

# Die invloed van verskeie faktore op die voorkoms van hoë spier $pH_f$ -waardes as aanleiding tot donker, ferm en droë (DFD) varkvleis by 'n Suid-Afrikaanse spekfabriek

P.H. Heinze, P.J. Gouws en R.T. Naudé  
Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde, Irene

**The influence of various factors on the occurrence of high ultimate pH values as an indication of dark, firm and dry (DFD) pork at a South African bacon factory.** This survey was conducted to determine the occurrence of DFD meat in pork carcasses at a South African bacon factory and to identify the influence of certain factors on the incidence of DFD pork.

The ultimate pH values ( $pH_f$ ) in the muscles of 3 477 pigs were determined in the *M. longissimus lumborum* (LL) and the *M. semimembranosus*. The incidence of DFD meat was found to be 30,20% ( $pH_f \geq 6,00$ ) with a mean  $pH_f$  value of 5,87 in the LL. Sex had a highly significant influence ( $P \leq 0,01$ ) on the incidence of DFD meat. A higher mean  $pH_f$  value (5,97) and a higher percentage DFD were found in boar (43,11 %), than in sow and castrate carcasses grouped (5,81; 23,03 %), as determined in the LL. Factors like method of transport, day of slaughter, lairage time and backfat thickness also had an important influence on the incidence of DFD meat.

S. Afr. J. Anim. Sci. 1984, 14: 97 - 104

Hierdie opname is uitgevoer om die voorkoms van DFD-varkvleis by 'n Suid-Afrikaanse spekfabriek te bepaal, en faktore wat 'n invloed op die voorkomssyfer mag hê, te identifiseer.

Die finale pH-waardes ( $pH_f$ ) in twee spiere, naamlik die *M. longissimus lumborum* (LL) en die *M. semimembranosus* (SM) van 3 477 varkkarkasse is bepaal. Die voorkoms van DFD-varkkarkasse was 30,20 % ( $pH_f \geq 6,00$ ) in die LL, met 'n gemiddelde  $pH_f$ -waarde van 5,87. Geslag het 'n hoogsbetekenisvolle invloed op die voorkoms van DFD-varkkarkasse gehad. Die gemiddelde  $pH_f$ -waarde in die LL van beerkarkasse (5,97) asook die persentasie DFD-karkasse (43,11 %) was hoogsbetekenisvol hoër as dié van sog- en burgkarkasse (5,81 en 23,03 %). Faktore soos vervoermetode (pad teenoor spoor) vervoerstand, slagdag, rustyd voor slag en rugvedikte het ook die voorkomssyfer van DFD-varkkarkasse beïnvloed.

S.-Afr. Tydskr. Vee. 1984, 14: 97 - 104

**Keywords:** Pigs, ultimate muscle pH, sex, transport, lairage time, backfat thickness

**P.H. Heinze\* en R.T. Naudé**

Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde, Privaatsak X2, Irene, 1675 Republiek van Suid-Afrika

**P.J. Gouws**

Landbou-ekonomie en -bemarking, Privaatsak X246, Pretoria, 0001 Republiek van Suid-Afrika

\*Aan wie korrespondensie gerig moet word

Ontvang 1 Augustus 1983

DFD-vleis word gekenmerk deur 'n baie donkerrooi kleur, 'n ferm (stewige) voorkoms en 'n hoë finale spier pH-waarde ( $pH_f$ ) (Potthast & Hamm, 1976). Alhoewel die optimale  $pH_f$ -waarde van varkvleis 5,5 is (Lawrie, 1979), word varkvleis met 'n  $pH_f$ -waarde van tussen 5,6 en 6,0 steeds as van 'normale' kwaliteit gereken (Potthast & Hamm, 1976), terwyl vleis met 'n  $pH_f$ -waarde  $> 6,0$  gereken DFD-vleis te wees (Newton & Gill, 1981). Diere wat in 'n uitgeputte toestand geslag word, lewer vleis met lae glikogeen- (Newton & Gill, 1981; Fernandes, Smith & Armstrong, 1979a) en glukosekonsentrasies (Newton & Gill, 1981). Die verlaagde konsentrasies glikogeen en glukose in die spiere beperk die post mortem-produksie van laktaat met 'n gevolglike hoë  $pH_f$ -waarde in die vleis (Newton & Gill, 1981).

Vleis met 'n hoë  $pH_f$ -waarde is meer geneig tot bakteriese bederf (Newton & Gill, 1981; Fernandes *et al.*, 1979a) omrede die inhiberende effek van 'n lae pH-waarde nie teenwoordig is nie (Bem, Hechelmann & Leistner, 1976). Aangesien glukose, die vernaamste voedingsbron vir bakterieë, in die geval van DFD-vleis in baie lae konsentrasies voorkom, moet die bakterieë van 'n alternatiewe voedingsbron naamlik aminosure gebruik maak wat aanleiding gee tot 'n korter rakleef tyd. Onaangename reuke word sodoende gevorm (Newton & Gill, 1981). Ook rou gepekeldde varkvleisprodukte wat vervaardig is van varkvleis met 'n  $pH_f$ -waarde  $> 6,0$  het 'n korter rakleef tyd as produkte vervaardig van vleis met 'n normale  $pH_f$ -waarde (Bem *et al.*, 1976).

Onder anaerobiese toestande soos wanneer vakuumpverpak, vergroen DFD-vleis. Dit is die gevolg van bakteriese inwerking op glutatioon en sisteien met die gevolglike vorming van waterstofsulfied. Die waterstofsulfied reageer met mioglobien om sulfmioglobien te vorm wat groen van kleur is en dus 'n vergroening van die vleis veroorsaak (Newton & Gill, 1981).

Vleis met 'n  $pH_f$ -waarde  $> 6,0$  is ook minder geneig tot die absorbering van pekelsout. Dit is as gevolg van die hoë waterbindingsvermoë van DFD-vleis. Die verminderde soutabsorbering speel 'n belangrike rol by die korter rakleef tyd en smaak van ham, veral in die geval van droë pekeling (Wirth, 1976). Die nitrietkonsentrasie na pekeling is ook hoër in vleis met 'n hoë  $pH_f$ -waarde (Dempster, 1974; Wirth, 1976). Salpeter, of nitraat word deur bakteriese werking omgeskakel na nitriet, 'n reaksie wat optimaal in die rigting van nitriet plaasvind by 'n hoë pH-waarde. Nitriet word weer chemies omgeskakel na stikstofoksied en dié reaksie vind optimaal plaas in die rigting van stikstofoksied by 'n lae pH-waarde.

