudsopgave

## Samenvatting

## Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literatuur slacht- en vleeskwaliteit</b> .....	<b>2</b>
2.1	Definitie slacht- en vleeskwaliteit .....	2
2.2	Relatie tussen voeding en slacht- en vleeskwaliteit .....	3
2.3	Bijproducten .....	7
2.4	Effect van bijproducten op de slacht- en vleeskwaliteit .....	9
2.5	Effect van vetten op de vlees- en vetkwaliteit .....	10
2.6	Effect van electrolyten (Na, K, CL) op de slacht- en vleeskwaliteit .....	13
2.7	Conclusies en praktische relevantie literatuur .....	13
<b>3</b>	<b>Slachtlijnmonitoring</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Resultaten slachtlijnmonitoringsonderzoek</b> .....	<b>18</b>
4.1	Chemische analyses voeders/rantsoenen .....	18
4.2	Slachtkwaliteit .....	20
4.3	Relatie met voer- en rantsoensamenstelling .....	23
<b>5</b>	<b>Discussie</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Conclusies slachtlijnmonitoring en toepassing voor de praktijk</b> .....	<b>27</b>
	<b>Praktische relevantie</b> .....	<b>27</b>
	<b>Literatuur</b> .....	<b>28</b>



## 1 Inleiding

In de varkenshouderij vormen de voerkosten een belangrijk aandeel in de uiteindelijke kostprijs van varkensvlees: circa 53% (Agrovision\_B.V., 2005). Het vervangen van mengvoer door natte en droge nevenproducten uit vooral de levensmiddelenindustrie (ook wel bijproducten genoemd) is in de praktijk een veel toegepaste strategie om de voerkosten te verlagen. In 2004 waren de netto voerkosten van vleesvarkens, die een rantsoen met vochtrijke bijproducten kregen gemiddeld 9% lager dan van vleesvarkens, die een rantsoen met uitsluitend droogvoer kregen gevoerd (Agrovision\_B.V., 2005).

Vanuit de agrofood industrie is er grote belangstelling om bijproducten in de varkenshouderij af te zetten (Pierick and Bolhuis, 2005). Bij de productie van levensmiddelen komen grote hoeveelheden producten vrij die de consument niet meer wil of kan consumeren. In het verleden werd een deel van deze producten gestort, verbrand, geloosd of ingedroogd. Door strengere milieuregels en toenemende energie- en storkosten is door de agrofood industrie naar alternatieve afzetmogelijkheden gezocht. Omdat bijproducten over het algemeen nog waardevolle nutriënten als eiwitten, mineralen en energie bevatten zijn ze in principe geschikt voor vervoeding aan landbouwhuisdieren.

Door de Overleggroep van Producenten van Natte Veevoerders (OPNV) is berekend dat in 2003 5.324.000 ton vochtrijke diervoeders zijn afgezet, waarvan 60% in de varkenshouderij (OPVN, 2004). Dit komt overeen met circa 560.000 ton ds. Hiermee bedraagt het aandeel bijproducten ten opzichte van de totale mengvoerproductie voor vleesvarkens circa 12% (Productschap\_voor\_Diervoeder, 2004).

Bijproducten dienen te voldoen aan de eisen van de Good Manufacturing Practice en Hazard Analyses&Critical Control Points (GMP+) regeling voor de diervoederindustrie. Deze regeling stelt o.a. eisen aan producten en leveranciers, zodat risico's voor de gezondheid van mens en dier tot een minimum worden beperkt. Deze regeling biedt echter geen garanties voor de slacht- en vleeskwiteit, omdat afwijkingen hiervan geen risico vormen voor de veiligheid van mens en dier.

De herkomst van bijproducten is zeer divers en ze hebben over het algemeen een grotere variatie in chemische samenstelling dan mengvoerders (Scholten and Rijnen, 1998). Vanuit de praktijk is bekend dat sommige bijproducten (zoals uienap, visafval, bepaalde vetten) specifieke eigenschappen hebben die de slacht- en vleeskwiteit nadelig kunnen beïnvloeden. Naast samenstelling, opslag/bewaring kan ook het proces van mengvoerbereiding invloed hebben op de kwaliteit. Slachterijen worden incidenteel geconfronteerd met partijen varkensvlees met een afwijkende vleeskwiteit. Hierbij moet worden gedacht aan een afwijkende geur, kleur en/of smaak. Soms is de link gelegd naar varkensbedrijven waar bijproducten worden gevoerd.

Vanwege het grote aantal vleesvarkens dat in Nederland wordt gevoerd met bijproducten is het van belang om de mogelijke invloed te weten van het voeren van bijproducten op de slacht- en vleeskwiteit van varkensvlees. In 1997 werd daartoe een Raamplan "Vervoerding van bijproducten in relatie tot slacht-, vlees- en vetkwiteit van varkensvlees" opgesteld (Aar, *et al.*, 1997). Hierin is de bestaande kennis over de invloed van bijproducten op de slacht-, vlees- en vetkwiteit geïnventariseerd en leemten met betrekking tot het onderzoek op dit gebied aangegeven. Geconcludeerd werd onder andere dat er veel leemten in kennis waren.

Het aanbod van vochtrijke bijproducten is tussen 1994 en 2003 met 25% gestegen (Pierick and Bolhuis, 2005) en de prognose is dat het aandeel bijproducten in de voeding van varkens in de toekomst verder zal toenemen. Doel van het eerste deel van dit rapport (hoofdstuk 2) is om aan de hand van literatuur in beeld te brengen welke bestanddelen van de voeding afwijkingen van slacht- en/of vleeskwiteit kunnen veroorzaken. Met behulp van deze gegevens is getracht na te gaan welke bijproducten, op basis van hun chemische samenstelling, mogelijk problemen zouden kunnen geven voor de slacht- en vleeskwiteit van vleesvarkens.

Daarnaast is een monitoringsonderzoek aan de slachtlijn uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in het effect van voerregime (brijvoer versus droogvoer) op de slacht- en vleeskwiteit van vleesvarkens. In Hoofdstuk 3 tot en met 6 zijn de opzet en resultaten van dit slachtlijnmonitoringsonderzoek weergegeven. Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Vee en Vlees.

## 2 Literatuur slacht- en vleeskwaliteit

### 2.1 Definitie slacht- en vleeskwaliteit

Slacht- en vleeskwaliteit kunnen op vele manieren worden gedefinieerd. Een van de meest gehanteerde definities is die van Eikelenboom (1992). Hij definieerde slacht- en vleeskwaliteit in termen van sensorische-, technologische- en hygiënische kwaliteit en voedingswaarde. In tabel 1 is inzichtelijk gemaakt wat onder de verschillende termen van kwaliteit wordt verstaan.

**Tabel 1** Overzicht verschillende kwaliteitsaspecten van vlees

Slachtkwaliteit	Geslacht gewicht, vleespercentage, spekdikte, spierdikte, beveleedheid (type) Vlees/vet- en vlees/been verhouding
Vleeskwaliteit	- <i>Sensorische kwaliteit</i> : Vers: uiterlijk (kleur, versheid, waterbindend vermogen) Bereid: eetkwaliteit (o.a. malsheid, sappigheid, kleur en smaak) - <i>Technologische kwaliteit</i> : geschiktheid voor verwerking (o.a. watervasthoudend vermogen, pH, gedenatureerde- en ongedenatureerde eiwitten, verzadigde- en onverzadigde vetzuren)
Hygiënische kwaliteit	Microbiologische kwaliteit: menspathogene kiemen, bederfflora Chemisch-toxische kwaliteit: residuen (hormonen, groeibevorderaars, antibiotica etc.)
Voedingswaarde	Aminozuren, vetten, vitaminen, mineralen
Ethische kwaliteit <sup>1</sup>	Ethische aspecten samenhangend met productiemethoden, "imago van het product"

<sup>1</sup> De ethische kwaliteit is toegevoegd, doordat de productiemethoden en het welzijn van de dieren van invloed werden op de waardering en de beleving van de kwaliteit van het product (Eikelenboom, 1992).

De slachtkwaliteit van varkens wordt in belangrijke mate bepaald door de verhouding tussen vet- en eiwitaaanzet, of te wel de groeisamenstelling. De groeisamenstelling wordt door vele factoren beïnvloed, waaronder de genetische aanleg en de voeding.

Er bestaan grote verschillen in genetische aanleg voor slacht- en vleeskwaliteit. Vleesvarkens kunnen eiwit aanzetten tot er een bepaald maximum is bereikt en dit maximum is genetisch bepaald. Als dieren meer energie en eiwit krijgen dan nodig is voor de maximale eiwitaaanzet, dan wordt dit gebruikt voor vetaanzet. Als de maximale eiwitaaanzet nog niet is bereikt, worden vet en eiwit aangezet in een bepaalde verhouding (de eiwit:vet ratio) en deze is afhankelijk van o.a. het genotype, het geslacht, het gewicht, de voersamenstelling en het voerniveau (Peet-Schwering, 1998). Dit betekent dat de hoeveelheid energie die aan het varken wordt verstrekt aan het begin van het mesttraject voor een groot deel in eiwit wordt omgezet. In een later stadium van het mesttraject wordt, afhankelijk van de eiwit:vet ratio, meer vet aangezet.

Tot op heden zijn twee genen bekend, die een belangrijke rol spelen in de vleeskwaliteit doordat ze de afbraak van glucose in het spierweefsel na het slachten (*glycolyse*) beïnvloeden, te weten: het Halothane en het Rendement Napole (RN) gen. Beide genen geven na slachten een lage pH in het vlees wat uiteindelijk resulteert in pale, soft, exudative (PSE of: bleek, zacht en vochtig) vlees. Dit geeft vooral nadelen voor de verwerking en de houdbaarheid van het vlees. Varkens, die recessief homozygoot zijn voor het Halothane gen zijn op te sporen met behulp van de halothaan-test en kunnen zo uitgesloten worden voor de fokkerij. Ook bij het RN gen is er sprake van een dominant en recessief allel en komen de symptomen bij het dominante allel tot uiting. Dieren kunnen worden getypeerd aan de hand van een stukje spierweefsel dat met een biopsie aan het levende dieren kan worden verkregen. Door alleen homozygoot recessieve dieren voor de fokkerij in te zetten, kan het dominante allel uit een populatie worden geëlimineerd (Ellis, *et al.*, 1999).

Vleeskwaliteit wordt voor een belangrijk deel beïnvloed door de genetische achtergrond van het dier, het voerniveau en de grondstoffensamenstelling van het voer. Ook de behandeling rond en na het slachten heeft grote invloed op de vleeskwaliteit. Zo draagt bijvoorbeeld een snelle temperatuurdaling in het vlees na slachting bij aan een verbetering van de vleeskwaliteit. Op de behandeling van vlees na het slachten en de invloed hiervan op de vleeskwaliteit gaan we in dit rapport echter niet verder in.

## 2.2 Relatie tussen voeding en slacht- en vleeskwaliteit

### Het voerniveau en de sekse

De voeropnamecapaciteit van vleesvarkens is sterk afhankelijk van het genotype en de sekse van het vleesvarken. Energie en eiwit worden dus gebruikt voor eiwit- en vetaanzet. Jonge dieren zetten in het algemeen meer eiwit aan en oudere dieren meer vet. Er is een verschil in eiwitaanzet tussen borgen en zeugen. Zeugen kunnen meer eiwit aanzetten dan borgen en ze zetten minder vet aan. Omdat zeugen veel eiwit aan kunnen zetten en niet zo veel vreten, kunnen ze over het algemeen onbeperkt worden gevoerd. Borgen vreten veel meer terwijl ze veel minder eiwit aan kunnen zetten. Daardoor zullen ze sneller gaan vervetten en is het beter om ze beperkt te voeren in de tweede helft van het mesttraject.

De groeisnelheid hangt samen met de vetaanzet binnen een bepaald type varken. Over het algemeen geeft een hoge voeropname een snellere groei, maar ook een lager vleespercentage en een hoger gehalte aan intramusculair vet. Echter de toename van vet in het karkas is niet gelijk over alle vetdepots verdeeld. Het buikvet neemt bij toenemende vetaanzet veel sterker toe dan het rugspek en het intramusculaire vetweefsel. Omgekeerd geldt dat een verlaging van de voeropname een hoger vleespercentage, maar een lager intramusculair vetgehalte geeft. In de tweede helft van het mesttraject kan door een voerbeperving de slachtkwaliteit van borgen worden verbeterd. In plaats van een voerbeperving kan ook voer met een lager energieniveau worden verstrekt om hetzelfde effect te verkrijgen (Peet-Schwering, 1998).

Het voerniveau tijdens de mestperiode kan invloed hebben op de glycolyse in de spieren post-mortem en de malsheid. Kirstensen, *et al.* (2002) toonden aan dat varkens, die in de eerste helft van het mesttraject beperkt waren gevoerd en vervolgens onbeperkt voer kregen tot aan afleveren, malser vlees hadden. De compensatoire groei in het tweede deel van de mestperiode stimuleert de aanmaak en afgifte van proteolytische enzymen, die de malsheid van het vlees post-mortem positief lijken te beïnvloeden. Door de compensatoire groei is er een verhoogde proteolytische activiteit met een hogere malsheid na het slachten.

Voeronthouding voor het afleveren is noodzakelijk voor een goede kwaliteit van vlees en vleesproducten. Een gevuld maagdarmpakket leidt tot grotere stressgevoeligheid met als gevolg een minder goede vleeskwaliteit na het slachten. Bovendien zijn gevulde maagdarmpakketten schadelijk vanwege opbrengstverlies door afkeuring, een verhoogd risico op aansnijdschade, bezoedeling van besmetting van karkas en organen en extra milieukosten (Huiskes, 1998).

### Voersamenstelling

Verschillen in de energie/eiwitverhouding in het voer vertalen zich naar een verschil in de eiwit-vet verhouding in het varkensvlees, echter de smaak van het vlees wordt niet beïnvloed (Melton, 1990).

**Tabel 2** Geadviseerde gehalten aan de eerst limiterende aminozuren, op darmverteerbare basis, in voeders voor vleesvarkens

Gewichtstraject	Gehalten aan darmverteerbaar aminozuur (g/EW) <sup>1</sup>							
	dvLYS		dvM + C <sup>2</sup>		dvTHR		dvTRP	
25 – 45 kg	8,3	(100)	4,9	(59)	4,7	(57)	1,6	(19)
35 – 55 kg	7,7	(100)	4,6	(59)	4,5	(58)	1,5	(19)
45 – 70 kg	7,1	(100)	4,3	(60)	4,2	(59)	1,3	(19)
70 – 110 kg	5,9	(100)	3,6	(61)	3,5	(60)	1,1	(19)
45 – 110 kg	6,7	(100)	4,1	(61)	4,0	(60)	1,2	(19)

<sup>1</sup> dvLYS: darmverteerbaar lysine; dvM + C: darmverteerbaar methionine en cystine; dvTHR: darmverteerbaar threonine; dvTRP: darmverteerbaar tryptofaan. De verhoudingsgetallen ten opzichte van lysine zijn tussen haakjes weergegeven

<sup>2</sup> Geadviseerd wordt voor het methionineaandeel in het (methionine en cystine) gehalte minimaal 55% aan te houden  
Bron: (Centraal\_Veevoederbureau\_(CVB), 2003)

De energieopname en de energie-eiwit verhouding van het voer bepalen voor een belangrijk deel de groeisnelheid en vetaanzet, zoals bij het voerniveau in de vorige paragraaf is beschreven. Een goede eiwitvoorziening is essentieel voor een goede vleesaanzet. Deze dient te voldoen aan de aminozurenbehoefte, maar ook het aminozurenpatroon dient in balans te zijn. Hiervoor geldende de richtlijnen aangegeven in tabel 2.

De eiwitvoorziening speelt een rol bij de vleeskwiteit en heeft enige invloed op de malsheid en het dripverlies van het vlees (Aar and Veen, 1992). Het verstrekken van eiwitdeficiënt voer gedurende het gehele mesttraject leidt tot een lager vleespercentage, maar geeft een verhoging van het intramusculaire vetgehalte. Het voeren van eiwitdeficiënt voer gedurende korte tijd (circa drie weken voor het afleveren) geeft een verhoging van het intramusculaire vetgehalte (Peet-Schwing, 1998).