Wanneer die stikstofoksied met mioglobien reageer, ontwikkel die tipiese roosrooi kleur van gepekeldde vleis. Dus, wan-

neer vleis met 'n hoë pH<sub>F</sub>-waarde gepekeld word, vind 'n opeenhoping van nitriet plaas en kom die kenmerkende roos-rooi pekelkleur tot 'n mindere mate voor (Wirth, 1976).

As gevolg van die korter rakleef tyd, onaangename reuke en vergroening wanneer vakuumverpak, asook die inherente donker kleur van DFD-vleis, kan verwag word dat die vleisindustrie groot finansiële verliese lei. Alhoewel DFD-vleis ook by beeste (Augustini, Fischer & Schön, 1979) en skape (Short-hose, 1977) voorkom, was die doel van hierdie opname om die voorkomsyfer van DFD-varkkarkasse te bepaal by 'n Suid-Afrikaanse spekfabriek. Aangesien dit bekend is dat faktore soos vervoermetode en -afstand, rustyd voor slag, die vermenging van diere van verskillende produsente voor slag (Moss, 1980) en die tydperk van laaste voeding voor slag (Cuthbertson & Pomeroy, 1970) die voorkomsyfer van DFD-vleis beïnvloed, is sommige van dié faktore tydens die opname ondersoek om riglyne vir moontlike verdere navorsing te vind.

### Prosedure

Die opname van pH<sub>F</sub>-waardes is gedurende Junie/Julie 1980 oor 'n tydperk van vier weke uitgevoer. Na aanleiding van Tarrant, Gallwey en Mc Gloughlin (1979) se bevindings dat daar geen betekenisvolle verskille tussen pH<sub>F</sub>-waardes van sog- en burgekarkasse was nie, is dié twee geslagte as een groep beskou terwyl beerkarkasse as 'n ander groep beskou is. In die opname was daar 2 236 sog- en burgekarkasse en 1 241 beerkarkasse.

Die pH<sub>F</sub>-waardes is bepaal in die *M. longissimus lumborum* (LL) en die *M. semimembranosus* (SM) van die regtersy en wel in 0,05 pH-eenhede met 'n draagbare pH-meter (Orion Research Model 201). 'n Gekombineerde skerp punt glaselektrode (Orion kat. no. 91-63) wat direk in die spier gestee is tot 'n diepte van 25 mm, is gebruik. 'n Enkele lesing is geneem. Die pH-meter is telkens gekalibreer met standaardbuffers met pH-waardes van 7,00 (Beckman SA 3501) en 4,00 (Beckman SA 3506). Die kalibrering is gereeld na die bepaling van die pH<sub>F</sub>-waardes van ongeveer 20 varkkarkasse nagegaan. Die pH<sub>F</sub>-waardes is bepaal nadat die karkasse ten minste een nag in 'n koelkamer met 'n lugtemperatuur van ongeveer 4°C gehang het. Aangesien die rugstring tydens die slagproses verwyder is, was dit maklik om die pH<sub>F</sub>-waardes van die LL (net agter die laaste rib) en die SM (proksimale gedeelte) te bepaal. Dié betrokke twee spiere is gebruik aangesien hulle maklik bereikbaar was, en die resultate van dié opname met resultate van soortgelyke opnames (Kempster & Cuthbertson, 1975; Gallwey & Tarrant, 1978; Tarrant *et al.*, 1979) vergelyk kon word. Die rugvetdikte (vel ingesluit) is bepaal deur die vetlaag te meet met 'n meetpasser direk agter die laaste rib op die halveringsvlak van die regtersy (met die rugstring verwyder).

Beerkarkasse kon uitgeken word deurdat 'n stempel bestaan uit drie horisontale lyne deur die fabriekspersoneel op die rug aangebring is.

Die volgende data is van die fabriekspersoneel verkry nadat die pH<sub>F</sub>-waardes bepaal is: -

Vervoermetode: pad- of spoorvervoer.

Die plek waar die varke gelaai is om sodoende die vervoer afstand te kon bepaal.

Tyd en datum van aankoms by die spekfabriek.

Tyd en datum van slag.

Die name van produsente en die ligging van hul boerderye.

Die data is soos volg verwerk:

Frekwensie-verdelings van die pH<sub>F</sub>-waardes vir die LL en SM

is bepaal ten opsigte van:

Totale getal varke.

Geslag (bere vs sê en burge).

Vervoermetode (pad vs spoor).

Vervoer afstand per vervoermetode.

Slagdag (Maandae tot Vrydae).

Rustyd voor slag.

Rugvetdikte.

Die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waardes is bereken vir elk van die faktore asook die persentasie pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$ . Die afsnypunt  $\geq 6,00$  is gekies sodat die resultate vergelyk kon word met resultate van soortgelyke opnames waar dieselfde afsnypunt gebruik is (Gallwey & Tarrant, 1978; Tarrant *et al.*, 1979). Die afsnypunt  $\geq 6,40$  is geneem aangesien die staande regulasie ooreenkomstig die Wet op Higiëne by Dierslag, Vleis en Dierlike Produkte (Wet 87 van 1967) bepaal dat varkvleis met 'n pH<sub>F</sub>-waarde van hoër as 6,40 slegs vir menslike gebruik goedgekeur kan word indien mikrobiologiese toetse negatief is (Departement van Landbou-tegniese Dienste, 1969).

Chi-kwadraattoetse is uitgevoer om die betekenisvolheid (F-waarde) van die verskille tussen persentasies binne faktore te bepaal (Snedecor & Cochran, 1967).

### Resultate en Bespreking

#### Totale getal varke

Die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waardes in die LL en SM was 5,87 en 5,81. Die persentasie varkkarkasse met 'n pH<sub>F</sub>-waarde  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  was hoër in die LL (30,20 %; 8,00 %) as in die SM (23,61 %; 4,63 %) (Tabel 1).

Die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waardes soos gevind tydens die opname (Tabel 1) was heelwat hoër as die verwagte normale pH<sub>F</sub>-waarde van ongeveer 5,5 (Lawrie, 1979). Die waardes was ook hoër as dié gevind by 'n Ierse toetsstasie naamlik 5,59 in die *M. longissimus dorsi* (LD, die omvattende benaming vir die *M. longissimus thoracis* en *M. longissimus lumborum*) en 5,71 in die SM vir 206 Groot Wit- en 151 Ierse Landrasvarke gesamentlik. In dié Ierse opname was 2 % van die pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  (vir Groot Wit- en Landrastipes gesamentlik) teenoor 18 % vir kommersiële varke (Tarrant *et al.*, 1979). 'n Soortgelyke opname is deur Gallwey en Tarrant (1978) by 11 Ierse spekfabrieke uitgevoer. Tydens dié opname was die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waardes in die LD en SM 5,75 en 5,86, terwyl 18 % van die waardes in die LD en 31 % van dié in die SM gelyk of hoër as 6,00 was (Gallwey & Tarrant, 1978).

Tydens 'n opname in Groot Brittanje by 16 spekfabrieke gedurende 1972 is die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waarde bepaal as 5,89 in die LD (Kempster & Cuthbertson, 1975). Dié waarde is vergelykbaar met die waarde wat in hierdie opname in die LL verkry is. Die Britse opname is in 1973 by die 16 spekfabrieke herhaal en die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waarde van die LD was toe 5,73. Die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waardes van die 1972 - (5,89) en 1973 - (5,73) opnames het betekenisvol van mekaar verskil ( $P \leq 0,05$ ). Die persentasie pH<sub>F</sub>-waardes  $> 6,5$  was ook laer in die 1973 - (0,7 %) as in die 1972 - (3,4 %) opname (Kempster & Cuthbertson, 1975). Hieruit kan dus afgelei word dat die voorkoms van DFD-karkasse by die Suid-Afrikaanse spekfabriek ook verminder kan word. Wanneer hierdie opname se syfers met dié van Groot Brittanje vergelyk word, moet die getalle Landras- en Groot Witvarke egter in gedagte gehou word. In die Republiek van Suid-Afrika is die verhouding tussen die getal Landras- en Groot Witvarke heelwat groter (na aanleiding van die Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde, 1982) as in Groot Brittanje (Lawrie, 1979). Die

**Tabel 1** Die invloed van verskeie faktore op die voorkoms van DFD-varkvleis, uitgedruk as gemiddelde  $pH_f$ -waarde en persentasie  $pH_f$ -waardes  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  soos bepaal in die *M. longissimus lumborum* (LL) en *M. semimembranosus* (SM)

	<i>n</i>	* $pH_f$ – LL			* $pH_f$ – SM		
		$\bar{x}$ $pH_f$	% $pH_f$ $\geq 6,00$	% $pH_f$ $\geq 6,40$	$\bar{x}$ $pH_f$	% $pH_f$ $\geq 6,00$	% $pH_f$ $\geq 6,40$
<b>Totaal</b>	3477	5,87	30,20	8,00	5,81	23,61	4,63
<b>Geslag</b>							
Bere	1241	5,97	43,11	13,94	5,87	31,51	6,77
Sôe en burge	2236	5,81	23,03	4,70	5,77	19,23	3,44
<b>Vervoermetode</b>							
Pad	2224	5,90	33,59	10,39	5,85	28,78	6,52
Spoor	1253	5,81	24,18	3,75	5,73	14,45	1,28
<b>Vervoerafstand</b>							
<b>Pad</b>							
$\leq 50$ km	440	5,79	23,18	7,50	5,79	24,77	5,68
51 – 100 km	1413	5,93	36,87	11,68	5,87	30,71	7,57
$> 100$ km	371	5,91	33,42	8,89	5,84	26,15	3,50
<b>Spoor</b>							
$\leq 100$ km	60	5,94	35,00	6,67	5,80	20,00	3,33
$> 100$ km	1193	5,80	23,64	3,60	5,73	14,17	1,17
<b>Slagdag</b>							
Maandae	470	5,78	18,94	3,62	5,69	10,00	1,06
Dinsdae	897	5,91	33,00	11,15	5,85	29,54	7,25
Woensdae	642	5,87	29,91	5,30	5,79	20,72	3,27
Donderdae	624	5,91	33,87	9,63	5,83	26,00	4,65
Vrydae	844	5,85	31,04	7,94	5,82	25,36	4,86
<b>Rustyd</b>							
$< 19$ ure	462	5,90	33,12	7,36	5,79	20,35	2,60
19 – 24 ure	2455	5,88	32,02	9,04	5,83	26,80	5,70
25 – 36 ure	53	5,86	28,30	7,55	5,90	39,62	7,55
37 – 48 ure	177	5,85	31,64	6,21	5,75	15,82	1,13
$> 48$ ure	330	5,74	12,12	2,12	5,66	6,06	0,91
<b>Vetdikte</b>							
$< 11$ mm	8	6,01	50,00	12,50	5,64	12,50	0,00
11 – 20 mm	1703	5,89	33,47	9,40	5,82	25,72	4,76
21 – 30 mm	1654	5,84	27,33	6,77	5,80	21,83	4,59
$> 30$ mm	112	5,79	21,43	4,46	5,76	18,75	3,57

\* $pH_f$  = Finale  $pH$ -waarde minstens 20 uur post mortem.

moontlikheid bestaan dat die Landrasvarke, wat meer spanningsgevoelig is (Rossouw, 1982) hul glikogeen reserwes vinniger mag uitput onder langer periodes van spanning, en dus 'n hoër voorkomssyfer van DFD-vleis mag oplewer (Schmidt, 1980).

Gedurende Januarie is 'n loodsopname by dieselfde spekfabriek uitgevoer ( $n = 333$ ). Slegs die  $pH_f$ -waardes in die LL is bepaal en 'n gemiddelde  $pH_f$ -waarde van 5,97 is verkry terwyl 39,6 % van die varkkarkasse 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  gehad het (Vleisraad, 1980).

### Geslag

'n Hoër gemiddelde  $pH_f$ -waarde is gevind by beerkarkasse as by sog- en burgkarkasse in beide die LL (bere: 5,97; sôe en burge: 5,81) en die SM (bere: 5,87; sôe en burge: 5,77) (Tabel 1). Meer beerkarkasse het 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  in beide die LL en SM getoon as die groep sog- en burgkarkasse (Tabel 1).

Die verskille tussen die persentasies beerkarkasse (43,11 % in die LL; 31,51 % in die SM) en sog- en burgkarkasse (23,03 % in die LL; 19,23 % in die SM) met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$

was hoogs betekenisvol ( $P \geq 0,01$ ) in albei spiere (Tabel 2 en 3). Die resultaat onderskraag die bevindinge van Tarrant *et al.* (1979). Hulle skryf die hoër  $pH_f$ -waarde vir beerkarkasse toe aan die moontlike hoër fisiese en emosionele spanning waaronder die bere voor slagting verkeer.