Een teveel aan eiwit in de voeding is vanuit milieuoogpunt ongewenst, omdat het teveel aan eiwit wordt afgebroken in de lever en in de vorm van ammoniak met de urine wordt uitgescheiden.

### *Vetten*

De smaak, sappigheid en malsheid van het vlees worden voor een belangrijk deel bepaald door het percentage intramusculair vet. Vlees met een hoger gehalte aan intramusculair vet (2,8% of hoger) werd door smaakpanels beter beoordeeld wat betreft smaak, sappigheid en malsheid dan vlees met minder vet (Bejerholm, 1984 in Peet-Schwing, 1998). Vetweefsel kan worden opgedeeld in vetzuren (opslag) en fosfolipiden (structuur). De geur en smaak worden vooral door de fosfolipiden veroorzaakt (Wood, *et al.*, 2003), terwijl vetzuren veel meer invloed hebben op de malsheid en sappigheid (Mottram and Edwards, 1983, Wood, *et al.*, 2003). De hoeveelheid intramusculair vet wordt voor een groot deel bepaald door de verhouding waarin eiwit en vet worden aangezet (eiwit:vet ratio) en deze is sterk genetisch bepaald.

Vetzuren spelen een belangrijke rol in de technische kwaliteit van het vlees. Vetzuren worden gekenmerkt door verschillende smeltpunten en variatie in vetzuursamenstelling en deze bepalen de hardheid of zachtheid van het vet. Dit geldt zowel voor het subcutaan- (onderhuids), intermusculair (karkas), en intramusculair vet. Daarnaast speelt vet een rol bij de kleur van het vlees. Vetweefsel dat veel vetzuren bevat met een hoog smeltpunt is witter van kleur dan vetweefsel dat veel vetzuren met een laag smeltpunt bevat.

Verzadigde en onverzadigde vetzuren. Vetzuren zijn onder te verdelen in verzadigde (VVZ) en onverzadigde vetzuren (OVZ). De verteerbaarheid van het vet is afhankelijk van de samenstelling van de vetzuren. De verteerbaarheid neemt toe bij een hoger aandeel OVZ. Onverzadigde vetzuren hebben een aantal nadelige effecten, te weten:

1. op de vleeskwiteit. Onverzadigde vetzuren oxideren sneller, zeker die met meerdere dubbele bindingen in de koolstofketen. De start van het oxidatieproces is het contact van zuurstof met vetzuren, waarna een chemische afbraakreactie optreedt, waarbij peroxiden worden gevormd. De verdere afbraak van peroxiden geeft een splitsing in kort ketenige producten zoals alkanen, aldehyden en ketonen, die een kenmerkende ranzige geur (stopverflucht) veroorzaken. Hierdoor wordt de geur, de smaak en de houdbaarheid van het vlees slechter (Lobee, 2004). Echter, doordat OVZ gemakkelijk oxideren, zijn ze in positieve zin belangrijk voor de geur die tijdens het braden van het vlees vrijkomt (Wood, *et al.*, 2003).
2. op de consistentie van het spekvet (zacht spek), waardoor het slechter in vleeswaren verwerkt kan worden. Een hoger aandeel OVZ in het vlees geeft echter slechts kleine veranderingen in de smaak van het vlees (Melton, 1990).

Uit gezondheids oogpunt is een hoger aandeel aan OVZ in het vlees gewenst, omdat verschillende soorten kanker en hart- en vaatziekten bij de mens voor een deel worden toegeschreven aan de consumptie van teveel vet met een overmaat aan VVZ. Een verhouding OVZ:VVZ vetzuren in de range van meer dan 0,4 - 0,7 wordt geadviseerd (Cameron, *et al.*, 2000, Wood, *et al.*, 2003, Raes, *et al.*, 2004). Binnen de groep van OVZ wordt onderscheid gemaakt tussen n-3 OVZ (gevormd uit C18:3 linoleenzuur) en n-6 OVZ (gevormd uit C18:2 linolzuur). Linol- en linoleenzuur zijn essentieel in de voeding van varkens. Deze vetzuren kenmerken zich door 18 C atomen met de aanwezigheid van 2 of meer dubbele bindingen. De n-6:n-3 ratio is een risico factor voor kanker en hart- en vaatziekten en uit gezondheidsoogpunt wordt een verhouding lager dan 4 of 5 (Cameron, *et al.*, 2000, Wood, *et al.*, 2003, Raes, *et al.*, 2004) aanbevolen.

Ten opzichte van andere diersoorten (rund en schaap) wordt varkensvlees gekenmerkt door een relatief hoog gehalte aan OVZ (vooral n-6; linolzuur) waardoor de verhouding OVZ:VVZ boven de 0,4 ligt (0,58, Wood, *et al.*, 2003)). Echter dit geeft tevens een hoge n-6:n-3 ratio (7,22, (Wood, *et al.*, 2003), wat vanuit gezondheidsoogpunt weer ongewenst is.

Cis en trans vetzuren: onverzadigde vetzuren komen in twee stereo-isomere vormen voor, namelijk de cis vorm met cis dubbele bindingen en trans vorm met trans dubbele bindingen. Verreweg de meeste onverzadigde vetzuren zijn in de cis vorm, zodat veelal de toevoeging cis of trans niet wordt vermeld. Van nature komen transvetzuren voor in melkvet en dus in melk - en zuivelproducten (Pfalzgraf, *et al.*, 1994). In plantaardige oliën komen weinig transvetzuren voor maar door verhitting (harding) of frituren, kunnen aanzienlijke hoeveelheden transvetzuren worden gevormd (Brühl, 1996).

Transvetzuren worden meer en meer geassocieerd met negatieve gezondheidsaspecten van de mens (Katan and Willet, 1995). Transvetzuren stimuleren het ontstaan van hart en vaatziekten. Ze verhogen bovendien het niet gunstige LDL cholesterol en verlagen het gunstige HDL cholesterol. Ook is ontdekt dat ze een hoger risico geven op het ontstaan van borstkanker. Transvetzuren uit melkvet zijn in deze minder schadelijk dan die uit gehydrogeneerde vetten (Willet, *et al.*, 1993). Op grond van deze bevindingen zijn volgens voedingswetenschappers aanbevelingen tegen te hoge gehalten van transvetzuren in de voeding wenselijk. Het is niet ondenkbaar dat via een aantal bijproducten (resten die ontstaan bij raffinage en (her)behandelen van vetten en oliën) een aanzienlijke hoeveelheid transvetzuren via de varkensvoeding wordt overgedragen naar eindproducten van het varken.

De vetzuursamenstelling van het karkasvet kan door de voeding worden beïnvloed, maar is ook afhankelijk van de diersoort. De samenhang tussen de vetzuursamenstelling in het voer en in het lichaamsvet is groot bij monogastrische dieren (o.a. vleesvarkens) doordat de vetzuren vrijwel onveranderd worden geabsorbeerd. Dit betekent dat de vetzuursamenstelling in de vetdepots overeenkomen met het vetzuurpatroon in de voeding (Wood *et al.*, 2003, Masakazu, 1990 in Ellis, *et al.*, 1999). Zo geven kortketenige VVZ (o.a. kokosvet) meer kortketenige VVZ in het spek, terwijl veel OVZ (o.a. sojaolie) juist veel OVZ in het spek geven. Niet alle vetweefsels reageren in gelijke mate op de vetzuursamenstelling van het voer. Als regel geldt dat de buitenste speklaag meer wordt beïnvloed door het vetzuurpatroon in het voer dan de binnenste speklaag (Aar and Veen, 1992). Doordat het vet in varkensvlees ten opzichte van andere diersoorten relatief veel OVZ bevat, dient men rekening te houden met het feit dat verdere verhoging de houdbaarheid, kleur, geur en smaak negatief kan beïnvloeden, zoals in het bovenstaande is aangegeven.

Een deel van de geresorbeerde vetzuren wordt rechtstreeks benut voor de synthese van lichaamsvet. Als het aanbod van vet in de voeding beperkt is, worden vetten gevormd uit koolhydraten en eiwitten. Koolhydraten leveren "harde" langketenige VVZ. Voedermiddelen met veel kortketenige en OVZ geven "zacht" spek. Doordat de samenstelling van de vetvoorraad in de loop der tijd verandert, afhankelijk van het aanbod van vetzuren ("turn-over", voortdurende mobilisatie en aanzet van vet), is het mogelijk om in het tweede deel van de mestperiode door aanpassing van het voer alsnog "hard" spek te produceren. Vitamine E kan worden toegevoegd als antioxidant. Omgekeerd kunnen ranzige vetten vitamine A en E afbreken, waardoor vitamine deficiënties kunnen ontstaan (Hof, 1985).

#### *Vitaminen en mineralen*

Vitaminen spelen een belangrijke rol bij allerlei processen in het lichaam. De vetoplosbare vitaminen spelen een belangrijke rol in de groei en onderhoud, terwijl de wateroplosbare vitaminen (vitamine B-complex en vitamine C) als co-factor betrokken zijn in metabole processen (Mahan and Kim, 1999). Mineralen zijn anorganische bestanddelen, onder te verdelen in macro- en sporenelementen. Mineralen hebben een van de volgende functies: ze spelen een rol in de opbouw van weefsel (Ca, P), ze onderhouden de osmotische en zuur-base balans in het lichaam (Na, K, Cl) of maken onderdeel uit van enzymen (Se, Cu, Fe) (Cheeke, 1987).

Voor de kwaliteit van varkensvlees zijn onderstaande vitaminen en mineralen van belang:

- Vitamine C kan de stress voor het slachten verlagen. Verlaging van de stress heeft een positief effect op de pH post-mortem en vermindert de kans op PSE. Naast de pH zou ook de kleur van vers vlees verbeteren (Bosi, 1999). De beste resultaten bij vleesvarkens werden verkregen bij toediening van 75 mg Vitamine C/kg. Een ander effect van vit. C is dat het de antioxiderende werking van vit. E ondersteunt. Toevoeging van vit. C aan het voer is echter vrij kostbaar en wordt daardoor niet algemeen toegepast.
- Vitamine E komt van nature voor in de vorm van acht verschillende isomeren, waarvan  $\alpha$ -tocopherol de grootste vitamine E activiteit heeft. 90% Van de vitamine E in varkensvlees bestaat uit  $\alpha$ -tocopherol (Ullrey, 1991). Vitamine E speelt een belangrijke rol in de houdbaarheid, de kleur en het watervasthoudende vermogen van het vlees. Vitamine E remt het enzym phospholipase A<sub>2</sub>. Dit enzym produceert vrije vetzuren die het phospholipide membraan afbreken, waardoor vocht uit het spierweefsel weg kan. Vitamine E vermindert zo het dripverlies in varkensvlees (Enser, *et al.*, 1997). Vitamine E is een antioxidant en remt de vetoxidatie (Ellis, *et al.*, 1999). Vetoxidatie tast de geur en smaak van het vlees aan en vermindert de houdbaarheid. Toevoeging van vitamine E aan het voer wordt dan ook toegepast om de vetoxidatie tegen te gaan. De mate waarin vitamine E aan het voer zou dienen te worden toegevoegd is op basis van de literatuur niet duidelijk. Suomi, *et al.* (1999) onderzochten het effect van vitamine E toevoegingen aan het voer op de prestaties van de varkens en de kwaliteit van het vlees na invriezing. Toevoeging van vitamine E aan het voer (40  $\alpha$ -tocopherol acetaat mg/kg voer) gaf de beste resultaten. Het verbeterde de groei, maar had geen effect op thiobarbituric acid reacting substances test waarden (TBARS; maat voor hoeveelheid oxidatieproducten in het vlees) en de organoleptische kwaliteit van het bevroren vlees. Suomi, *et al.* (1999) concludeerden dat hogere toevoegingen (getest tot 160 mg/kg) niet zinvol waren. Isabel, *et al.*, (2003) daarentegen verkreeg goede resultaten bij toevoeging van 200 mg  $\alpha$ -tocopherol acetaat/kg voer. De TBARS waarden 9 dagen na slachten waren lager en de hammen waren roder van kleur.

Ook Dirinck *et al.* (1996) vonden een positief effect van een toevoeging van vit E van 200 mg/kg op de versheid, malsheid en sappigheid en oxidatie stabiliteit van het vlees. Mahan and Kim (1999) rapporteerden dat toevoeging van vitamine E de kleur van de lendespier verbeterde. In de Nederlandse mengvoederindustrie wordt een minimumgehalte aan vit E van 11 IE/kg aangehouden in het voer voor vleesvarkens (20-120 kg) (ASG-Praktijkonderzoek, 2004).

Het transport van Vitamine E van het voer naar opslag in het varken is laag (ongeveer 1%). De bijdrage aan het verbeteren van de vitamine voorziening van de humane voeding is volgens Flachowsky, *et al.* (2000) dan ook verwaarloosbaar.

- Selenium (Se) is een onderdeel van enzymen, waaronder glutathione peroxidase en phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase. Deze enzymen beschermen tegen vetoxidatie (Enser, *et al.*, 1997, Ellis, *et al.*, 1999). Ook speelt Se een rol bij het omzetten van het schildklierhormoon thyroxine ( $T_4$ ) in de actieve vorm  $T_3$  en beïnvloedt daarmee de groei. Se komt voor in organische en anorganische vorm. De anorganische vorm wordt minder/moeilijker opgenomen en daardoor relatief meer uitgescheiden met de urine. Toevoeging van Se aan het voer kan zinvol zijn om het Se-gehalte in het vlees te verhogen en kan daarmee bijdragen aan een verhoging van Se in de menselijke voeding (Enser, *et al.*, 1997). Er is echter weinig bewijs dat toevoeging van Selenium boven de behoefte voor gezondheid en optimale groei de vleeskwaliteit bevordert (Ellis, *et al.*, 1999). De behoeftenorm van Se voor vleesvarkens (20-120 kg) bedraagt 0,15 mg/kg voer. Het wettelijk toegestane maximum voor Se in varkensvoer is 0,5 mg/kg (ASG-Praktijkonderzoek, 2004).
- Vitamine D<sub>3</sub> verhoogt Ca in plasma en spieren. Toevoeging van vitamine D<sub>3</sub> aan het voer zou malsheid van het vlees bevorderen. Het mechanisme voor bevorderen van de malsheid gaat mogelijk via een stimulerend effect van vitamine D<sub>3</sub> op het spier-Ca niveau en de spier protease enzymen die betrokken zijn bij de malsheid post-mortem (Ellis, *et al.*, 1999). Ellis *et al.* (1999) geven overigens aan dat de effecten niet helemaal duidelijk zijn en er meer onderzoek gewenst is. Uit een ander experiment (Wilborn, *et al.*, 2004) waarin verschillende dosis vit D<sub>3</sub> aan het voer (resp. 0, 40 en 80 IE/kg) van vleesvarkens gedurende de laatste 44 tot 51 dagen voor het afleveren waren toegevoegd, bleek dat het voeren van hoge concentraties aan D<sub>3</sub> de vleeskwaliteit verbeterde doordat de pH daling post-mortem vertraagde en de kleur en malsheid verbeterde. De hoogste concentratie van D<sub>3</sub> in het voer gaf echter wel een lagere groei. Echter, de minimum behoefte aan vit. D voor vleesvarkens (20-120 kg) ligt rond 150 IE/kg vit. D in het voer (ASG-Praktijkonderzoek, 2004), hetgeen beduidend hoger is dan de hoeveelheden die door Wilborn *et al.*, (2004) werden getest. Het maximum toegestane gehalte aan vit. D<sub>3</sub> in het voer van vleesvarkens is vastgelegd in de lijst van toegestane toevoegingsmiddelen in de diervoeding (Verordening EG\_1334) en bedraagt 2000 IE/kg voer.
- Magnesium (Mg) is een belangrijk kation, dat een rol speelt in meer dan 300 enzymen die essentieel zijn voor de stofwisseling, waaronder het eiwit en energie metabolisme. Daarnaast is aangetoond dat Mg de acute stress respons op het hanteren en vervoeren voor slachten verlaagt, wat in lager plasma cortisol en catecholamine waarden tot uitdrukking komt en de glycolyse post-mortem vertraagt (Ellis, *et al.*, 1999, Frederick, *et al.*, 2004). De behoeftenorm voor vleesvarkens (20-110 kg) bedraagt 0,4 g/kg (ASG-Praktijkonderzoek, 2004).
- In het algemeen geeft toevoeging van Mg aan het voer een vermindering van het dripverlies, verbetering van de kleur, en minder kans op PSE vlees (Souza, *et al.*, 1998, Ellis, *et al.*, 1999, Frederick, *et al.*, 2004). O'Quin *et al.* (2000) vonden wel een verlaagd glycogeen gehalte post-mortem, maar geen effecten op dripverlies of kleur van een toevoeging van K/Mg supplement ( $K_2SO_4$  en  $MgSO_4$ ) aan het voer. Echter, in dit het onderzoek is het effect van K niet te onderscheiden van Mg of omgekeerd. Behalve toevoeging van Mg aan het voer, lijkt verstrekking van Mg door het drinkwater mogelijk (Frederick *et al.*, 2004). Toevoeging van Mg acetaat, tryptofaan, vitamine E en vitamine C aan het voer gedurende de laatste vijf dagen voor het slachten gaf weinig verbetering van de vleeskwaliteit van varkens, die Halothaan-negatief waren (Geesink *et al.*, 2004).
- Chroom (Cr) lijkt van belang voor het transport van nutriënten in de spiercellen. Mahan and Kim (1999) meldden dat een toevoeging van Cr aan het voer magere karkassen en minder rugspekdicte dikte gaf bij vleesvarkens.
- Zinkoxide en kopersulfaat stimuleren de groei en daarmee de slachtkwaliteit. Een metabole verklaring is niet duidelijk. Verondersteld wordt dat deze mineralen de groei van bacterieflora in de darmen remmen (Mahan and Kim, 1999). Echter sinds 26 januari 2004 gelden nieuwe EU toelatingsvoorwaarden voor het maximum toegevoegde gehalte in de diervoeding voor vleesvarkens van 25 mg/kg voer voor koper en 150 mg/kg voer voor zink (Verordening EG\_1334).