### Vervoermetode

Met dié opname is gevind dat 33,59 % van die varkkarkasse 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  gehad het na padvervoer in vergelyking met 24,18 % na spoorvervoer, en wel soos gemeet in die LL. Die gemiddelde  $pH_f$ -waardes soos gemeet in die LL was 5,90 vir varke wat per pad vervoer is teenoor die 5,81 vir varke wat per spoor vervoer is (Tabel 1).

Die verskille tussen die persentasie varkkarkasse wat 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  gehad het in die LL en SM was hoogs betekenisvol ( $P \geq 0,01$ ) (Tabel 2). Om egter enige sinvolle gevolgtrekkings van dié resultate af te lei, moet die invloed van afstand op die verskillende vervoermetodes in ag geneem word.

### Vervoerafstand

Die gemiddelde padvervoerafstand was 93 km in vergelyking

**Tabel 2** Die betekenisvolheid (F-waardes) van die verskillende faktore se invloed op die persentasie varkkarkasse met pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  in die *M. longissimus lumborum*

pH <sub>F</sub> -waarde $\geq 6,00$	1:2	1:3	1:4	1:5	2:3	2:4	2:5	3:4	3:5	4:5 <sup>1</sup>
Geslag	152,63 **									
Vervoermetode	33,64 **									
Padvervoerafstand	28,18 **	10,50 **			1,51 NB					
Spoorvervoerafstand	4,02 *									
Slagdag	30,15 **	17,29 **	29,82 **	22,60 **	1,65 NB	0,11 NB	0,76 NB	2,23 NB	0,22 NB	1,26 NB
Rustyd	0,22 NB	0,50 NB	0,13 NB	46,04 **	0,33 NB	0,01 NB	55,19 **	0,21 NB	9,72 **	28,59 **
Vetdikte	X	X	X		14,95 **	6,92 **		1,85 NB		
pH <sub>F</sub> -waarde $\geq 6,40$	1:2	1:3	1:4	1:5	2:3	2:4	2:5	3:4	3:5	4:5 <sup>1</sup>
Geslag	92,72 **									
Vervoermetode	48,05 **									
Padvervoerafstand	6,13 *	0,52 NB			2,31 NB					
Spoorvervoerafstand	1,48 NB									
Slagdag	22,35 **	1,75 NB	14,74 **	19,42 **	16,12 **	0,92 NB	5,17 *	8,59 **	4,02 *	1,28 NB
Rustyd	1,38 NB	0,00 NB	0,26 NB	10,76 **	0,14 NB	1,64 NB	18,47 **	0,12 NB	4,82 *	5,67 *
Vetdikte	X	X	X		7,76 **	3,09 NB		0,09 NB		

(1) Volgens die onderverdelings van elke faktor soos aangegee in Tabel 1. \*\*  $P < 0,01$ . \*  $P < 0,05$ . NB: Nie betekenisvol. X: Getalle onvoldoende vir sinvolle statistiese ontleding.

met die gemiddelde spoorvervoerafstand van 311 km per varkeenheid.

#### Padvervoer

Die resultate toon aan dat 'n laer gemiddelde pH<sub>F</sub>-waarde bereik is deur varke wat per pad oor afstande van 50 km en korter vervoer is, as varke wat oor afstande langer as 50 km vervoer is. Die pH<sub>F</sub>-waarde in die LL vir varke vervoer oor 'n afstand van 50 km en minder was 5,79; 5,93 vir dié wat 51 tot 100 km en 5,91 vir dié wat meer as 100 km vervoer is (Tabel 1). In die eersgenoemde groep was die persentasie pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  in die LL (23,18 %) hoogs betekenisvol kleiner ( $P \leq 0,01$ ) as dié van die ander twee groepe (36,87 % en 33,42 % onderskeidelik) wat nie betekenisvol van mekaar verskil het nie (Tabel 2). 'n Stygende tendens in die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waardes en persentasie karkasse met 'n pH<sub>F</sub>-waarde  $\geq 6,00$  is gevind met 'n toename in padvervoerafstand alhoewel die waardes vir afstande groter as 100 km effens laer was as die waardes vir afstande van 51 km tot 100 km (Tabel 1). Scheper (1972) het gevind dat, met 'n toename in die padvervoerafstand 'n stygende tendens bestaan ten opsigte van die persentasie varkkarkasse met 'n pH<sub>F</sub>-waarde  $\geq 6,2$ . Aangesien die rusperiodes in dié geval nie bekend is nie, kan 'n direkte vergelyking nie getref word met resultate wat uit hierdie opname spruit nie. Cuthbertson en Pomeroy (1970) het hierteenoor geen betekenisvolle verskille gevind in die pH<sub>F</sub>-waardes in

die LD van varke wat vir 30 min ( $\pm 13$  km) en 8 ure ( $\pm 226$  km) per pad vervoer is nie. Weereens kan die resultate nie direk vergelyk word met resultate uit hierdie opname nie aangesien die tydsduur van vervoer nie bekend is nie en nie sondermeer afgelei kan word van die vervoerafstande nie.

#### Spoorvervoer

'n Betekenisvolle verskil ( $P \leq 0,05$ ) is gevind tussen die persentasie varkkarkasse met 'n pH<sub>F</sub>-waarde  $\geq 6,00$  in die LL van die varke wat per spoor vervoer is oor afstande van 100 km en korter (35,00 %) en meer as 100 km (23,64 %) (Tabel 2). Geen betekenisvolle verskille is egter gevind ten opsigte van die persentasie varkkarkasse met pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  soos gemeet in die SM nie (Tabel 3). Die afstande langer as 100 km het dus tot gevolg 'n kleiner persentasie pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  in die LL (en laer gemiddelde pH<sub>F</sub>-waarde van 5,80) wat uit 'n vleiskwaliteitsoogpunt meer voordelig is. Die gemiddelde pH<sub>F</sub>-waarde vir die karkasse van varke wat oor afstande van 100 km en korter vervoer is, was 5,94 in die LL (Tabel 1). Scheper (1972) het gevind dat die persentasie varkkarkasse met 'n hoë pH<sub>F</sub>-waarde ( $> 6,2$  in dié geval) afgeneem het met 'n toename in die spoorvervoerafstand. Wat egter ook belangrik is om in ag te neem, is dat met die afname in die persentasie DFD-karkasse daar 'n toename in die persentasie BPW-karkasse was (Scheper, 1972).