- De zuur-base balans in het dier is van vitaal belang om fysiologisch goed te functioneren en overleven (Kempe-Kroonsberg, 1993). Het zuur-base evenwicht is afhankelijk de voerelektrolyten, elektrolytenbalans, wateropname en -kwaliteit en minerale zuren. De verhouding tussen natrium (Na) en kalium (K) enerzijds en chloor (Cl) anderzijds wordt in de praktijk als maat voor de elektrolytenbalans gebruikt en beïnvloedt bij het varken het zuur-base evenwicht. In de literatuur is in beperkte mate onderzoek beschreven over de relatie tussen zuur-base evenwicht, elektrolyten balans en de vleeskwiteit post-mortem (Ahn *et al.*, 1992, Aar *et al.*, 1997). De zuur-base balans van het varken voor slachten zou van invloed kunnen zijn op het karkas na slachten door beïnvloeding van de snelheid van de glycolyse post-mortem. Hiermee zou de vleeskwiteit kunnen worden beïnvloed (PSE vlees). De eind pH van het vlees is belangrijk; een optimale pH voor de vleesverwerking is een pH tussen 5,5 en 5,8. Een hogere pH verhindert de zoutpenetratie en bevordert microbiële ontwikkeling, een lagere pH daarentegen verlaagt het waterbindend vermogen van vlees en het technologisch rendement (Ahn, *et al.*, 1992). De behoeftenorm van kalium, natrium en chloor bedragen respectievelijk 1,9, 1,0 en 0,8 g/kg voor vleesvarkens (50-110 kg) (ASG-Praktijkonderzoek, 2004).

In tabel 3 staan de mogelijke invloeden van voeding op de slacht-, vlees-, en vetkwiteit.

**Tabel 3** Mogelijke invloeden van voeding op de slacht-, vlees-, en vetkwiteit van varkensvlees

Invloed op kwaliteit:	Slacht	Sensorisch			Technologisch dripverlies pH, oxidatie	Voedingswaarde	
		Kleur	Malsheid	Smaak		Vetten	vitaminen mineralen
Kenmerk voer:							
Voerniveau	Vet/eiwit verhouding		+			VZ	
Koolhydraten	Vetgehalte						
Eiwitgehalte	Vetgehalte						
Vitamine C		+ <sup>1</sup>			+		
Vitamine E		+		+	+		
Vitamine D3	Groei -	+	+				
Selenium		+			+		+
Magnesium		+			+		
Na bicarbonaat					+/-		
Zinkoxide	Groei +						
Kopersulfaat	Groei +						
OVZ (n-3) <sup>2</sup>		-		-	-	+	
VZ <sup>3</sup>		+		+	+	-	

<sup>1</sup> + : verbetering; =: geen effect op kenmerk; - : verslechtering

<sup>2</sup> OVZ: onverzadigde vetzuren, met name die gevormd zijn uit linoleenzuur

<sup>3</sup> VZ: verzadigde vetzuren

## 2.3 Bijproducten

Bijproducten kunnen worden beschreven als “organische producten vanuit de humane levensmiddelen- en genotsmiddelen industrie die niet voldoen aan de kwaliteitsnormen en/of wensen van de humane consument, maar wel in het varkensrantsoen te gebruiken zijn, onder beperking dat ze voldoen aan wettelijke bepalingen voor het gebruik in varkensvoerders en nutritionele waarde hebben voor het varken” (Scholten and Rijnen, 1998).

De meeste bijproducten komen vrij bij en/of ten gevolge van de productie van het hoofdproces (bijv. tarwezemelen bij glucoseproductie; wei bij de kaasproductie), productiestoringen en/of kwaliteitseisen (bijv. koekjes met breuk; chips met afwijkende kleur), verlopen van de houdbaarheid en/of versheid (bijv. dagvers brood; melkproducten).

De indeling van bijproducten geschiedt meestal op basis van de herkomst (beschreven in Good Manufacturing Practice + Hazard Analyses & Critical Control Points (GMP+) regeling voor bijproducten of via de indeling gehanteerd door de Voedings- en Genotsmiddelenindustrie, de hoedanigheid of de aanwezige nutriënten. De GMP+ regeling hanteert drie hoofdgroepen: producten van plantaardige oorsprong, producten van dierlijke oorsprong en diverse producten. Tevens stelt deze regeling eisen aan producten en leveranciers zodat risico's voor de gezondheid van mens en dier tot een minimum worden beperkt.

Deze regeling biedt echter geen garanties voor de slacht-, vlees- en vetkwaliteit aangezien afwijkingen hiervan in het algemeen geen risico vormen voor de veiligheid van mens of dier.

Er worden drie groepen van bijproducten onderscheiden, gericht op de wijze van opslag en voeding: droge bijproducten, vochtrijke bijproducten en stapelbare bijproducten. Vanuit veevoedkundig oogpunt is er een voorkeur voor indeling van bijproducten op basis van de aanwezige ingrediënten. Hoewel het onderscheid niet altijd even duidelijk is worden de vochtige bijproducten ingedeeld in koolhydraatrijke (o.a. tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei), vetrijke, en eiwitrijke bijproducten. Daarnaast zijn er enkele vochtrijke bijproducten die naast een hoog vetgehalte ook een hoog eiwitgehalte hebben, zoals vis- en eiprodukten (Scholten and Rijnen, 1998).

Om inzicht te krijgen welke en in welke mate bijproducten in varkensvoer worden gebruikt, geeft tabel 4 een overzicht van de vochtrijke diervoeders naar oorsprong en de hoeveelheden die in varkensvoeder worden verwerkt, berekend in 2002. Van het totaal aan bijproducten afkomstig uit de graanverwerkende industrie werd 72% in varkensvoer verwerkt, uit de aardappelverwerkende industrie 55%, de suikerindustrie 5% en alle bijproducten uit de melkproducten en fermentatie industrie werden in varkensvoer verwerkt. Gemiddeld werd 61% van de bijproducten verwerkt in varkensvoer.

Een uitgebreide beschrijving van de vochtrijke bijproducten is te vinden in het literatuuroverzicht van (Scholten and Rijnen, 1998).

**Tabel 4** Overzicht van vochtrijke varkensvoeders onderverdeelt naar oorsprong in 2002

Product	Afzet in Nederland	In varkensvoer	
	(In tonnen)	(In tonnen)	(In tonnen ds)
<b>Graanverwerkende industrie</b>	<b>2.246.000</b>	<b>1.627.800</b>	<b>357.816</b>
Tarwezetmeel	1.422.000	1.422.000	327.060
Bierborstel	513.000	51.300	11.286
Verse maisgluten	160.000	8.000	3.360
Biergist	146.000	146.000	16.060
Graanspoeling	5.000	500	50
<b>Aardappelverwerkende industrie</b>	<b>1.220.000</b>	<b>668.100</b>	<b>111.798</b>
Aardappelstoomschillen	580.000	522.000	73.080
Voorgebakken frites	47.000	47.000	16.450
Aardappelzetmeel	102.000	81.600	18.768
Div. aardappelproducten	35.000	17.500	3.500
<b>Suikerindustrie</b>	<b>654.000</b>	<b>31.250</b>	<b>7.500</b>
Perspulp	625.000	31.250	7.500
<b>Wei/melkproducten</b>	<b>595.000</b>	<b>595.000</b>	<b>29.750</b>
<b>Fermentatie-industrie</b>	<b>256.000</b>	<b>256.000</b>	<b>51.090</b>
Mycelium/gistspoeling	81.000	81.000	11.340
Tarwegistconcentraat	100.000	100.000	24.000
Overige gistconcentraten	75.000	75.000	15.750
<b>Diversen<sup>1</sup></b>	<b>324.000</b>		
<b>Eindtotaal</b>	<b>5.295.000</b>	<b>3.178.150</b>	<b>557.954</b>

<sup>1</sup> o.a. soja- en bakkerijproducten, reeks van producten van uienpulp/-sap, wortelsap tot o.a. planvetten en "over datum"-producten. Vanwege de variatie zijn deze cijfers een ruwe schatting  
Bron: (OPVN, 2004)



## 2.4 Effect van bijproducten op de slacht- en vleeskwaliteit

Onderzoeksresultaten naar de relatie tussen (specifieke kenmerken) van bijproducten en de slacht- en vleeskwaliteit komen de laatste jaren steeds meer beschikbaar. Sommige bijproducten zijn land of streek specifiek en worden bepaald door o.a. reststromen uit humane voeding of bronnen (bijv. visolie) die in het gebied of streek voorkomen. Het onderstaande geeft een overzicht van proeven waarin voeders bestaande uit een of meerdere bijproducten met standaard mengvoer zijn vergeleken op afmestprestaties en/of slacht- en vleeskenmerken. Hierin zijn zowel de bijproducten opgenomen die op de boerderij in het voer worden gemengd als de bijproducten, die in de mengvoerindustrie worden verwerkt.

### Graanverwerkende industrie

Granen (maïs, gerst, tarwe, milo corn (Sorgum vulgare)) in het voer van varkens blijken over het algemeen geen duidelijke verandering te geven van de smaak van het vlees, met uitzondering van milo. Milo corn blijkt een minder aangename smaak dan maïs, tarwe of gerst te geven (Melton, 1990).

Ontvet maïskiemmeel (DCGM: bijproduct van maïs, dat circa 80% van prijs van maïs kost) werd getest bij vleesvarkens. Het rantsoen van de varkens bevatte 0, 15, 30 en 45% DCGM toegevoegd aan een standaard voer. Een toename van DCGM in het voer verslechterde de prestaties en gaf minder rugspek. Echter het vleespercentage was niet verschillend. Onderzoekers bevelen 15% DCGM in het voer aan uit oogpunt van kostprijs verlaging (Moreira, *et al.*, 2002).

Sojabonen (geëxtrudeerd) zijn rijk aan eiwit (380-420 g/kg) en vet (180-220 g/kg), waarvan meer dan de helft bestaat uit linolzuur (55-60%) en 7-8% uit linoleenzuur (Lunen, *et al.*, 2003). De auteurs onderzochten de toevoeging van 10, 20 en 30% sojabonen aan een voeder. Toevoeging van sojabonen had geen effect op de groei, maar verlaagde de voeropname, waardoor voerefficiency verbeterde. Het vetgehalte van het karkas nam toe, terwijl het vleespercentage gelijk was aan het controlevoer dat geen sojabonen bevatte. Kleur van het vlees en intramusculaire vetscore ("marbling score") waren gelijk voor de behandelingen. De stevigheid van het vet was lager bij 30% sojabonen in het voer. Toevoeging van sojabonen veranderde de vetzuursamenstelling van het vet; het percentage VVZ verlaagde en OVZ nam toe. Echter het effect op oxidatie werd niet bepaald.

### Suikerindustrie

Suikerbietenpulp silage gevoerd aan zwaar type vleesvarken (160 kg LW) gaf een hogere groei dan gemelasseerde perspulp. Echter gebruikt in praktijkvoeders werden er geen verschillen in groeiparameters of slacht- en vleeskenmerken aangetoond (Scipioni, *et al.*, 2001).

Perspulp silage (neutraal en gemelasseerd) werd vergeleken met standaard voer (granen en sojabonen meel). De perspulp silage gaf een betere groei en beide proefvoeders gaven een gunstigere energieconversie. De dieren werden geslacht op 160 kg. De met perspulp gevoerde varkens hadden een zwaarder maagdarmpakket en daardoor een wat hoger inslachtingspercentage. Vleeskenmerken zoals pH, kleur, vetzuurpatroon van de ham en verliezen na 13 maanden werden niet beïnvloed (Martelli, *et al.*, 1999). Toevoeging van perspulp (5 en 10%) aan droogvoer voor vleesvarkens gaf geen duidelijke verschillen in prestaties ten opzichte van controle voer (Bruininx, *et al.*, 2000).

### Gelijktijdig voeren van meerdere soorten bijproducten

Scholten *et al.*, (1997a) onderzochten de effecten van een brijvoerrantsoen, dat drie verschillende gangbare bijproducten bevatte (*tarwezetmeel, wei en gemalen aardappelstoomschillen*) ten opzichte van een brijvoer zonder bijproducten op onder andere de technische resultaten en de slachtkwaliteit. Het voer met bijproducten gaf een betere groei, een betere energie conversie, maar een lager mager vleespercentage. Dit laatste werd in verband gebracht met een niet toereikend lysine gehalte in het voer (7,0 g/kg darmverteerbaar lysinegehalte).

### Diversen

Westendorf *et al.*, (1998) rapporteerden dat varkens gevoerd met *cafeteria afval* een hogere groei met hogere voeropname realiseerden dan varkens die een maïs-sojabonen voer gevoerd kregen. Er werd geen verschil in vleeskwaliteit en kleur waargenomen door een consumentenpanel.

Kjos *et al.*, (2000) vergeleken een brijvoer (bestaande uit verschillende restproducten, te weten: *restanten uit de voedingsmiddelenindustrie, dierlijk afval en bloed*) dat in oplopende gehalten (te weten: 20, 40, 60 en 80%) was toegevoegd aan een standaard brijvoer bestaande uit gerst en sojabonen op groeiparameters, slacht- en

vleeskwaliteit. Een hoger percentage restproducten verlaagde de voeropname, verminderde de stevigheid van het vet en gaf lichter rugspek en vlees. Bij oplopend percentages van restproducten in het voer, daalde het aandeel VVZ en steeg het aandeel OVZ in het rugspek aanvankelijk. De sensorische kwaliteit van het vlees werd niet beïnvloed door toevoeging van restproducten aan het voer. De auteurs concludeerden dat voedsel afval producten in matige hoeveelheden (< 60%) zouden kunnen worden toegepast in afmestvoer. Verteerbare uenschillen in concentraties van 0, 1, 3 en 6% gedurende de laatste 4 weken voor slachten gaven een hoger gehalte van quercetin en rutin in het vlees en bloed na slachten. Quercetin en rutin zijn smaakstoffen, die een anti-oxiderende werking hebben (PDRhealth). De TBARS waarde van het vlees was lager. In het bloed was het gehalte aan cholesterol en low density lipoproteïnen (LDL) lager, maar high density lipoproteïnen (HDL) hoger. Deze positieve effecten worden toegeschreven aan de opname van de smaakstoffen quercetin en rutin uit de uenschillen (Joo, *et al.*, 1999). Cacao doppen werden toegevoegd (10%) aan een mengvoer. De cacao doppen bevatten circa 17% ruw eiwit en 20% ruwvezel. Het proefvoer werd vergeleken met het standaardvoer bij gewichtstraject van 64 tot 110 kg. De varkens op het proefvoer hadden een lagere groei en een lager vetpercentage (Migdal, *et al.*, 2000).

Samenvattend zijn in tabel 5 effecten van diverse bijproducten op de slacht-, vlees-, en vetkwaliteit weergegeven.

## 2.5 Effect van vetten op de vlees- en vetkwaliteit

In het varken wordt linolzuur (n-6 OVZ) (evenals linoleenzuur) niet gesynthetiseerd en moet via de voeding worden opgenomen. Linolzuur wordt via de voeding vrijwel onveranderd vastgelegd in het vetweefsel. In het algemeen wordt er een maximum gesteld voor linolzuur in afmestvoer van 1,6% (Ellis, *et al.*, 1999). De OVZ:VVZ ratio in het intramusculaire vet wordt voornamelijk bepaald door de genetische aanleg en is door het voer moeilijk te beïnvloeden. Echter de n-6:n-3 ratio van de OVZ in het intramusculaire vet blijkt wel goed door de vetzuursamenstelling in de voeding te kunnen worden beïnvloed (Cameron, *et al.*, 2000). Een verhoging van n-3 OVZ gaat samen met een daling van n-6 OVZ en geeft een lagere n-6:n-3 ratio, hetgeen uit gezondheidsoogpunt wenselijk is. Dit effect wordt vooral bereikt door toevoeging van visolie of vismeel aan het voer. Visolie en vismeel bevatten veel linoleenzuur (n-3 OVZ) (Raes, *et al.*, 2004). Echter naast linoleenzuur bevatten ze ook veel onverzadigde vetzuren (zoals C20:5 en C22:6), die gevoelig zijn voor oxidatie en ranzigheid en bijsmaken aan het vlees kunnen geven (Ellis, *et al.*, 1999).

In de literatuur worden diverse onderzoeken beschreven waarin vetten zijn toegevoegd aan het voer om het aandeel OVZ in het vlees te verhogen en/of het vetzuurpatroon (met name n-3 OVZ) beter af te stemmen op de vetzuursamenstelling die gewenst is voor humane voeding. Opmerkelijk is echter dat in de verschillende onderzoeken de invloed van de bijproducten op het vetzuurpatroon van het varkensvlees niet altijd is bepaald. In het onderstaande is aangegeven welke gevolgen toevoeging van de verschillende oliën heeft voor de slacht- en vleeskenmerken:

### Visolie

Visolie, verkregen uit afvalwater dat bij het inblikken van vis vrijkomt, bevat veel linol- en linoleenzuur. De visolie werd verkregen uit het afvalwater met behulp van een special technisch proces, waarna het is gemixt met een antioxidant om het bruikbaar te maken voor de voerbereiding. Toevoeging van 3% visolie aan een standaard voer werd goed door de varkens opgenomen en gaf een hogere groei. Er werden geen afwijkingen in geur en vleeskwaliteit waargenomen (Bakula, 2002). Echter, de varkens kregen 2 weken voor afleveren geen visolie meer door het voer en dit kan ervoor gezorgd hebben dat het vlees geen smaak en/of geurafwijkingen had. Het vetzuurpatroon in het vlees wordt niet vermeld.

Bryhni *et al.* (2002) onderzochten het effect van poly-OVZ en visolie op de vetzuursamenstelling van het onderhuidse vet, de oxidatiegevoeligheid van het vlees en de sensorische en chemische kwaliteit na een tot acht maanden opslag in de vriezer, en de vriezerstabiliteit van de worsten aan de hand van de chemische en sensorische kwaliteit. Er waren geen verschillen in groeiprestaties en voerefficiëntie tussen het controle voer met laag OVZ (31%; op basis van granen) en hoog OVZ (50%; op basis van soja) en voeders met verschillende toevoegingen van visolie (0,2 – 0,4%). Hoog OVZ gehalten (onafhankelijk van toevoeging visolie) gaf een hogere oxidatie en ranzigheid van zowel het vlees als de worsten. Visolie 0,4% had hogere oxidatie, maar dit had geen invloed op de smaak. Toevoeging van 0,4% visolie en hoog OVZ gaf de hoogste oxidatie en een ranzige smaak van de worsten. Toevoeging van visolie en OVZ heeft uit oogpunt van menselijke gezondheid de voorkeur, echter de smaak en houdbaarheid van het vlees verslechtert.

### Lijnzaadolie

Toevoeging van lijnzaadolie, dat circa 53% linoleenzuur bevat, aan het varkensvoer verlaagt de n-6:n-3 ratio (Kouba *et al.*, 2003, Raes *et al.*, 2004). Lijnzaad is slecht verteerbaar en dient eerst te worden bewerkt (geëxtrudeerd) voor dat het in het varkensvoer kan worden verwerkt (Raes *et al.*, 2004). Afhankelijk van de mate waarin lijnzaadolie werd toegevoegd, werd wel of geen smaak en geurafwijkingen gevonden in verschillende experimenten (Wood *et al.*, 2003).

Rey *et al.*, (2001) vergeleken een voer waaraan geen vet was toegevoegd met voeders die of zonnebloemolie (2%), of 2% olijfolie, of 1,5% zonnebloemolie en 0,5% lijnzaadolie bevatte. Het linoleenzuurgehalte (C18:3 OVZ n-3) in deze voeders liep op van 2,7 (zonnebloemolie), 3,3 (olijfolie) en 11,3% (lijnzaad- en zonnebloemolie). Vettoevoeging beïnvloedde de kleur en de oxidatie van het vlees. Zonnebloem plus lijnzaad had de hoogste TBARS (maat voor oxidatie) negen dagen na slachten, alhoewel er geen verschil was in vit. E concentratie in het vlees. Er was geen kleurverschil tussen de voeders gelijk na het slachten, echter 9 dagen na slachten werden de laagste CIELAB a x waarde (maat voor roodheid) gevonden voor zonnebloem+lijnzaad, wat het bestaan van verband tussen kleur en oxidatie bevestigt. Het controle voeder gaf meer dripverlies, terwijl het dripverlies tussen de vetten onderling niet verschilde. Een verklaring voor verschil in dripverlies kon niet worden gegeven.

### Raapzaad en sojabonenolie

Raapzaad en sojabonenolie bevatten redelijke hoeveelheden linoleenzuur (n-3); echter, doordat ze ook veel linolzuur (n-6) bevatten, is de n6-/n-3 ratio hoog. Bijproducten van raapzaad, oliemeel en koeken ("presscake") kan men aan vleesvarkenvoer toevoegen tot 10% zonder de prestaties te beïnvloeden. Door behandeling met hitte en stoom kan het glucosinolaatgehalte worden verlaagd (van 29,4 naar 15,5 mmol/kg) waardoor een hoger percentage (15%) in het voer kan worden verwerkt (Stoll, 1996a). Het glucosinolaatgehalte mag in het totale vleesvarkensrantsoen niet boven de 3 tot 4 mmol/kg komen (Stoll, 1996b).

### Gemodificeerde dennenolie

Gemodificeerde dennenolie toegevoegd aan het voer (0,5%) gaf geen verbetering van de groeiprestaties, maar verbeterde wel de slacht- en vleeskenmerken ten opzichte van een vergelijkbaar voer zonder dennenolie (dennenolie was vervangen door sojabonenolie). Er werd een lager percentage rugspek, een hoger vleespercentage, en een verhoogd gehalte aan intramusculair vet waargenomen. (O'Quin, *et al.*, 2000).

Samenvattend zijn in tabel 6 de effecten van verschillende vettoevoegingen aan het voer van vleesvarkens op de slacht-, vlees-, en vetkwaliteit weergegeven.

**Tabel 5** Effect van verschillende bijproducten op de slacht-, vlees- en vetkwaliteit van vleesvarkens

Auteur	Bijproduct(en)	Controle voer	Slacht	Sensorisch			Technologisch			Voedingswaarde vetten
				Kleur	malsheid	Smaak	dripverlies	oxidatie (TBARS)	pH	
(Bruininx <i>et al.</i> , 2000)	Bietenperspulp (5 en 10 %)	Standaard	=							
(Martelli <i>et al.</i> , 1999)	Perspulp, neutraal en gemelasseerd	Standaard	Vlees% -	=					=	
(Scipioni <i>et al.</i> , 2001)	Bietenpulp silage	Praktijkvoeders	=	=	=	=	=		=	
(Joo <i>et al.</i> , 1999)	Uienschillen (1, 3 en 6%)	Standaard						+		Cholesterol + (inbloed)
(Lunen <i>et al.</i> , 2003)	Sojabonen (10, 20 en 30%)		Vet% +	=		=				OVZ + WZ -
(Melton, 1990)	Milo					-				
(Migdal <i>et al.</i> , 2000)	Cacao doppen 10%	Standaard	Vet% -							
(Moreira <i>et al.</i> , 2002)	Maiskiemmeel (15, 30 en 45%)	Standaard	Rugspek -							
(Scholten <i>et al.</i> , 1997a)	Tarwezetmeel, wei, aardappelstoomschillen	Standaard	Vlees% -							

<sup>1</sup> + : verbetering; =: geen effect op kenmerk; - : verslechtering

<sup>2</sup> OVZ: onverzadigde vetzuren, met name die gevormd zijn uit linoleenzuur

<sup>3</sup> WZ: verzadigde vetzuren

**Tabel 6** Effect van verschillende vettoevoegingen op de slacht-, vlees- en vetkwaliteit van vleesvarkens

Auteur	Vet toevoeging(en)	Controle voer	Slacht	Sensorisch			Technologisch		
				kleur	Malsheid	smaak	dripverlies	Oxidatie	PH
(Bakula, 2002)	Visolie (3%)	Standaard	=	=	=	=			=
(Bryhni <i>et al.</i> , 2002)	Visolie (0,2 en 0,4%)	Standaard	=			-		-	
(O'Quin <i>et al.</i> , 2000)	OVZ (laag vs hoog) Dennensolie (0,5%)	Sojabonen olie	Rugvet – Vlees% +						
(Rey <i>et al.</i> , 2001)	Zonnebloemolie (2%) Olijfolie (2%) Zonnebloemolie (2%) en lijnzaadolie (0,5%)	Standaard (geen vet toevoeging)		-			+	-	
(Wood <i>et al.</i> , 2003)	Lijnzaad (>3%)					-		-	

<sup>1</sup> + : verbetering; = : geen effect op kenmerk; - : verslechtering

<sup>2</sup> OVZ: onverzadigde vetzuren, met name die gevormd zijn uit linoleenzuur

<sup>3</sup> VVZ: verzadigde vetzuren

## 2.6 Effect van electrolyten (Na, K, CL) op de slacht- en vleeskwaliteit

In het algemeen hebben rantsoenen bestaande uit een of meerdere bijproducten een hogere elektrolytenbalans dan mengvoederrantsoenen. Ook de spreiding in de gehalten Na, K, Cl is groter in bijproducten. Diverse bijproducten kenmerken zich door een hoge elektrolytenbalans (dEV-S > 400) en hoge absolute gehalten van de kationen of anionen zoals onder andere: tarwezetmeel, kaaswei, aardappelstoomschillen, aardappelzetmeel en vers biergist.

Er zijn aanwijzingen dat de zuur-base status van het dier voor slachten positief is gecorreleerd met het waterbindend vermogen van vlees, het spier metabolisme en de spier pH, m.a.w. de vleeskwaliteit positief beïnvloeden. Toevoeging van zuur of base voor het slachten zou het spiermetabolisme en de spier-pH na het slachten beïnvloeden (Ahn, *et al.*, 1992). Natrium bicarbonaat oraal toegediend tijdens de laatste dagen voor slachten verlaagde volgens (Ellis, *et al.*, 1999) de kans op PSE vlees. Echter ander onderzoek naar het effect van de zuur-base status van het varken voor slachten laten minder duidelijke resultaten zien. (Ahn, *et al.*, 1992) vonden een effect van het zuur-base niveau in het varken op de pH en de glycogeen concentratie, maar konden geen verschillen in vleeskwaliteit, zoals dripverlies en kleur aantonen. Vergelijkbare bevindingen hadden (Boles, *et al.*, 1994), die dezelfde concentraties aan natrium bicarbonaat (12,6 g/l) en ammonium chloride (8 g/l) als (Ahn, *et al.*, 1992) toepasten op halothaan gevoelige varkens. Op basis van de literatuur is niet voldoende duidelijk welke invloed de zuur-base status heeft op de slacht- en vleeskwaliteit.

## 2.7 Conclusies en praktische relevantie literatuur

Op basis van de literatuur die in dit rapport is weergegeven, wordt duidelijk dat:

- Afwijkingen aan de slacht- en vleeskwaliteit lijken met name te worden veroorzaakt door de vet-eiwit verhouding van het rantsoen, het vetzuurpatroon en bepaalde vitaminen en mineralen in het varkensvoer.
- Het vetzuurpatroon van het voer (verhouding verzadigde en onverzadigde vetten) bepaalt rechtstreeks het vetzuurpatroon van het vlees en daarmee de malsheid, de smaak en kleur.
- Vitamine E en selenium gaan vetoxidatie tegen waardoor de houdbaarheid, kleur en smaak van het vlees positief worden beïnvloed.
- Vitamine C, D<sub>3</sub> en magnesium zijn van invloed op de pH na slachten en geven een vermindering van het dripverlies en een verbetering van de kleur van het vlees.
- De vleeskwaliteit, vooral het dripverlies, lijkt afhankelijk van de hoeveelheid anionen en kationen in het voer.
- Bijproducten kunnen de slacht- en vleeskwaliteit zowel negatief als positief beïnvloeden. De effecten van bijproducten zijn meestal echter niet bijproductenspecifiek, maar lijken rechtstreeks samen te hangen met de niveaus van nutriënten.

### **Praktische relevantie**

Op basis van de literatuur zijn er geen redenen om te veronderstellen dat de slacht- en vleeskwaliteit van brijvoer gevoerde varkens zullen afwijken van die van droogvoer gevoerde varkens, mits aan rantsoenen met bijproducten gelijkwaardige eisen gesteld worden met betrekking tot het vetzuurpatroon (verzadigd-onverzadigd, cis- en transvormen) en de elektrolytenbalans als aan droogvoer. Echter, uit de literatuurstudie blijkt dat nader onderzoek gewenst is om te komen tot een goede onderbouwing van deze eisen. Gedacht kan worden aan onderzoek naar het effect van transvetzuren en de kation/anion-balans op de slacht- en vleeskwaliteit. Deze gedachten sluiten aan bij de conclusies die in het Raamplan "Vervoeding van bijproducten in relatie tot slacht-, vlees- en vetkwaliteit" dat in 1997 verscheen worden genoemd.

### 3 Slachtlijnmonitoring

#### Aanleiding

In de praktijk worden slachterijen met enige regelmatig geconfronteerd met partijen varkensvlees met een afwijkende vleeskwiteit. Hierbij kan ondermeer gedacht worden aan een afwijkende geur, kleur, en/of smaak. In het verleden is wel eens de link gelegd tussen afwijkende vleeskwiteit en varkensbedrijven die bijproducten voeren.

Op basis van diverse gesprekken met deskundigen vanuit de bijproductenhandel, mengvoerindustrie en slachterijen zijn echter geen directe aanwijzingen gevonden voor een negatief effect van bijproducten op slacht-, vlees-, en vetkwiteit. Bovendien is rond dit thema nauwelijks onderzoek verricht, waardoor ook in de literatuur weinig specifieke informatie te vinden is over de invloed van vochtrijke bijproducten op de kwiteit van het eindproduct (zie hoofdstuk 2). Gezien echter het grote aantal vleesvarkens dat in Nederland met vochtrijke bijproducten gevoerd wordt is het toch belangrijk om na te gaan wat de mogelijke invloed van bijproducten is op de slacht-, vlees- en vetkwiteit van varkensvlees. In opdracht van het Productschap Vee en Vlees is daarom een inventariserend slachtlijnonderzoek uitgevoerd dat als doel had na te gaan of het verstrekken van vochtrijke bijproducten versus droogvoer van invloed was op de slacht-, vlees- en vetkwiteit van vleesvarkens.