Dit kom dus voor of varke wat oor langer afstande per spoor

**Tabel 3** Die betekenisvolheid (F-waardes) van die verskillende faktore se invloed op die persentasie varkkarkasse met pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  in die *M. semimembranosus*

pH <sub>F</sub> -waarde $\geq 6,00$	1:2	1:3	1:4	1:5	2:3	2:4	2:5	3:4	3:5	4:5 <sup>1</sup>
Geslag	66,68 **									
Vervoermetode	91,27 **									
Padvervoerafstand	5,72 *	0,20 NB			2,93 NB					
Spoorvervoerafstand	1,57 NB									
Slagdag	66,87 **	22,97 **	44,19 **	44,20 **	15,20 **	2,34 NB	3,82 NB	4,87 *	4,38 *	0,07 NB
Rustyd	8,47 **	10,19 **	1,70 NB	31,88 **	4,32 *	10,33 **	67,95 **	13,78 **	53,81 **	12,80 **
Vetdikte	X	X	X		7,01 **	2,70 NB		0,59 NB		
pH <sub>F</sub> -waarde $\geq 6,40$	1:2	1:3	1:4	1:5	2:3	2:4	2:5	3:4	3:5	4:5 <sup>1</sup>
Geslag	19,98 **									
Vervoermetode	49,89 **									
Padvervoerafstand	1,81 NB	2,14 NB			7,75 **					
Spoorvervoerafstand	2,11 NB									
Slagdag	24,26 **	5,79 *	11,43 **	12,86 **	11,21 **	4,29 *	4,34 *	1,58 NB	2,30 NB	0,03 NB
Rustyd	7,59 **	3,87 *	1,29 NB	2,95 NB	0,33 NB	6,76 **	13,72 **	6,61 *	11,21 **	0,06 NB
Vetdikte	X	X	X		0,05 NB	0,33 NB	0,25			NB

(1) Volgens die onderverdelings van elke faktor soos aangegee in Tabel 1. \*\*  $P < 0,01$ . \*  $P < 0,05$ . NB: Nie betekenisvol.  
X: Getalle onvoldoende vir sinvolle statistiese ontleding.

vervoer word, wat moontlik oor langer tydperke geskied, mag aanpas by die treinry-situasie. Vir die varke wat oor korter afstande vervoer word, is die tydsduur van die rit moontlik nie lank genoeg om by die treinry-situasie aan te pas nie, met 'n gevolglike versnelde uitputting van energiebronne in die spiere, met 'n gevolglike hoër pH<sub>F</sub>-waarde.

### Slagdag

Maandae se slagtings verskil hoogs betekenisvol ( $P \leq 0,01$ ) van die ander dae se slagtings ten opsigte van die persentasie varkkarkasse met pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  in die LL. Slegs 18,94 % van die varke wat op Maandae geslag is het pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  getoon teenoor tussen 29,91 % en 33,87 % vir die ander slagdae soos gemeet in die LL. Die ander slagdae se persentasies het nie betekenisvol van mekaar verskil ten opsigte van pH<sub>F</sub>-waardes  $\geq 6,00$  in die LL nie (Tabel 2).

Dieselfde tendens is gevind ten opsigte van die pH<sub>F</sub>-waardes soos gemeet in die SM. Die persentasie karkasse met 'n pH<sub>F</sub>-waarde in die SM  $\geq 6,00$  was 10,00 % vir Maandae teenoor tussen 20,72 % en 29,54 % vir die ander slagdae (Tabel 3).

### Rustyd

Die effek van slagdag word tot 'n groot mate weerspieël in die hoeveelheid rus wat die varke voordoods ontvang het. 'n Hoogs betekenisvolle kleiner persentasie varkkarkasse met 'n pH<sub>F</sub>-waarde  $\geq 6,00$  in die LL is gevind vir die varke wat vir meer as 48 ure gerus het (12,12 %) teenoor varke wat vir 48

ure en minder gerus het (tussen 28,30 % en 33,12 %) (Tabel 2). Die aspek is ook weerspieël in die laer gemiddelde pH<sub>F</sub>-waarde van karkasse van varke wat langer as 48 ure (pH<sub>F</sub>-waarde van 5,74) gerus het en varke wat vir 48 ure en korter gerus het (pH<sub>F</sub>-waarde tussen 5,85 en 5,90) (Tabel 1). Dieselfde tipe resultate is ook in die SM verkry (Tabel 1).

Die tendens stem ooreen met die resultate soos waargeneem vir Maandae se slagtings. Die varke is gewoonlik oornag op hok gehou om te kalmeer voordat hulle die volgende dag geslag is. Varke wat egter op Vrydae aangekom het, is eers op Maandae geslag; dus 'n potensiele rustyd voor slagting van meer as 48 ure. Varke wat op Saterdag by die spekfabriek aangekom het, het 'n potensiele rustyd voor slagting van meer as 36 ure gehad. Daarby het varke wat oor naweke op hok gestaan het ook voer ontvang wat aanleiding kon gee tot die opbou van spierenergieserwes wat kon lei tot laer spier pH<sub>F</sub>-waardes. Voer was nie beskikbaar gedurende weksdae wanneer varke slegs oornag in die hokke aangehou is nie. Water was egter vir alle varke vrylik beskikbaar.

Aangesien oor naweke nie geslag is nie en die getal werkers tot die minimum beperk is, was dit besonder stil en rustig in die omgewing van die hokke. Die effek van voeding asook die lawaai-aspek moet dus ook in aanmerking geneem word wanneer na die lengte van die rusperiode gekyk word.

Gallwey, Tarrant en Mc Mahon (1977) het gevind dat die persentasie varkspiere met 'n pH<sub>F</sub>-waarde  $\geq 6,00$  van varke wat oornag op hok was met slegs water, 34 % was in vergely-

king met slegs 8 % in varke wat oornag ook 'n suikeroplossing ontvang het. Die gemiddelde  $pH_f$ -waardes van die twee groepe het hoogs betekenisvol verskil ( $P \leq 0,01$ ). Dié resultate is ook bevestig deur Fernandes, Smith, Ellis, Clark en Armstrong (1979b). Daarby het hulle ook aangetoon dat geen betekenisvolle verskille in gemiddelde  $pH_f$ -waardes in die LD teenoor die laaste rib van spekvarkkarkasse gevind kon word tussen varke wat oornag op hok gestaan het, met vrye toegang tot water, en varke wat kort na aankoms by die abattoir geslag is nie. 'n Betekenisvolle verskil ( $P \leq 0,05$ ) is egter in die  $pH_f$ -waardes in die SM gevind.