#### Materiaal en methode

In overleg met enkele mengvoerfabrikanten zijn voor dit onderzoek vier vleesvarkenshouders benaderd die binnen hun bedrijf aan een deel van de varkens droogvoer en aan een ander deel brijvoer verstrekten. De varkens binnen een bedrijf hadden hetzelfde genotype, werden op hetzelfde transport gezet en werden op dezelfde dag in dezelfde slachterij geslacht. De varkens werden geleverd in het gangbare gewichtstraject (ca. 88-90 kg geslacht gewicht) en hadden een normale gezondheidsstatus. De bedrijven verstrekten vrijwel uitsluitend gangbare bijproducten, zoals tarwezetmeel, aardappelproducten (stoomschillen, patatafval), zuivelproducten, biergist, koekjesmix en CCM. Elk bedrijf leverde de varkens weer aan een andere slachterij. Een overzicht van de verstrekte bijproducten per bedrijf, het genotype en de slachterij waaraan de varkens geleverd werden is weergegeven in tabel 7.

**Tabel 7** Verstrekte bijproducten, ras varken en slachterij per bedrijf

Bedrijf	1	2	3	4
Bijproducten	CCM, patatafval, Tarwezetmeel Kröner, Melk en Aardappelstoomschillen	Aardappelstoomschillen, Amyfort, Kaaswei, Tarwezetmeel	Aardappelstoomschillen Duynie fabriek Wezep, Tarwezetmeel Serena, Biergist, Kwarkwei	Biergist, Tarwezetmeel Amystar, aardappelstoomschillen, Truffelmix
Ras varken	Dalland zeug topics 40 x Pietrain stress negatief	Stamboek zeug (zuiver NI x York Z) x Tempo	Stamboekzeug x Tempo Beer	Stamboek F1 x Torso
Slachterij	Dumeco Apeldoorn	Dumeco Weert	Dumeco Lichtenvoorde	Hilckman Nijmegen

De afmestrantsoenen en -voerders zijn per bedrijf chemisch geanalyseerd op droge stof, ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, ruw vet, (oplosbaar) zetmeel, suikers, vluchtige vetzuren, vetzuurpatroon, Na, K, Cl, vitamine E en pH. De vier bedrijven leverden hun varkens elk aan een andere slachterij (Dumeco Apeldoorn, Dumeco Weert, Dumeco Lichtenvoorde en Hilckman Nijmegen). Per bedrijf werden op de dag van leveren 15 "droogvoer"-borgen en 15 "bijproducten"-borgen apart geblikt. Nadat de varkens geslacht waren, werden de karkassen tot de volgende dag apart weggehangen in een koelcel. Op basis van de pH, 24 uur na slachten, werden uit elke groep van 15 varkens 10 karkassen geselecteerd voor het slacht-, vlees- en vetkwiteitsonderzoek. Gestreefd werd naar een pH-waarde van het karkas die zo dicht mogelijk bij de 5,5 lag. Van deze varkens werd een stuk haaskarbonade en ongeveer 3 kg schouder vlees verzameld. Ook is voor de bepaling van het vetzuurpatroon per varken circa 1 kg rugspek verzameld.

## Waarnemingen

Via terugkoppeling van slachtlijninformatie werden van alle geleverde varkens de standaard slachtlingegevens verzameld (geslacht gewicht, spierdikte, spekdikte, mager vleespercentage, type beoordeling en slachtlijnbevindingen).

In de karbonaden zijn de volgende parameters bepaald:

- Kleur volgens de Japanse schaal
- Fotografisch Minolta L\*, a\*- en b-waarden (met Minolta Chromameter)
- Waterbindend vermogen van het vlees met de filtreerpapiermethode (maat voor dripverlies)
- Intramusculair vetgehalte volgens de Soxhletmethode
- Concentratie anti-oxidanten (Vitamine E + tocoferolen)
- Kookverliezen
- Lipase-activiteit

In het rugspek is de vetzuursamenstelling geanalyseerd. Op basis van de vetzuursamenstelling is de oxidatie-index, een maat voor het aantal dubbele bindingen in het vet, berekend. Een hogere waarde duidt op een hogere kans op ranzigheid van het vet. De oxidatie-index werd als volgt berekend (López-Bote *et al.*, 2003):

$$\begin{aligned} \text{Oxidatie-index} = & (\text{som van \% vetzuren met 1 dubbele binding}) \times 0,025 + \\ & (\text{som van \% vetzuren met 2 dubbele binding}) \times 1,0 + \\ & (\text{som van \% vetzuren met 3 dubbele binding}) \times 2,0 + \\ & (\text{som van \% vetzuren met 4 dubbele binding}) \times 4,0 \end{aligned}$$

## Technische verwerkbaarheid en sensorische kwaliteit rugspek en schouder vlees

Aanvullend is nagegaan wat het effect is van de verhouding oxidatie-index/vitamine E op de houdbaarheid van droge worsten. Er zijn drie reeksen gemaakt van acht worsten (vier met herkomst droogvoer en vier met herkomst brijvoer). De verhouding oxidatie-index/vitamine E in het rugspek varieerde van 3,3 tot 5,6, als gevolg van oplopende niveaus van oxidatie-index (12,8 - 23,5) bij zoveel mogelijk gelijkblijvende vitamine E-gehalten (3,1 – 4,8 mg/kg). Om voldoende materiaal te krijgen is het rugspek en schouder vlees van steeds drie vleesvarkens gemengd. Na de productie van deze droge worsten is de houdbaarheid (TBARS) gemeten op 15 en 30 dagen na productie. Op 2 weken na productie heeft een sensorisch panel bestaande uit acht personen de drie reeksen worsten beoordeeld op stevigheid, droge worst smaak en afwijkende smaak.

## Kwaliteit bereide karbonaden

De kwaliteit van bereide karbonaden is beoordeeld met als doel na te gaan of de kwaliteit verschilde voor voerregime (brij versus droog). Er is gebruik gemaakt van acht karbonades per voersoort, afkomstig van twee verschillende bedrijven. Per bedrijf zijn dus vier 'droogvoer' en vier 'brijvoerkarbonaden' bereid. Elke karbonade is beoordeeld door een smaakpanel van zeven personen, op een schaal van 1 tot 9. De karbonaden zijn beoordeeld op varkenssmaak, afwijkende smaak, sappigheid en malsheid. Het panel scoorde op een schaal van 1-9, waarbij 1 betekende: helemaal niet of helemaal geen en 9: heel erg of heel veel. Hiertoe hadden de panelleden eerst een gezamenlijke training gekregen van 2 uur. Daarna hebben de panelleden de karbonaden individueel beoordeeld. Het vlees was volgens een gestandaardiseerde methode bereid en werd in stukjes van gestandaardiseerde afmetingen warm ter beoordeling aangeboden. Tussen elke beoordeling gebruikten de panelleden water en crackertjes om de smaak te neutraliseren. De monsters zijn gecodeerd en at random aan de panelleden aangeboden.



### **Statistische analyse**

De gegevens zijn statistisch geanalyseerd met behulp van Genstat (Genstat 5, versie 4.1, 1998) . De kenmerken vleespercentage, spekdikte, spierdikte, intramusculair vetgehalte, Minoltawaarden, vetzuurpatroon, concentratie anti-oxidanten, dripverlies, kookverlies, lipase-activiteit en pH waarden zijn statistisch getoetst met behulp van variantie-analyse. In het model werden de volgende factoren opgenomen:

$$Y = \text{constante} + \text{voerregime} + \text{rest}$$

waarbij het model gecorrigeerd is voor random bedrijfseffecten. Het dier werd beschouwd als statische eenheid.

De verdeling van het aantal dieren over de type-klassen en de Japanse Kleurschaal zijn getoetst met behulp van het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1995).

De resultaten van het smaakpanel zijn geanalyseerd met de IRCLASS procedure, waarbij voerregime, pannellid en herkomst meegenomen zijn als verklarende variabelen. Omdat meerdere personen dezelfde karbonade of worst proefden, is hiervoor gecorrigeerd in het random model.

Bij de worsten was de verhouding oxidatie-index/vitamine E verstrengeld met voersoort , zodat alleen de interactie Voersoort x oxidatie-index getoetst kon worden.

## 4 Resultaten slachtlijnmonitoringsonderzoek

### 4.1 Chemische analyses voeders/rantsoenen

In tabel 8 is de gemiddelde chemische samenstelling vermeld van de droogvoerders en de brijvoerrantsoenen, die op de vier vleesvarkensbedrijven in de afmestfase is verstrekt. Om de voeders en rantsoenen onderling te kunnen vergelijken zijn de waarden uitgedrukt per kg droge stof.

**Tabel 8** Chemische analyse (per kg ds) van de afmestvoerders en – rantsoenen, de absolute en procentuele verschillen tussen de droog- en brijvoerders en de significantie

Nutriënt	Eenheid	Droogvoer	Brijvoer	SEM <sup>1</sup>	Significantie
Aantal monsters		4	4		
Kalium	g/kg ds	9,3	12,6	0,26	**
Natrium	g/kg ds	1,7	2,1	0,16	n.s.
Chloor	g/kg ds	3,1	3,6	0,14	#
dEB	meq/kg ds	220,9	309,9	11,73	*
Ruw as	g/kg ds	54,9	58,3	1,18	n.s.
Ruwe celstof	g/kg ds	61,6	52,6	3,95	n.s.
Ruw eiwit	g/kg ds	175,0	193,6	3,96	*
Ruw Vet	g/kg ds	58,2	47,0	5,66	n.s.
Zetmeel	g/kg ds	336,0	281,2	9,69	*
Totaal suiker	g/kg ds	65,9	86,3	6,88	n.s.
Glucose Oligosacchariden	g/kg ds	8,7	30,6	0,56	**
Glucose	g/kg ds	3,2	21,0	1,27	**
Raffinose	g/kg ds	4,3	0,0	0,17	***
Stachyose	g/kg ds	6,9	0,0	0,13	***
Verbascose	g/kg ds	1,3	0,0	0,37	**
Oligosacchariden	g/kg ds	12,6	0,0	2,67	***
pH		5,7	4,4	0,14	**
alpha-Tocoferol	mg/kg ds	68,0	85,6	10,69	n.s.
gamma-Tocoferol	mg/kg ds	47,2	28,6	5,18	#
beta-Tocoferol	mg/kg ds	12,7	8,1	0,46	**
delta-Tocoferol	mg/kg ds	1,9	1,3	0,36	n.s.
Ethanol	g/kg ds	n.b.	20,5		
Melkzuur	g/kg ds	n.b.	60,2		
Azijnzuur	g/kg ds	n.b.	16,2		
Boterzuur	g/kg ds	n.b.	0,4		
Propionzuur	g/kg ds	n.b.	1,5		

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

Een opvallend verschil tussen beide behandelingen is het hogere aandeel kalium en chloor en een hogere dieet elektrolytenbalans (dEB) in de brijvoerders. Gemiddeld bevatten de brijvoerrantsoenen 35% meer kalium, 23% meer natrium en 16% meer chloor, resulterend in een 40% hogere dEB. De brijvoerders bevatten daarnaast o.a. meer ruw eiwit (11%) en glucose oligosacchariden (252%), maar (absoluut gezien) minder ruwe celstof (-15%), ruw vet (-19%) en zetmeel (-16%). De brijvoerders bleken ook nog redelijke hoeveelheden vluchtige vetzuren, zoals ethanol, melkzuur en azijnzuur te bevatten. De vetzuursamenstelling van beide typen voeders staat in tabel 9.

**Tabel 9** Vetzuursamenstelling (g/kg vet) van de afmestvoerders en – rantsoenen en de absolute en procentuele verschillen tussen de droog- en brijvoerders

Nutriënt	Eenheid	Droogvoer	Brijvoer	SEM <sup>1</sup>	Significantie
Aantal Monsters		4	4		
Boterzuur (C4:0)	g/kg vet	0,0	0,0	n.b.	
Capronzuur (C6:0)	g/kg vet	0,0	0,3	0,18	n.s.
Caprylzuur (C8:0)	g/kg vet	2,0	1,0	0,51	n.s.
Caprinezuur (C10:0)	g/kg vet	1,8	1,5	0,18	n.s.
Laurinezuur (C12:0)	g/kg vet	17,3	8,5	5,75	n.s.
Myristinezuur (C14:0)	g/kg vet	11,3	8,8	2,27	n.s.
Myristoliezuur (C14:1)	g/kg vet	0,0	0,0	n.b.	n.s.
Pentadecaanzuur (C15:0)	g/kg vet	1,0	1,0	n.b.	n.s.
Palmitinezuur (C16:0)	g/kg vet	183,3	230,8	8,56	*
Palmitoliezuur (C16:1)	g/kg vet	7,3	4,8	1,18	n.s.
Margarinezuur (C17:0)	g/kg vet	1,3	1,0	0,18	n.s.
Stearinezuur (C18:0)	g/kg vet	43,0	34,8	5,08	n.s.
Trans oliezuur (C18:1W19)	g/kg vet	2,8	3,3	n.b.	n.s.
Oliezuur C18:1W9)	g/kg vet	248,8	213,8	12,04	n.s.
C18:1W7	g/kg vet	27,5	18,3	2,81	n.s.
Linolzuur (C18:2W6)	g/kg vet	232,0	241,8	16,79	n.s.
Linoleenzuur (C18:3W3)	g/kg vet	25,5	27,3	1,14	n.s.
Arachidezuur (C20:0)	g/kg vet	2,8	3,0	0,18	n.s.
Gadoleinezuur (C20:1)	g/kg vet	4,8	3,8	0,50	n.s.
Eicosadieenzuur (C20:2W6)	g/kg vet	1,0	0,8	0,34	n.s.
Arachidonzuur (C20:4W6)	g/kg vet	1,0	0,8	0,18	n.s.
C20:3W3	g/kg vet	0,5	0,5	n.b.	n.s.
EPA (C20:5W3)	g/kg vet	0,0	0,8	0,34	n.s.
Beheenzuur (C22:0)	g/kg vet	2,0	1,8	0,45	n.s.
Cetoleinezuur (C22:1W11)	g/kg vet	0,8	0,3	0,21	n.s.
Erucazuur (C22:1W9)	g/kg vet	0,0	3,0	1,66	n.s.
Lignocerinezuur (C24:0)	g/kg vet	1,8	1,5	0,18	n.s.
Elueerbaar	g/kg vet	818,5	812,5	8,64	n.s.
Verzadigde vetzuren	g/kg vet	266,0	293,0	7,69	#
Enkelvoudig onverz. Vetzuren	g/kg vet	291,5	247,5	16,86	n.s.
Meervoudig onverz. Vetzuren	g/kg vet	261,3	272,5	17,37	n.s.
Transvetzuren	g/kg vet	2,8	3,5	0,61	n.s.

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

Het vetzuurpatroon in het brijvoer tendeerde naar een hoger aandeel verzadigde vetzuren, met name als gevolg van een hoger gehalte palmitinezuur. De andere vetzuren verschilden niet aantoonbaar tussen de beide voertypen.

## 4.2 Slachtkwaliteit

In tabel 10 is de slachtkwaliteit vermeld van de borgen die droogvoer dan wel brijvoer met bijproducten kregen verstrekt.

**Tabel 10** Slachtkwaliteit van vleesvarkens (borgen) die tijdens de vleesvarkenfase droogvoer of brijvoer met bijproducten kregen

	Droogvoer	Brijvoer	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
Aantal karkassen	40	40		
Geslacht gewicht (kg)	89,6	88,8	0,83	n.s.
Vleespercentage	55,7	55,2	0,30	n.s.
Spierdikte (mm)	55,3	55,2	0,61	n.s.
Spekdikte (mm)	16,9	17,6	0,37	n.s.
<i>Classificatie</i>				n.s.
Type AA+A (%)	90,0	80,0		
Type B (%)	10,0	20,0		
<i>PSE-klassen</i>				n.s.
< 40 (%)	10,0	13,3		
40 – 48 (%)	76,7	73,4		
> 48 (%)	13,3	13,3		

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

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

De slachtkwaliteit verschilde in het geheel niet tussen de borgen die droogvoer dan wel brijvoer met bijproducten verstrekt kregen.

In tabel 11 is de vleeskwiteit vermeld van de borgen die droogvoer dan wel brijvoer met bijproducten kregen.

**Tabel 11** Vleeskwiteit van vleesvarkens (borgen) die tijdens de vleesvarkenfase droogvoer of brijvoer met bijproducten kregen

	Droogvoer	Brijvoer	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
Aantal karkassen	40	40		
Dripverlies (%)	5,7	4,6	0,19	***
Intramusculair vet (%)	18,0	20,0	1,33	n.s.
Japanse kleurschaal				n.s.
1 – 1,5 (%)	17,5	5,0		
2 (%)	15,0	20,0		
2,5 (%)	35,0	32,5		
3 (%)	27,5	30,0		
3,5 (%)	5,0	12,5		
gemiddeld	2,4	2,6		
Kookverlies (%)	29,1	28,5	0,27	#
Minolta L* (maat voor vochtgehalte)	52,5	51,7	0,36	#
Minolta a* (maat voor roodheid)	15,58	15,47	0,140	n.s.
Minolta b* (maat voor geelheid)	6,08	5,69	0,093	**
pH <sup>3</sup>	5,46	5,48	0,007	#
Alpha-Tocoferol (vitamine E; mg/kg)	3,6	4,1	0,11	**
Lipase-activiteit	0,32	0,30	0,005	**

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

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

<sup>3</sup>: Ondanks dat vooraf op pH is geselecteerd (5,50) tendeert ( $p=0,06$ ) dit kenmerk toch naar verschillend

De vleeskwaliteit van varkens die brijvoer kregen was gelijk en op een aantal punten beter dan die van varkens die droogvoer kregen. Verschillen zijn aangetoond ten aanzien van dripverlies (gunstiger bij brijvoer), Minolta b\* (maat voor de geelheid; hoger is geler), alpha-tocoferolgehalte (vitamine E; gunstiger voor brijvoer), en lipase-activiteit (enzym dat vet afbreekt tot vetzuren, gunstiger voor brijvoer). Verder tendeert ( $p=0,09$ ) kookverlies naar gunstiger voor brijvoer, tendeert ( $p=0,11$ ) Minolta L (maat voor vochtgehalte) naar een lager vochtgehalte in vlees voor brijvoer, en tendeert ( $p=0,06$ ) de pH naar gunstiger bij brijvoer. Voor de pH is dit opvallend, omdat bij de selectie van de karkassen (10 van de maximaal 15) die karkassen zijn gekozen waarvan de pH zo dicht mogelijk bij 5,50 lag. Het resultaat van de Minolta L-meting en de kleurbepaling volgens de Japanse kleurschaal komen overeen in die zin dat ze beiden wijzen (hoewel niet aantoonbaar) op gemiddeld iets donkerder vlees bij varkens die brijvoer verstrekt kregen. Het resultaat van de Minolta a\*-meting (een hogere waarde duidt op roder) geeft dit echter niet weer. Er is geen aantoonbaar verschil in intramusculair vetgehalte gevonden tussen droogvoer en brijvoer.

In tabel 12 is de vetkwaliteit vermeld van de borgen die droogvoer dan wel brijvoer met bijproducten kregen verstrekt

**Tabel 12** Vetzuursamenstelling (% van totaal vet) en oxidatie-index van vleesvarkens (borgen) die tijdens de vleesvarkenfase droogvoer of brijvoer met bijproducten kregen

	Droogvoer	Brijvoer	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
Aantal karkassen	40	40		
Caprinezuur (C10:0)	0,03	0,04	0,006	n.s.
Laurinezuur (C12:0)	0,23	0,11	0,013	***
Myristinezuur (C14:0)	1,46	1,34	0,044	#
Pentadecaanzuur (C15:0)	0,06	0,08	0,006	*
Palmitinezuur (C16:0)	23,7	23,2	0,18	*
Palmitoliezuur (C16:1)	2,1	1,9	0,05	***
Margarinezuur (C17:0)	0,36	0,36	0,013	n.s.
Stearinezuur (C18:0)	12,3	13,1	0,16	**
Oliezuur (C18:1W9) <sup>3</sup>	40,1	40,4	0,33	n.s.
C18:1W7 <sup>3</sup>	4,4	3,1	0,15	***
Linolzuur (C18:2)	11,9	13,1	0,24	***
Linoleenzuur (C18:3)	1,10	1,19	0,021	**
Arachidezuur (C20:0)	0,13	0,16	0,007	**
Gadoleinezuur (C20:1)	0,93	0,97	0,018	n.s.
Eicosadienzuur (C20:2W6)	0,49	0,56	0,013	***
C20:3W6	0,09	0,10	0,005	#
Arachidonzuur (C20:4W6) <sup>4</sup>	0,21	0,15	0,008	***
C20:3W3	0,15	0,15	0,007	n.s.
Totaal verzadigde vetzuren (SFF)	38,3	38,4	0,27	n.s.
Enkelv. onverz. vetzuren (MUFA)	47,6	46,3	0,27	***
Meerv. onverz. vetzuren (PUFA)	14,0	15,3	0,27	**
Omega-3 vetzuren	1,29	1,37	0,025	*
Omega-6 vetzuren	12,7	14,0	0,26	**
Oxidatie-index	17,5	18,7	0,31	*

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

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

<sup>3</sup>: LET OP: bij één bedrijf overlap in analyses C18:1W9 en C18:1W7 !!

<sup>4</sup>: LET OP: diverse waarden staan als 0 in het bestand, moeten echter  $<0,1$  of  $<0,2$  zijn (analytische detectiegrens)

Het vetzuurpatroon van het rugspek verschilde aantoonbaar tussen beide proefgroepen. Brijvoervlees bevatte t.o.v. droogvoervlees o.a. minder palmitinezuur, maar meer stearinezuur en linolzuur. Het percentage verzadigde vetzuren was voor beide groepen gelijk. De verschillen traden met name op bij het patroon van de onverzadigde vetzuren. De varkens die brijvoer kregen hadden een lager percentage MUFA's (enkelvoudig onverzadigde vetzuren) en een hoger percentage PUFA's (meervoudig onverzadigde vetzuren) dan de varkens die droogvoer kregen. In overeenstemming hiermee hadden de varkens die brijvoer kregen een hogere oxidatie-index (maat voor het aantal onverzadigde verbindingen in het vet). Het vlees van de varkens die brijvoer kregen bevatte meer  $\Omega$ -3 en  $\Omega$ -6 vetzuren. Een hoger aandeel meervoudig onverzadigde vetzuren in het 'brijvoervlees' is vanuit het oogpunt van volksgezondheid gewenst. Een hogere oxidatie-index van dit vlees betekent tegelijkertijd echter een verhoogde kans op sneller bederf door ranzigheid.

*Kwaliteit karbonades en worsten*

Een deel van de karbonades is bereid en daarna beoordeeld door een smaakpanel. In tabel 13 zijn de resultaten van het sensorisch onderzoek van de karbonade vermeld.

**Tabel 13** Resultaten sensorisch onderzoek karbonade van vleesvarkens (borgen) die tijdens de vleesvarkenfase droogvoer of brijvoer met bijproducten kregen verstrekt

<sup>1</sup>: Significantie: n.s = niet significant

Het panel constateerde geen verschillen in varkenssmaak, afwijkende smaak, sappigheid en malsheid tussen de karbonaden van droogvoer- of brijvoergevoerde varkens.

In tabel 14 zijn de resultaten van het houdbaarheidsonderzoek en het sensorisch onderzoek van de droge worst vermeld.

**Tabel 14** Resultaten TBARS (mg/kg) en sensorisch onderzoek droge worst van vlees met verschillende verhoudingen tussen oxidatie-index en vitamine E gehalte

Verhouding ox.index/vit. E	3,3	4,5	4,6	4,9	5,0	5,3	5,4	5,6	Signif
TBARS dag 0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
TBARS dag 15	2,8	6,1	8,9	6,4	7,7	6,2	6,6	7,7	***
TBARS dag 30	4,7	5,3	7,0	10,7	9,7	10,8	10,7	14,0	***
Afwijkende smaak	2,9	2,9	3,0	2,7	3,0	2,8	3,2	2,9	n.s.
Worstsmak	6,2	6,4	6,5	6,5	6,4	6,3	6,1	6,3	n.s.
Stevigheid	7,0 <sup>a</sup>	6,5 <sup>bc</sup>	6,1 <sup>c</sup>	7,0 <sup>a</sup>	6,9 <sup>ab</sup>	6,7 <sup>ab</sup>	6,6 <sup>abc</sup>	5,9 <sup>c</sup>	*

<sup>1</sup>: Significantie: n.s = niet significant (p > 0,10); \* = (p < 0,05); \*\*\* = (p < 0,001)

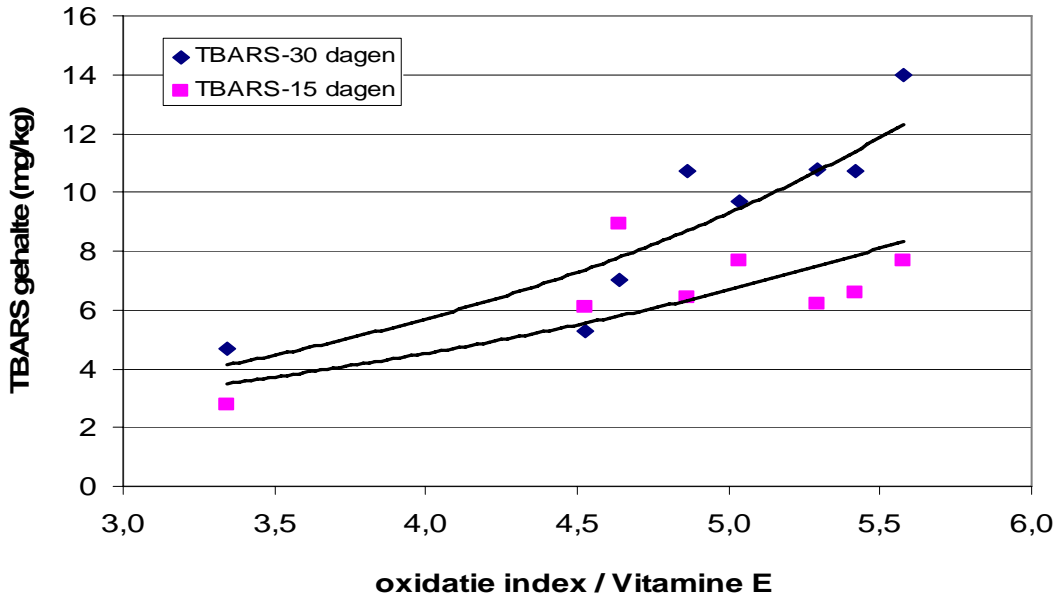
<sup>a,b,c</sup>: behandelingen zonder gemeenschappelijke letter(s) verschillen aantoonbaar van elkaar

Op dag 0 was de TBARS bij alle worsten lager dan de detectiegrens van 0,1. Naarmate de verhouding oxidatie-index/vitamine E toenam steeg de TBARS exponentieel op zowel dag 15 ( $y = 1,87e^{0,26}$ ; p = 0,001; R<sup>2</sup> = 33,1) als dag 30 ( $y = 0,55e^{0,57}$ ; p = 0,001; R<sup>2</sup> = 0,81). Hoe hoger dus de verhouding oxidatie-index/vitamine E, hoe hoger de TBARS. Het verloop van de TBARS en de geschatte exponentiele curven zijn grafisch weergegeven in figuur 1. De uitslag van de TBARS van 8,9 mg/kg op dag 15 kan statistisch gezien beschouwd worden als een uitbijter. Zonder deze waarde neemt het percentage verklaarde variantie toe van 33,1 naar 70,1% ( $y = 1,39e^{0,33}$ ; p = 0,001; R<sup>2</sup> = 70,1).

Het smaakpanel ervoer geen verschil tussen de verhouding oxidatie-index/vitamine E gehalte en afwijkende smaak of worstsmak. Ten aanzien van de stevigheid van de worsten ervoer het panel een interactie-effect tussen voersoort en verhouding oxidatie-index en vitamine E gehalte (p < 0,001). Bij de worsten afkomstig van 'brijvoervlees' nam de stevigheid af naarmate de verhouding oxidatie-index/vitamine E toenam, terwijl er geen duidelijke relatie tussen oxidatie-index/vitamine E en stevigheid was bij de worsten afkomstig van 'droogvoervlees'. Het niveau van stevigheid werd beïnvloed door voersoort (p < 0,001). De worsten afkomstig van 'droogvoervlees' hadden gemiddeld een lagere stevigheid dan de worsten afkomstig van het 'brijvoervlees' (6,3 versus 6,8; p = 0,001).

	Droog
Varkenssmaak	5,7
Afwijkende smaak	2,4
Sappigheid	4,4
Malsheid	5,4

**Figuur 1** TBARS gehalten (mg/kg) in droge worst in relatie tot de ratio oxidatie index/vitamine E  
De open stippen in de figuur hebben als herkomst droogvoer; de gesloten stippen brijvoer.



### 4.3 Relatie met voer- en rantsoensamenstelling

Tabel 15 geeft voor droogvoer en brijvoer de procentuele onderverdeling aan van het vetzuurpatroon in zowel het voervet als rugspek van de hoofdcategorieën vetzuren en van de belangrijkste individuele vetzuren. Deze vetzuren zijn samen goed voor circa 95% van het totale vet.

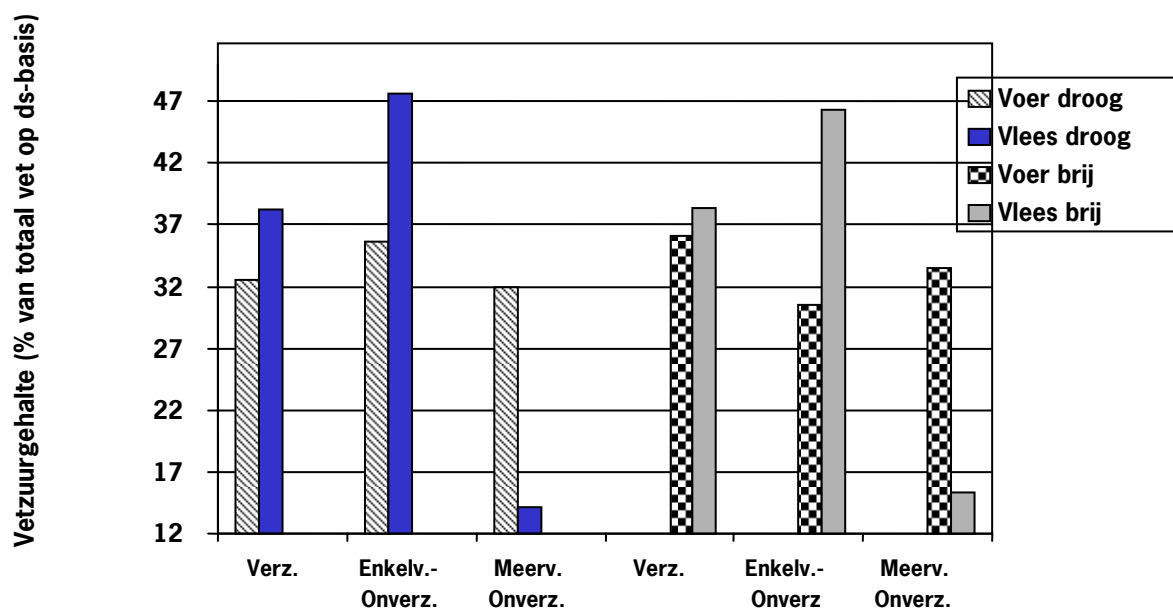
**Tabel 15** Onderverdeling van het vetzuurpatroon (% van het totale vet) van voervet en rugspek voor droogvoer en brijvoer

	Vetzuurpatroon (% van totaal vet)			
	Droogvoer	Rugspek_droog	Brijvoer	Rugspek_brij
Verzadigde vetzuren	32,5	38,3	36,1	38,4
Enkelv. Onverz. vetzuren	35,6	47,6	30,5	46,3
Meerv. Onverz. Vetzuren	31,9	14,1	33,5	15,3
Palmitinezuur (C16:0)	23,0	23,7	28,9	23,2
Stearinezuur (C18:0)	5,4	12,3	4,4	13,1
Oliezuur (C18:1W9)	31,2	40,1	26,8	40,4
C18:1W7	3,5	4,4	2,3	3,1
Linolzuur (C18:2)	29,1	11,9	30,3	13,1
Linoleenzuur (C18:3)	3,2	1,1	3,4	1,2

Een beperkt deel van het vetzuurpatroon van het vlees is te verklaren uit het vetzuurpatroon van het afmestrantsoen. Het aandeel verzadigde vetzuren in het voervet benaderde het aandeel verzadigde vetzuren in het vlees. Het aandeel enkelvoudig onverzadigde vetzuren in het voervet was echter lager dan in het vlees, terwijl het aandeel meervoudig onverzadigde vetzuren in het voer juist aanmerkelijk hoger was dan in het vlees. Deze relaties golden zowel voor de droogvoer- als de brijvoergroep (zie ook figuur 2). Hoewel de samenstelling van het voervet aanzienlijk verschilde per herkomst, verschilde de samenstelling van het rugspek per herkomst uiteindelijk veel minder. Het brijvoervet bevatte iets meer meervoudig onverzadigde vetzuren en iets minder enkelvoudig onverzadigde vetzuren dan het droogvoervet.