### Rugvettidkte

By varkkarkasse met dikker vetlae was die gemiddelde  $pH_f$ -waardes in beide spiere asook die persentasie  $pH_f$ -waardes  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  laer as by dié met die dunner vetlae (Tabel 1). In die LL was die verskil in die persentasie varkkarkasse met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  in die vetdikte-kategorie 11–20 mm enersyds hoogs betekenisvol ( $P \leq 0,01$ ) in vergelyking met die persentasie varkkarkasse in die vetdikte-kategorie 21–30 mm, en dikker as 30 mm andersyds (Tabel 2). Ook in die SM was die persentasie varkkarkasse met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  in die kategorie 11–20 mm hoogs betekenisvol hoër ( $P \leq 0,01$ ) in vergelyking met die persentasie varkkarkasse in die kategorie 21–30 mm (Tabel 3).

Die varkkarkasse met 'n dunner vetlaag het dus 'n hoër gemiddelde  $pH_f$ -waarde, en 'n groter persentasie varkkarkasse met 'n dunner vetlaag het 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  gehad as varkkarkasse met 'n dikker speklaag (Tabel 1). Dit mag moontlik die geval wees dat varke met 'n dunner vetlaag meer spanningsgevoelig is en dus makliker uitgeput raak. Dit sluit aan by reeds gepubliseerde data en teorieë (Richter, Bichardt & Flock, 1976; Mitchell & Heffron, 1980a).

Varke word reeds etlike jare geteel vir 'n groter vleis-tot-vetverhouding (Wirth, 1976) wat gepaard gaan met 'n afname in vetdikte. Ook word spesifiek geteel vir 'n dunner vetdikte wat tot 'n hormoonwanbalans mag lei aangesien die hormone wat belangrik is vir die hantering van spanningsituasies verhoudingsgewys minder voorkom (Lawrie, 1979) en kan lei tot spanningsgevoeligheid. Tydens 'n spanningsituasie kan die uitputting van die energie-reserwes vinniger plaasvind by die spanningsgevoelige varke (met dunner vetlae) as by die meer 'normale' varke (met dikker vetlae).

Aangesien dit egter bekend is dat bere 'n dunner vetlaag as sê het, en dat reeds in dié opname aangetoon is dat persentasies gewys meer beerkarkasse 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  het, kan beweer word dat dié die rede vir die tendens van 'n hoër gemiddelde  $pH_f$ -waarde met dunner vetlae is. Wanneer die varkkarkasse in die verskillende vetdikte-kategorieë opgedeel word in beer-, en sog- en burgkarkasse, kom 63,09 % van die beerkarkasse in die 11–20 mm kategorie voor terwyl 54,11 % sog- en burgkarkasse in die dikker vetlaagkategorie 21–30 mm voorkom (Tabel 4). Wat beerkarkasse betref is geen betekenisvolle verskille in persentasie karkasse met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  in die LL tussen die vetdikte-kategorieë gevind nie. 'n Betekenisvolle verskil ( $P \leq 0,05$ ) is egter gevind tussen die persentasie sog- en burgkarkasse met  $pH_f$ -waardes  $\geq 6,00$  tussen die kategorieë 11–20 mm en 21–30 mm (Tabel 4). Schmidt (1980) het ook aangetoon dat varke wat as spanningsgevoelig geklassifiseer word met behulp van die halotaantoets 'n betekenisvolle ( $P \leq 0,05$ ) groter vleis-tot-vetverhouding gehad het as die nie-spanningsgevoelige varke.

**Tabel 4** Die verdeling van beer-, sog- en burgkarkasse in die verskillende vetdikte-kategorieë en die persentasie  $pH_f$ -waardes in die *M. longissimus lumborum*  $\geq 6,00$  en  $\geq 6,40$  in elke kategorie

Vetdikte	Bere			Sê en burge		
	n	% $pH_f \geq 6,00$	% $pH_f \geq 6,40$	n	$pH_f \geq 6,00$	$pH_f \geq 6,40$
< 11 mm	6*	66,67	16,67	2*	0,00	0,00
11–20mm	783	43,04 <sup>a</sup>	14,05 <sup>a</sup>	920	25,32 <sup>a</sup>	5,43 <sup>a</sup>
21–30mm	444	43,02 <sup>a</sup>	13,74 <sup>a</sup>	1210	21,56 <sup>b</sup>	4,21 <sup>a</sup>
>30mm	8*	37,50	12,50	104	20,20 <sup>ab</sup>	3,85 <sup>a</sup>

Persentasies, in kolomme, met verskillende boskryfte, verskil betekenisvol  $P < 0,05$ .

\*Getalle onvoldoende vir sinvolle evaluering.

### Gevolgtrekking

Die gemiddelde  $pH_f$ -waarde asook persentasie varkkarkasse met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  in die LL was besonder hoog in vergelyking met resultate van opnames in ander lande (Kempster & Cuthbertson, 1975; Tarrant *et al.*, 1979; Gallwey & Tarrant, 1978). 'n Posing sal dus aangewend moet word om die voorkoms van DFD-varkvleis te bekamp, veral aangesien die kort rakleef tyd van dié tipe vleis finansiële gevolge vir die hele varkvleisindustrie mag inhou.

Verskeie maniere kan uit die resultate afgelei word wat mag lei tot 'n afname in die voorkomssyfer van DFD-varkkarkasse. Die slagting van bere kan ondermeer beperk word. Indien geen beerkarkasse in die opname gebruik is nie, sou die persentasie karkasse met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  en gemiddelde  $pH_f$ -waarde in die LL verlaag het vanaf 30,20 % en 5,87 na 23,07 % en 5,81. Aangesien bere wel normaalweg by die spekfabriek geslag word, mag dit nodig wees om die hanteringsaspek van varke, wat ook aspekte van voeding en rustyd voordoods insluit, verder na te vors.