Van de afzonderlijke vetzuren komen alleen palmitinezuur en C18:1W7 verhoudingsgewijs even veel voor in het voer- als het dierlijk vet. Linolzuur en linoleenzuur komen in het voervet relatief veel meer voor dan in het dierlijk vet, terwijl het omgekeerde het geval is voor stearinezuur en oliezuur.

**Figuur 2** Samenstelling van het vetzuurpatroon van voer en vet voor brijvoer en droogvoer





## 5 Discussie

### Drip- en kookverlies

Zeer opvallend was het lagere percentage dripverlies (1,1 %;  $p < 0,001$ ) en kookverlies (0,6%;  $p < 0,10$ ) bij de brijvoergroep in vergelijking met de droogvoergroep. Bij een gemiddeld geslacht gewicht van 88,8 kg van de brijvoergroep levert dit een voordeel op van € 2,97 per varken.

In de literatuur is relatief weinig informatie beschikbaar om de gevonden verschillen in drip- en kookverlies tussen de beide wijzen van voeren te kunnen verklaren. Onderzoekresultaten naar de relatie tussen (specifieke kenmerken) van bijproducten en de vlees- en vetkwaliteit zijn niet of nauwelijks beschikbaar (zie hoofdstuk 2). Mogelijk zijn bovengenoemde verschillen veroorzaakt door de (ca. 40%) hogere zoutgehalten en elektrolytenbalans in het brijvoer. De elektrolytenbalans beïnvloedt het zuur-base evenwicht en dit evenwicht is van vitaal belang voor het dier om fysiologisch goed te functioneren en te overleven (Kempe-Kroonsberg, 1993).

Het zuur-base evenwicht is afhankelijk van voerelektrolyten, elektrolytenbalans, wateropname en -kwaliteit en minerale zuren. Er zijn twee methoden om de elektrolytenbalans te beschrijven: de korte methode (dEB) en de uitgebreide methode (dUA).

$$dEB = Na^+ + K^+ - Cl^-$$

$$dUA = (Na^+ + K^+ + Mg^{2+} + Ca^{2+}) - (Cl^- + HPO_4^{2-} + H_2PO_4^- + SO_4^{2-})$$

Over het algemeen wordt in de praktijk de dEB als maat voor de elektrolytenbalans gebruikt. Van de meeste bijproducten zijn alleen de gehalten aan Na, K en Cl redelijk bekend. Diverse bijproducten kenmerken zich door een hoge elektrolytenbalans en/of hoge absolute gehalten van de kationen of anionen (tabel 16), met bovendien een grote spreiding. Dit kan betekenen dat varkens die brijvoer krijgen gedurende een langere periode een rantsoen met een hoge elektrolytenbalans gevoerd krijgen.

**Tabel 16** Gehalten aan natrium, kalium, chloor en de elektrolytenbalans (dEB) van enkele veel gebruikte bijproducten in de Nederlandse varkenshouderij

	Natrium (g/kg ds)	Kalium (g/kg ds)	Chloor (g/kg ds)	dEB <sup>1</sup> (meq/kg ds)
Tarwezetmeel (> 22 ds)	1,8	5,9	1,2	196
Kaaswei (RE < 175 g/kg ds)	9,1	27,3	19,5	546
Aardappelstoomschillen	0,7	26,5	3,2	620
Biergist	1,2	17,6	0,5	489

<sup>1</sup> dEB = (Na x 1 000/23)+(K x 1 000/39)-(Cl x 1000/35,5)

In het algemeen hebben rantsoenen bestaande uit één of meerdere bijproducten een hogere dEB waarde dan mengvoerrantsoenen. Ook is van bijproducten bekend dat de spreiding van de gehalten natrium, kalium en chloor groter is dan bij mengvoer (Scholten and Rijnen, 1998). Daarnaast wordt op veel bedrijven die bijproducten voeren – hoewel wettelijk wel verplicht – naast het brijvoer géén extra water verstrekt. Scholten *et al.*, (1997a) vonden aanwijzingen dat vleesvarkens die een bijproductenrantsoen verstrekt kregen meer natrium, kalium en chloor in het lichaam vasthouden. In hoeverre dit invloed had op de vlees- en vetkwaliteit is in die proef niet bepaald.

In de literatuur is in beperkte mate onderzoek beschreven over de relatie tussen zuur-base evenwicht, elektrolytenbalans en de vleeskwaliteit post-mortem. In het raamplan van Aar *et al.*, (1997) wordt dit bevestigd en aangegeven dat dit onderwerp aandacht behoeft. mede omdat verschillen in de zuur-base status ante-mortem kunnen worden doorgegeven aan het karkas na het slachten, en daarmee de mate van glycolyse en kwaliteit van het vlees beïnvloeden. Ondanks het feit dat afwijkende post-mortem glycolyse en spier pH veranderingen geassocieerd worden met PSE vlees, zijn de gevolgen van een veranderde voer zuur of base status op vleeskwaliteit slechts beperkt onderzocht (Ahn, *et al.*, 1992).

PSE vlees is bleek, zacht en vochtig vlees dat financiële schade oplevert voor de vleesverwerkende industrie en bovendien een van de grotere problemen in de vleesverwerking is (Boles, *et al.*, 1994). De eind pH van het vlees is erg belangrijk; een optimale pH voor de vleesverwerking is een pH tussen 5,5 en 5,8. Een hogere pH bevordert microbiële ontwikkeling, een lagere pH daarentegen verlaagt het waterbindend vermogen van het vlees en het technologisch rendement. Ahn *et al.*, 1992) hebben een proef met vleesvarkens uitgevoerd waarbij het effect van een orale dosis van zuur of base 5 dagen voor het slachten op de vleeskwaliteit werd bestudeerd. Zij vonden dat de zuur-base status van het dier vóór het slachten positief gecorreleerd is met het waterbindend vermogen van het vlees. Zij concluderen dat zuur of base toevoeging voor het slachten van invloed kan zijn op het spier metabolisme en de spier pH na slachten. Ook (Assal, *et al.*, 1980) vermelden dat de zuur-base waarden vóór het slachten een indicator kunnen zijn voor het risico op PSE bij varkens.

Ook Boles *et al.*, (1994) hebben het effect van een orale dosis zuur of base 4 dagen voor het slachten op de vleeskwaliteit onderzocht. Zij vonden geen significant effect op de vleeskwaliteit, maar meldden wel correlaties

die suggereren dat zuur-base evenwicht voor slachten gerelateerd is aan vleeskwaliteit. Echter, zowel, de proef van (Ahn, *et al.*, 1992) als de proef van Boles *et al.* (1994) had betrekking op een korte periode waarin de orale opname van zuur en base werd bestudeerd. In de praktijk waar vleesvarkens een brijvoerrantsoen met bijproducten verstrekt krijgen, is de blootstellingsduur aan een hoge orale opname van zuur of base aanmerkelijk langer. Bovendien kan de totale opname van zuur of base aanmerkelijk hoger zijn dan in de proeven van Ahn *et al.*, (1992) en Boles *et al.*, (1994).

Fysiologisch is het effect van elektrolytenbalans op dripverlies mogelijk als volgt te verklaren. Een hogere elektrolytenbalans leidt tot een alkalischer milieu in de spieren, waardoor zouten beter kunnen penetreren in het vlees. Als gevolg daarvan treedt er weer minder dripverlies op Ahn *et al.*, (1992). Veranderingen in de pH beïnvloeden de elektrische lading tussen de spiervezels (Offer and Knight, 1988), waarbij een verlaging van de pH resulteert in een toename van het dripverlies (Froning, *et al.*, 1978). Het moment van meten van de pH is echter wel van belang. Uit onderzoek met vleeskuikens bleek namelijk dat er een duidelijke relatie was tussen pH van borstvlees direct na het slachten en dripverlies, maar dat dit verband niet meer gevonden werd met de pH 24 uur na het slachten (Sandercock, *et al.*, 2001). Waarschijnlijk speelt ook de spiermembraan integriteit een rol bij het optreden van dripverlies. Sandercock *et al.* (2001) vonden namelijk dat een lagere pH-waarde in de spier samenging met een hogere waarde voor plasma Creatine Kinase, een maat voor de afbraak van spiermembranen, waardoor er gemakkelijker verliezen van intracellulair vocht kunnen optreden. Samengevat resulteert een hogere elektrolytenbalans in het voer dus in een hogere pH waarde in de spieren (vast te stellen op moment van slachten), mogelijk een betere zoutpenetratie in de spieren, en in beter behoud van de integriteit van de spiermembraan, waardoor er minder dripverlies optreedt.

Overigens moet opgemerkt worden dat de droogvoer- en brijvoerrantsoenen naast verschillen in elektrolytenbalans o.a. ook verschillen in ruw eiwitgehalte (hoger in brijvoer), het ruw vetgehalte (lager in brijvoer) en de samenstelling van de koolhydraatfractie lieten zien. Vanuit de literatuur is bekend dat verstrekking van eiwit-/lysinedeficiënte voeders leidt tot een lagere pH van de ribkarnade en meer dripverlies bij vleesvarkens (Février *et al.*, 1984). In ons onderzoek werden echter normale praktijkvoeders verstrekt, waarvan aangenomen mag worden dat deze voldoende darmverteerbaar lysine bevatten. Verstrekking van energie in de vorm van koolhydraten heeft tot gevolg dat de opslagweefsels met name bestaan uit verzadigde vetzuren met lange ketens (Aar and Veen, 1992). Vanuit de literatuur zijn er echter geen aanwijzingen dat de energiebron in het voer (vet vs koolhydraten) invloed heeft op de mate van dripverlies.

Het lagere dripverlies, zoals gevonden in fase 2 van dit project, kan de keten een voordeel tot drie euro per varken opleveren. Vermindering van het dripverlies wordt ook in het rapport van het Varkenshouderij Ketenproject Limburg, VarKeL, genoemd als een perspectievolle optie ter verbetering van het rendement in de varkenshouderij (Bondt *et al.*, 2005). Op basis van de resultaten van deze slachtlijnmonitoring lijkt het zinvol om vervolgonderzoek te richten op het effect van elektrolytenbalans in zowel droogvoer als brijvoer op de mate van dripverlies bij vleesvarkens.

### **Relatie verhouding oxidatie-index/vitamine E en worst kwaliteit**

In tegenstelling tot de verwachting was er wel de worsten afkomstig van 'brijvoervlees', maar niet bij de worsten afkomstig van 'droogvoervlees' een lineair verband tussen de verhouding oxidatie-index/vitamine E en de stevigheid van de droge worsten. We veronderstelden dat bij een hogere verhouding oxidatie-index/vitamine E de vetten zachter zouden zijn, waardoor de stevigheid lager zou scoren. Het gedrag van vetten is echter niet eenduidig en hangt onder andere af van de koelbehandeling in de slachterij (mate en snelheid van koelen van de karkassen) (Hambrecht, 2004). Ook bij de productie van droge worsten is de stevigheid moeilijk te beheersen. De mate van verfijning van het materiaal en de temperatuur bij bereiden hebben ook effect op de stevigheid. De geanalyseerde rugspekmonsters vertoonden een grote spreiding in de verhouding oxidatie index/vitamine E. Verwacht werd dat deze verhouding een belangrijke indicator zou zijn voor de houdbaarheid van droge worst. De mate van vetoxidatie van deze worsten is gemeten op dag 15 en 30 na productie met behulp van de TBARS-methode. Op zowel dag 15 als 30 na productie bevatten de worsten een hogere TBARS als de verhouding oxidatie-index/vitamine E hoger was. Een hogere verhouding oxidatie-index/vitamine E verminderde dus de houdbaarheid van de worsten. Het versneld ranzig worden van de worsten met een ongunstige verhouding oxidatie index/vitamine E kan bij zowel droogvoer als brijvoer optreden. Droogvoer heeft lagere oxidatie indexen maar ook lagere vitamine E gehalten. Brijvoer compenseert echter de hogere oxidatie indexen met een hoger vitamine E gehalten, dat als antioxidant voorkomt dat de vetten eerder ranzig worden (Dyck and Adams, 2003). Dit wordt bevestigd door het smaakpanel dat geen effect vond van de verhouding oxidatie-index/vitamine E op de smaak van de worsten. De verhouding oxidatie-index/vitamine E kan een goede voorspeller genoemd worden voor de oxidatiegevoeligheid van droge worst.

## 6 Conclusies slachtlijnmonitoring en toepassing voor de praktijk

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn als volgt:

- De slachtkwaliteit verschilt niet tussen varkens die droogvoer of brijvoer kregen.
- De brijvoerders bevatten aanzienlijk meer zouten dan de droogvoerders; de dieet elektrolytenbalans was in de brijvoerders 40% hoger.
- De vleeskwaliteit van varkens die brijvoer kregen is op een aantal onderdelen gunstiger dan die van varkens die droogvoer kregen. Dit blijkt onder andere uit een lager dripverlies, een tendens tot een lager kookverlies, en een hoger niveau aan anti-oxidanten (vitamine E) en een lagere lipase-activiteit. De hogere waarde voor Minolta L\* bij de droogvoergroep duidt op een hoger vochtgehalte van het vlees en dit correspondeert weer met de verschillen in drip- en kookverlies. De hogere waarde voor Minolta b\* bij de droogvoergroep duidt erop dat dit vlees geler was dan van de brijvoergroep.
- Het vetzuurpatroon van het rugspek verschilt enigszins tussen beide proefgroepen. Deze verschillen blijken met name uit het percentage onverzadigde vetzuren en niet uit het percentage verzadigde vetzuren. De varkens die droogvoer kregen hadden een hoger percentage MUFA's en een lager percentage PUFA's dan de varkens die brijvoer kregen. Dit wordt bevestigd door de lagere oxidatie-index (een maat voor het aantal onverzadigde verbindingen in het vet) bij de varkens die droogvoer kregen. Het vlees van de varkens die brijvoer kregen bevat meer  $\Omega$ -3 en  $\Omega$ -6 vetzuren.
- Er is geen verschil gevonden in smaak en sappigheid van de karbonaden tussen brijvoer en droogvoer.
- De verhouding oxidatie-index/vitamine E gehalte in droge worsten lijkt wel van invloed op het niveau en de ontwikkeling van de TBARS – en daarmee op de houdbaarheid – gedurende het conserveringsproces, maar niet op de smaak van de worsten. De verhouding oxidatie-index/vitamine E kan een goede voorspeller genoemd worden voor de oxidatiegevoeligheid van droge worst. De worsten afkomstig van 'droogvoervlees' hadden gemiddeld een lagere stevigheid dan de worsten afkomstig van het 'brijvoervlees' (6,3 versus 6,8).