Weinig kan aan die afstandfaktor verander word aangesien die ligging van die produsente moeilik verander kan word. Dus sal meer op die tipe vervoer en veral die rustyd gelet moet word indien probeer word om die voorkomssyfer van DFD-varkkarkasse te verminder. Streng beheer moet ook toegepas word oor die rustigheid van varke tydens vervoer. Wat die rustyd voordoods betref blyk dit uit die resultate dat 'n rustydperk van meer as 48 ure besliste voordele tot die afname in die persentasie karkasse met 'n  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$  inhou, alhoewel die voorsiening van voer oor naweke 'n groot invloed op die laer  $pH_f$ -waardes kon hê. Die verskillende rustye van 48 ure en minder het volgens die opname geen betekenisvolle verskille gehad ten opsigte van persentasie karkasse met  $pH_f$ -waardes  $\geq 6,00$  nie. Alhoewel daar gedurende die opname geen varke geslag is op dieselfde dag as wat hulle by die abattoir aangekom het nie, wys 'n opname deur die Vleisraad (1980) daarop dat wat die LL betref, geen betekenisvolle verskille gevind kon word in die persentasie varkkarkasse met  $pH_f$ -waardes  $\geq 6,00$  van varke wat twee ure of 24 ure rustyd gehad het nie. Dié resultate stem dan ook ooreen met dié van Fernandes *et al.*, (1979b). Wartenberg (1968, soos aangehaal deur Bentler, 1972) wys daarop dat die verdwyning van kliniese uitputtingsimptome geen bewys is dat fisiologiese ewewig ingetree het nie, en dat laasgenoemde eers intree na 'n rustyd van tussen 42 en 72 ure. Die resultate wat in dié opname verkry is ten opsigte van 'n rustyd van meer as 48 ure pas goed in by die 42 tot 72 ure wat voorgestel is deur Wartenberg (1968, soos

aangehaal deur Bentler, 1972).

Fernandes *et al.*, (1979a) het aangetoon dat die voorsiening van suikeroplossings tydens die oornag rusperiode die gemiddelde  $pH_f$ -waarde kan verlaag. Die interaksie tussen rustyd en voeding van veral uitgeputte varke behoort aandag te geniet om sodoende 'n inset te lewer by die poging om die voorkomssyfer van DFD-karkasse te verminder.

Varke behoort direk voordoods aan so min spanning moontlik blootgestel te word om die ontstaan van BPW-varkvleis te voorkom (Naudé, 1972), maar dit is bekend dat sommige varke meer vatbaar vir spanning is as ander as gevolg van 'n moontlike genetiese defek (Mitchell & Heffron, 1980b). Die inherent spanningsgevoelige varke kan egter tot 'n groot mate voordoods geïdentifiseer word deur middel van die halotaantoets (Mitchell & Heffron, 1980b). Indien die bevinding van Schmidt (1980) dat halotaangevoelige varke (wat as spanningsgevoelig geïdentifiseer is) 'n groter vleis-tot-vetverhouding het vergelyk word met die bevinding in hierdie opname dat met dunner vetlae hoër  $pH_f$ -waardes en groter persentasies karkasse met  $pH_f$ -waardes  $\geq 6,00$  verkry word, mag dit wees dat die hoër voorkomssyfer van DFD-karkasse die gevolg is van 'n groot persentasie spanningsgevoelige varke onder die spekvarke wat geslag word. Om die spanningsgevoelige varke uit teelprogramme te hou mag dus tot 'n afname in die persentasie varkkarkasse met 'n DFD-karakter lei. Aangesien die teelprogramme 'n hoë premie plaas op 'n groter vleis-tot-vetverhouding, moet met die vordering van so 'n program die kwaliteitsaspekte van die vleis nie benadeel word nie, veral ten opsigte van die daarstelling van BPW- of DFD-varkvleis.

Die resultate van hierdie opname dui op 'n probleem by die spekfabriek ten opsigte van die hoë voorkomssyfer van varkkarkasse met 'n hoë  $pH_f$ -waarde  $\geq 6,00$ . 'n Poging moet dus aangewend word om die hoë voorkomssyfer te verlaag. Enkele faktore wat die voorkomssyfer van hoë  $pH_f$ -waardes beïnvloed is geïdentifiseer en behoort verder nagevors te word vir die daarstelling van norme vir 'n daadwerklike vermindering in die persentasie varkkarkasse met hoë  $pH_f$ -waardes.

### Summary

The survey was conducted over a four-week period to determine the occurrence of DFD pork at a South African bacon factory and to identify the influence of certain factors on the incidence of DFD pork.

The ultimate pH values ( $pH_f$ ) in the carcasses of 3 477 pigs were determined in the *M. longissimus lumborum* (LL) and *M. semimembranosus* (SM). The incidence of DFD meat was found to be 30,20 % ( $pH_f \geq 6,00$ ) with a mean  $pH_f$  value of 5,87 in the LL. In the SM the incidence of  $pH_f$  values  $\geq 6,00$  was 23,61 % with a mean  $pH_f$  value of 5,81. Sex had a highly significant influence ( $P \leq 0,01$ ) on the incidence of DFD pork. A higher mean  $pH_f$  value (5,97) and higher percentage  $pH_f$  values  $\geq 6,00$  (43,11 %) were found in boar than sow and castrate carcasses grouped (5,81; 23,03 %) as determined in the LL. In the SM the percentage carcasses with a  $pH_f$  value  $\geq 6,00$  was also significantly higher (31,51 %) than in the sow and castrate carcasses (19,23 %). Carcasses of pigs transported by road had a higher  $pH_f$  value (5,90) than carcasses of pigs transported by train (5,81). The percentage carcasses with  $pH_f$  values  $\geq 6,00$  in the LL of pigs transported by road (33,59 %) was significantly higher than for pigs transported by train (24,18 %). The distance travelled also had an influence on  $pH_f$  values. The 23,18 % carcasses with a  $pH_f$  value  $\geq 6,00$  (as measured in the LL) of pigs transported 50 km and less was significantly smaller ( $P \leq 0,01$ ) than the

36,87 % and 33,42 % of pigs transported between 51 km and 100 km, and more than 100 km respectively. The percentage carcasses with  $pH_f$  values  $\geq 6,00$  of pigs transported by train for 100 km and less (35,00 %) was significantly higher ( $P \leq 0,05$ ) than for pigs transported more than 100 km (23,64 %) as measured in the LL. Pigs slaughtered on Mondays had a significantly ( $P \leq 0,01$ ) smaller percentage carcasses with  $pH_f$  values in the LL  $\geq 6,00$  (18,94 %) than the other slaughterdays (which varied between 29,91 % and 33,87 %). Resting time also had a major influence on the percentages of carcasses with  $pH_f$  values  $\geq 6,00$ . Resting times of more than 48 hours resulted in the smallest percentage of carcasses with  $pH_f$  values in the LL  $\geq 6,00$  (12,12 %), which differed highly significantly ( $P \leq 0,01$ ) from resting times of 48 hours and less (percentages varied between 28,30 % and 33,12 %). Backfat thickness also influenced the incidence of carcasses with high  $pH_f$  values. Carcasses with a backfat thickness of 11 – 20 mm had a significantly higher ( $P \leq 0,01$ ) percentage (33,47 %)  $pH_f$  values in the LL  $\geq 6,00$  than in carcasses with a backfat thickness of 21 – 30 mm (27,33 %) and > 30 mm (21,43 %).

### Verwysings

- AUGUSTINI, C., FISCHER, K. & SCHÖN, L., 1979. Zum Vorkommen von dark cutting beef unter Praxisbedingungen. *Fleischwirtschaft* 59, 342.
- BEM, Z., HECHELMANN, H. & LEISTNER, L., 1976. Mikrobiologie des DFD-Fleisches. *Fleischwirtschaft* 56, 985.
- BENTLER, W., 1972. Über postmortale Vorgänge im Skelettmuskel, vor allem bei Schlachtschweine. III Der Einfluss exogener Faktoren auf den postmortalen pH-Wert-Verlauf. *Fleischwirtschaft* 52, 1148.
- CUTHBERTSON, A. & POMEROY, R.W., 1970. The effects of length of journey by road to abattoir, resting and feeding before slaughter on carcass characteristics on bacon weight pigs. *Anim. Prod.* 12, 37.
- DEMPSTER, J.F., 1974. Technical note: the effect of ultimate pH ( $pH_u$ ) of pork on some characteristics of vacuum packaged bacon. *J. Fd Technol.* 9, 255.
- DEPARTEMENT VAN LANDBOU-TEGNIËSE DIENSTE, 1969. Staande regulasies ooreenkomstig die Wet op Higiëne by Diereslag, Vleis en Dierlike Produkte, 1967 (Wet 87 van 1967). Goewermenskennisgewing 52, no. 2540.
- FERNANDES, T.H., SMITH, W.C. & ARMSTRONG, D.G., 1979a. The administration of sugar solutions to pigs immediately prior to slaughter. 1. Effect on carcass yield and some muscle and liver characteristics. *Anim. Prod.* 29, 213.
- FERNANDES, T.H., SMITH, W.C., ELLIS, M., CLARK, J.B.K. & ARMSTRONG, D.G., 1979b. The administration of sugar solutions to pigs immediately prior to slaughter. 2. Effect on carcass yield, liver weight and muscle quality in commercial pigs. *Anim. Prod.* 29, 223.
- GALLWEY, W.J. & TARRANT, P.V., 1978. An investigation of high  $pH_u$  pig meat in Irish bacon factories. *Ir. J. Fd Sci. Technol.* 2, 21.
- GALLWEY, W.J., TARRANT, P.V. & Mc MAHON, P., 1977. Pig meat quality and yield in relation to pre-slaughter sugar-feeding. *Ir. J. Fd Sci. Technol.* 1, 71.
- KEMPSTER, A.J. & CUTHBERTSON, A., 1975. A national survey of muscle pH values in commercial pig carcasses. *J. Fd Technol.* 10, 73.
- LAWRIE, R.A., 1979. Meat Science. 3rd Ed. Pergamon Press.
- MITCHELL, G. & HEFFRON, J.J.A., 1980a. The occurrence of pale, soft, exudative musculature in Landrace pigs susceptible and resistant to the malignant hyperthermia syndrome. *Br. Vet. J.* 136, 500.
- MITCHELL, G. & HEFFRON, J.J.A., 1980b. Porcine stress syndromes: a mitochondrial defect? *S. Afr. J. Sci.* 76, 546.
- MOSS, B.W., 1980. The effects of mixing, transport and duration of lairage on carcass characteristics in commercial bacon weight pigs.

- J. Sci. Fd Agric.* 31, 308.
- NAUDÉ, R.T., 1972. Bleek, sagte, waterige (BSW-) varkveis. *Jl S. Afr. vet. Ass.* 43, 47.
- NAVORSINGSINSTITUUT VIR VEE- EN SUIWELKUNDE, 1982. Jaarverslag Nasionale Varkprestasie- en -nageslagtoetskema. Verslag van die beer- en sogprestasie en nageslagtoetsing van werpsels gebore in 1982. Saamgestel deur die Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde.
- NEWTON, K.G. & GILL, C.O., 1981. The microbiology of DFD fresh meats: a review. *Meat Science* 5, 223.
- POTTHAST, K. & HAMM, R., 1976. Biochemie des DFD-Fleisches. *Fleischwirtschaft* 56, 978.
- RICHTER, C., BICHARDT, K. & FLOCK, D.K., 1976. *Proc. International Pig Veterinary Society*. T 1.
- ROSSOUW, P.A.A., 1982. The national pig performance and progeny testing scheme of South Africa. *Meat Board Focus* 1, 32.
- SCHEPER, J., 1972. Qualitätsabweichungen bei Schweinefleischgenetische und umweltbedingte Einflüsse. *Fleischwirtschaft* 52, 203.
- SCHMIDT, U., 1980. Die Eignung des Halothantests zur Erkennung der Belastbarkeit und Fleischbeschaffenheit des Schweines. *Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft* 50, 1.
- SHORTHOSE, W.R., 1977. The effects of resting sheep after a long journey on concentrations of plasma constituents, post mortem changes in muscles and meat properties. *Aust. J. Agric. Res.* 28, 509.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. Statistical methods. 6th Ed. The Iowa State University Press, Ames.
- TARRANT, P.V., GALLWEY, W.J. & MCGLOUGHLIN, PATRICIA, 1979. Carcass pH values in Irish Landrace and Large White pigs. *Ir. J. Agric. Res.* 18, 167.
- VLEISRAAD, 1980. Rustye voor slagting: effek op vleiskwaliteit van spekvarke. Ongepubliseerde mimmeograaf. p 1.
- WIRTH, F., 1976. Technologie bei DFD-Fleisch. *Fleischwirtschaft* 56, 988.