### Praktische relevantie

Uit deze praktijkmonitoring blijkt dat het verstrekken van gangbare bijproducten de slacht-, vlees- en vetkwaliteit niet negatief beïnvloeden. De vleeskwaliteit van de varkens die brijvoer kregen is in veel opzichten juist beter dan die van de varkens die droogvoer kregen. Zeer opvallend is het lager dripverlies (1,1 %) en een tendens tot een lager kookverlies (0,6%) bij de brijvoergroep, mogelijk als gevolg van de hogere zoutgehalten in het brijvoer. Bij een gemiddeld geslacht gewicht van 89 kg van de brijvoergroep kan dit de totale keten een economisch voordeel opleveren van € 3,00 per varken. Aangezien het dripverlies optreedt nadat de varkens zijn geslacht, zal het voordeel in eerste instantie merkbaar zijn bij de schakels in de keten die na de varkenshouder komen.

Om het effect van brijvoer versus droogvoer op slacht- en vleeskwaliteit te valideren zal een vervolgonderzoek uitgevoerd worden, waarin de twee voerregimes met elkaar vergeleken worden. Binnen de voerregimes wordt elektrolytenbalans als extra factor meegenomen. De voeders/rantsoenen zullen nutritioneel zoveel mogelijk gelijkwaardig gehouden worden.

## Literatuur

- Aar, P.J.v.d. and W.A.G. Veen, 1992. Voeding en vleeskwaliteit bij varkens. In: Kwaliteitszorg in de varkenshouderij. Eds.: L. A. d. Hartog, D. L. Schumer and M. I. Visser-Reyneveld. Pudoc 46-52.
- Aar, P.J.v.d., G.v.d. Bosch, L.A.d. Hartog, W. Homan and A. Veldman, 1997. Raamplan Vervoeding van bijproducten in relatie tot slacht-, vlees- en vetkwaliteit van vleesvarkens. 1-26.
- Agrovisieon\_B.V., 2005. Bedrijfsvergelijking Agrovisieon B.V.; KENGETALLEN SPIEGEL Periode: januari 2004 - december 2004. Deventer. pgs.
- Ahn, D.U., J.F. Patience, A. Fortin and A. McCurdy, 1992. The influence of pre-slaughter oral loading of acid or base on post-mortem changes in longissimus dorsi muscle of pork. *Meat Science* (32) 1: 65-79.
- ASG-Praktijkonderzoek, 2004. Handboek Varkenshouderij. Praktijkboek ASG nr. 35. Lelystad. pgs.
- Assal, A.N., J. Christiansen and J.S.D. Poulsen, 1980. Acid-base status of porcine blood during storage. *Nordisch Veterinair Medicine* (32): 9-16.
- Bakula, T., 2002. The use of fish oil obtained as a by-product in canned fish production in fattening pig nutrition. *Adv. Agric. Science* (8) 1: 113-122.
- Boles, J.A., J.F. Patience, A.L. Schaefer and J.L. Aalhus, 1994. Effect of oral loading of acid or base on the incidence of pale soft exudative pork (PSE) in stress-susceptible pigs. *Meat Science* (37) 2: 181-194.
- Bondt, N., G.B.C. Backus, R. Hoste, L.F. Puister and J. Tielen, 2005. Terugdringen ketenverliezen in de varkenshouderij; rapport van de VarKeL werkgroep. LEI.
- Bosi, P., 1999. Feeding strategies to produce high quality pork - review. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* (12) 2: 271-281.
- Brühl, J., 1996. Determination of trans fatty acids in cold pressed oils and in dried seeds. *Fett/Lipid* (98): 380-383.
- Bruininx, E.M.A.M., R.H.J. Scholten, G.P. Binnendijk, P.F.M.M. Roelofs, N. Verdoes and J. Haaksma, 2000. Het toevoegen van perspulp aan droogvoer voor vleesvarkens. Proefverslag Praktijkonderzoek Varkenshouderij no. P 1.245.
- Bryhni, E., N.P. Kjos, R. Ofstad and M. Hunt, 2002. Polyunsaturated fat and fish oil in diets for growing-finishing pigs: effects on fatty acid composition and meat, fat, and sausage quality. *Meat Science* (62): 1-8.
- Cameron, N.D., M. Enser, G.R. Nute, F.M. Whittington, J.C. Penman, A.C. Finken, A.M. Perry and J.D. Wood, 2000. Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. *Meat Science* (55): 187-195.
- Centraal\_Veevoederbureau\_(CVB), 2003. Tabellenboek Veevoeding 2003. Lelystad. pgs.
- Cheeke, P.R., 1987. Rabbit feeding and nutrition. Jovanovich Publishers. Orlando. pgs.
- Dirinck, P., A.d. Winne, M. Casteels, M. Frigg and A. De Winne, 1996. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (44) 1: 65-68.
- Dyck, S.M.O.v. and C.A. Adams, 2003. Dietary antioxidants - antiradical active nutrients. *International Poultry Production* (11) 6: 15,17,19.
- Eikelenboom, G., 1992. De vleeskwaliteit bij varkens. In: Kwaliteitszorg in de varkenshouderij. Eds.: L. A. d. Hartog, D. L. Schumer and M. I. Visser-Reyneveld. Pudoc 26-38.
- Ellis, M., F.K. McKeith, K.D. Miller and P. Bosi, 1999. The effects of genetic and nutritional factors on pork quality - review. *Asian Australasian J Anim Sci* (12) 2: 261-270.
- Enser, M., R.I. Richardson and J.D. Wood, 1997. Feed additives that manipulated meat quality. In proc. of the 48th Annual meeting of the EAAP, Vienna 25-28 August,

- Flachowsky, G., H. Rosenbauer, A. Berk, H. Vemmer and R. Daenicke, 2000. Transfer of vitamin E supplements from feed into pig tissues. In: Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition, Zürich, Wageningen Press, Wageningen Eds.: W. Caspar, J. A. Fernandez and M. Dupuis. EAAP publication No. 100:
- Frederick, B.R., E. Heugten van and M.T. See, 2004. Timing of magnesium supplementation administered through drinking water to improve fresh and stored pork quality. *Journal of Animal Science* (82): 1454-1460.
- Froning, G.W., A.S. Babji and F.B. Mather, 1978. The effect of preslaughter temperature, stress struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science* (57): 630-633.
- Geesink, G.H., R.G.C.v. Buren, B. Savenije, M.W.A. Verstegen, B.J. Ducro, J.v.d. Palen and G.P. Hemke, 2004. Short term feeding strategies and pork quality. *Meat Science* (67): 1-6.
- Hambrecht, E., 2004. Critical pre- and postslaughter factors in relation to pork quality, *Animal Nutrition*, Wageningen, Thesis Wageningen University
- Hof, G., 1985. Verband tussen vetzuursamenstelling in het voer en in de dierlijke producten. Diktaat Inleiding Veevoeding. Wageningen. pgs.
- Huiskes, J.H., 1998. Kwaliteitskosten door niet nuchter afleveren van vleesvarkens. *Praktijkonderzoek Varkenshouderij*.
- Isabel, B., C.J. Lopez-Bote, L. Hoz de la, M. Timon, C. Carcia and J. Ruiz, 2003. Effect of feeding elevated concentrations of monosaturated fatty acids and vitamin E to swine on characteristics of dry cure hams. *Meat Science* (64): 475-482.
- Joo, S.T., S.J. Hur, J.L. Lee, J.R. Lee, D.H. Kim, Y.R. Ha and G.B. Park, 1999. Influence of dietary onion peel on lipid oxidation, blood characteristics and antimutagenicity of pork during storage. *Kor. Journal of Animal Science* (41) 6: 671-678.
- Katan, M.B. and W.C. Willet, 1995. Beperk gebruik transvetzuren in voeding. *Voedingsmagazine* (4): 10-12.
- Kemme-Kroonsberg, C., 1993. Nutrition and acid/base balance of pigs; a review. *Rapport IVO/DLO no. 243*.
- Kirstensen, L., M. Therkildsen, M.T. Sorensen, N. Oksbjerg, P.P. Purslow and P. Ertbjerg, 2002. Dietary-induced changes of muscle growth rate in pigs: effects on in-vivo and post-mortem proteolysis and meat quality. *Journal of Animal Science* (50): 193-204.
- Kjos, N.P., M. Øverland, E. Arnkvaern Bryhni, E. Bryhni and O. Sorheim, 2000. Food waste products in diets for growing-finishing pigs: effect on growth performance, carcass characteristics and meat quality. *Journal of Animal Science* (81): 1967-1979.
- Kouba, M., M. Enser, F.M. Whittington, G.R. Nute and J.D. Wood, 2003. Effect of a high-linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pig. *Journal of Animal Science* (81): 1967-1979.
- Lobee, E., 2004. Let op (geoxideerd) vet; verandering voedervet in de keten. *De Molenaar* (12/13): 41-42.
- López-Bote, C.J., A.I. Rey and J. Ruiz, 2003. Comparative effect of dietary fatty acid composition and Vitamin E supplementation on meat quality characteristics in light and heavy pigs. *Proceedings of the 54th EAAP conference in Rome*
- Lunen, T.A.v., D. Hurnik and V. Jebelian, 2003. Growth performance, carcass quality, meat quality and fatty acid composition of pigs fed diets containing extruded soybeans. *Canadian Journal of Animal Science* (83): 45-52.
- Mahan, D.C. and Y.Y. Kim, 1999. The role of vitamins and minerals in the production of high quality pork - review. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* (12) 2: 287-294.
- Martelli, G., P. Parisini, L. Sardi, R. Scipioni, G. Vignola, A. Panciroli and A. Mordenti, 1999. The effect of sugar beet pulp silage in the diets for heavy pigs. *Ann. Zootechniek* (48) 3: 173-188.
- Melton, S.L., 1990. Effects of feeds on flavour of red meat: a review. *Journal of Animal Science* (68): 4421-4435.
- Migdal, W., A. Siuta, J.B. Pys and A. Mucha, 2000. Effect of feeding cocoa husks on growth performance of pigs. *Cuban Journal of Agric. Science* (34) 1: 31-35.

- Moreira, I., C.R. Ribeiro, A.C. Furlan, C. Scapinello and M. Kutschenko, 2002. Utilization of defatted corn germ meal on growing-finishing pigs feeding digestibility and performance. *Revista Brasileira de Zootecnia* (31) 6: 2238-2246.
- Mottram, D.S. and R.A. Edwards, 1983. The role of tricyclerides and phospholipides in the aroma of cooked beef. *Journal of the Science of Food Agriculture* (34): 517-522.
- Offer, G. and P. Knight, 1988. The structural basis of waterholding in meat. Part 2. Drip losses. In: *Developments in Meat Science-4*. Ed. I. Elsevier Applied Science Publishing Co., New York, NY. 173-243.
- OPVN, 2004. Persbericht Overleggroep Producten Natte Veevoeders.
- O'Quin, P.R., J.L. Nelssen, J.A. Unruh, R.D. Goodband, J.C. Woodworth and M.D. Tokach, 2000. Effects of feeding modified tall oil and supplemental potassium and magnesium on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science* (80) 3: 443-449.
- PDRhealth, W., [http://www.pdrhealth.com/drug\\_info/nmdrugprofiles/nutsupdrugs/rut\\_0230.shtml](http://www.pdrhealth.com/drug_info/nmdrugprofiles/nutsupdrugs/rut_0230.shtml),  
Peet-Schwering, C.M.C.v.d., 1998. Voeding, groei, samenstelling en kwaliteit. Wageningen Business School Wageningen UR. pgs.
- Pfalzgraf, A.M., M. Timm and H. Steinhart, 1994. Gehalte von trans-fettsäuren in Lebensmitteln. *Ernährungswissenschaft* (33): 24-43.
- Pierick, E.t. and J. Bolhuis, 2005. Diervoederindustrie benut meer bijproducten van voedingsmiddelen. *Landbouw Economisch Instituut. Agri-Monitor*: 1-3.
- Productschap\_voor\_Diervoeder, 2004, Website [www.pdv.nl](http://www.pdv.nl); Mengvoederproductie in Nederland naar diersoort, 1997 - 2004.
- Raes, K., S. De Smet and D. Demeyer, 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linolenic acid in lamb, beef and pork meat; a review. *Animal Feed Science Technology* (113): 199-221.
- Rey, A.I., C.J. Lopez-Bote, J.P. Kerry, P.B. Lynch, D.J. Buckley and P. Morrissey, 2001. Effects of dietary vegetable oil inclusion and composition on the susceptibility of pig meat to oxidation. *Anim sci (U.K.): British Society of Animal Science*.
- Sandercock, D.A., R.R. Hunter, G.R. Nute, M.A. Mitchell and P.M. Hocking, 2001. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: implications for meat quality. *Poultry Science* (80): 418-425.
- Scholten, R.H.J. and D.J.P.H.v.d. Loo, 1997. Bijproducten via de drinknippel bij gespeende biggen en vleesvarkens. Proefverslag P 1.186 Praktijkonderzoek Varkenshouderij.
- Scholten, R.H.J. and M.M.J.A. Rijnen, 1998. Het gebruik van vochtrijke bijproducten; een literatuuroverzicht. Praktijkonderzoek Varkenshouder, Rosmalen. Proefverslag nummer P.210.
- Scholten, R.H.J., A.I.J. Hoofs and N. Verdoes, 1997a. Bijproducten in relatie tot technische resultaten en milieukeurmerken bij vleesvarkens. Proefverslag P 1.187 Praktijkonderzoek Varkenshouderij.
- Scholten, R.H.J., A.I.J. Hoofs and Beurskens-Voermans, 1997b. Bijproductenrantsoenen voor vleesvarkens: invloed van voerniveau en aminozuregehalte. Proefverslag P 1.188 Praktijkonderzoek Varkenshouderij.
- Scipioni, R., G. Martelli, J.A. Fernandez and J. Wiseman, 2001. Consequences of the use of ensiled sugar beet pulp in the diets of heavy pigs on performance, carcass characteristics and nitrogen balance: a review. *Animal Feed Science Technology* (90) 1-2: 81-91.
- Souza, D.D.N.D., R.D. Warner, B.J. Leury and F.R. Dunshea, 1998. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. *Journal of Animal Science* (76): 104-109.

Stoll, P., 1996a. Rapeseed byproducts in the feeding of fattening pigs. *Revue-Suisse-d'Agriculture* (28) 3: 153-155.

Stoll, P., 1996b. Rapeseed feed in pig fattening. *Agrarforschung* (3): 223-225.

Suomi, K., K. Partanen, T. Alaviuhkola, H. Siljander Rasi and S. Sankari, 1999. Effect of supplemental vitamin E on the performance of growing-finishing pigs fed stored versus freshly harvested barley and on the storage stability and eating quality of frozen pork. *Agricultural and Food Science in Finland* (8) 1: 9-18.

Ullrey, D.E., 1991. Vitamine E for swine. *Journal of Animal Science* (53): 1039-1056.

Verordening\_EG\_1334, [http://www.pdv.nl/lmbinaries/richtlijn\\_1334-2003.pdf](http://www.pdv.nl/lmbinaries/richtlijn_1334-2003.pdf),

Westendorf, M., Z.C. Dong and P.A. Schoknecht, 1998. Recycled cafeteria food waste as a feed for swine: nutrient content, digestibility, growth, and meat quality. *Journal of Animal Science* (82): 218-224.

Wilborn, B.S., C.R. Kerth, W.F. Owsley, W.R. Jones and L.T. Frobish, 2004. Improving pork quality by feeding supranutritional concentrations of vitamin D<sub>3</sub>. *Journal of Animal Science* (82): 218-224.

Willet, W.C., M.J. Stampfer, J.E. Manson, G.A. Colditz, F.E. Speizer, B.A. Rosner, L.A. Simpson and C.H. Hennekens, 1993. Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *Lancet* (341): 581-585.

Wood, J.D., R.I. Richardson, G.R. Nute, A.V. Fisher, M.M. Campo, K. E., P.R. Shear and M. Enser, 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* (66): 21-32.