

VERSUCHE ZUR VERBESSERUNG DER FLEISCHQUALITÄT VON SCHWEINEN DURCH
PRÄ - ODER POSTMORTALE INJEKTION VON SAUERSTOFF. (C₉)

Dr. J.G. van Logtestijn[✱] und

Dr. W. Sybesma^{✱✱}

1. Einleitung

Obwohl dem Problem der Transportschäden und mangelhaften Fleischqualität bei Schweinen von praktischer und wissenschaftlicher Seite immer mehr Aufmerksamkeit gewidmet wird, ist eine Lösung noch sehr weit entfernt. Wir haben jedoch den Eindruck, dass das Problem immer wichtiger wird.

Viele Faktoren vor und nach dem Tode der Schweine spielen dabei eine Rolle.

Als prädisponierende Faktoren in der Mastperiode können genetische Faktoren, klimatologische Umstände und Wachstumsgeschwindigkeit angenommen werden. Die Fütterung während der letzten Stunden, bzw. Tage, der Transport und die Behandlung vor dem Schlachten sind Faktoren, die eine "Stress-situation" veranlassen können, welche u.a. durch eine zu hohe Körpertemperatur und eine Störung des hormonalen, enzymatischen und mineralen Gleichgewicht im Körper der Schweine gekennzeichnet wird (Sybesma und Van Logtestijn, 1966). Diese Faktoren sind nicht einfach zu beeinflussen.

Eine bedeutende Verbesserung würde es sein, wenn durch eine einfache, schnelle und zuverlässige Methode

- a) die zu stark ermüdeten Schweine, die dunkles Fleisch mit verringerten organoleptischen Eigenschaften und geringerer Haltbarkeit liefern, und
- b) die erhitzten Schweine, die degeneriertes (wässriges) Fleisch liefern, aus der Anlieferung selektiert werden könnten, um vor dem Schlachten eine passende Behandlung (Ruhe, Fütterung, Tranquilizers) zu erhalten.

✱ Dr. J.G. van Logtestijn, Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Vet.- Med. Fakultät, Biltstraat 166, Utrecht.

✱✱ Dr. W. Sybesma, Institut für Tierzuchtforschung "Schoonoord", Driebergseweg 10 d, Zeist.

Die Messung der Körpertemperatur scheint dafür geeignet. Die aparte Behandlung von einem Teil der Schlachtschweine an den Schlachtereine schafft aber grosse praktische Probleme.

Vorläufig ist es wichtig in der Schlachtlinie Massnahmen zu treffen, die eine optimale schnelle Behandlung der Tierkörper garantieren, und bei der Auswahl von Fleisch für bestimmte Produktionszwecke mit den bestehenden Unterschieden in der Fleischqualität zu rechnen.

Über das Entstehen der Fleischdegeneration bei Schweinen, d.h. des abnorm blassen und wässrigen Fleisches, bestehen verschiedene Hypothese (Goutefongea, 1963; Briskey, 1964; Bendall und Lawrie, 1964; Sybesma, 1964). Die meist verbreitete Hypothese ist, dass durch die Kombination von zu hoher Fleischtemperatur und zu schneller postmortalen pH-Senkung eine Veränderung bestimmter Fleischproteine entsteht, wodurch ihr Wasserbindungsvermögen stark abnimmt und die blasse Farbe verursacht wird.

Im Rahmen unserer Untersuchungen über Fleischdegeneration bei Schweinen und insbesondere nach praktischen Möglichkeiten dieses Problem zu bedämpfen haben wir versucht, ob die Anwendung einer prä- oder postmortalen Injektion von Sauerstoff in das Arteriensystem bestimmter Körperteile Möglichkeiten gab zur Verminderung der Fleischdegeneration. Unsere Arbeitshypothese war dabei:

- a) Die anomal schnelle postmortale pH-Senkung wird verursacht durch eine intensive anaerobe Glykolyse. Vielleicht ist es möglich, mechanisch Sauerstoffgas in das Gewebe zu bringen, damit auch nach dem Tode das Myoglobin Oxygen aufnehmen kann, und wodurch dann aerobe Prozesse wie die oxydative Phosphorylierung aufrecht erhalten werden können.
- b) Vielleicht würde es dabei möglich sein die anomal hohe Fleischtemperatur der Schweine während des Schlachtprozesses etwas niedriger zu halten. Obwohl eine relativ sehr geringe Menge Gas selbstverständlich keine grosse Temperatursenkung bewirken kann, würden vielleicht doch die enzymatischen Prozesse dadurch etwas langsamer ablaufen können.

Es wurde beschlossen mittels einer Kanüle Sauerstoff in die Art. iliaca externa dextra zu bringen. Der linke Schinken sollte dann als Kontrolle verwendet werden.

2. Material und Methoden.

Es wurden insgesamt 8 Mastschweine untersucht (Lebendgewicht 100-120 kg; 3 Pietrain-, 1 NL- und 4 GY-Schweine).

Die Schweine wurden in eine Art Hängematte gebracht, mit Thiopentone (Boots Ltd) leicht narkotisiert und mit einer Hebeeinrichtung an den Hinterbeinen aufgehängt. Die Thiopeptone-Narkose hat vielleicht einen bestimmten Einfluss auf die Blutversorgung und bestimmte Membran-Gleichgewichte. Dieser eventuelle Einfluss wird sich aber in beiden Schinken in gleichem Masse auswirken.

Sodann wurde in der Linea alba ein Medianschnitt gemacht, die Bauchhöhle geöffnet und eine dicke Kanüle in die Art. iliaca externa dextra gebracht. Die Tiere erhielten zusätzlich eine CO₂-Betäubung indem der Kopf einige Minuten in einen Sack mit Kohlensäure-Schnee gehalten wurde. Bei 4 Schweinen wurde kurz vor und bei 4 Schweinen sofort nach dem Verbluten (Herzstich) eine - leider nicht gut zu dosierende - Menge O₂-Gas aus einem Zylinder via die Kanüle und die Arterie in den rechten Schinken gebracht. Bei der Applikation nach dem Verbluten wurde soviel O₂-Gas eingebracht bis die Schinken 2 X dicker waren als normal.

Sofort nachher wurde beide Schinken abgeschnitten und auf einen Labortisch gelegt. Dort wurden die verschiedenen Messungen durchgeführt. Die Schinken wurden 24 Stunden bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

pH-Messung- Mit zwei Electrofact-Präzisionsmessgeräten Typ 53A und Einsteelektroden, angeschlossen an einem Electrofact Recorder (6 Punkteschreiber) Typ 170 A.
Die Messkette wurde vor und nach den Messungen geeicht mit Pufferlösungen pH 4.0 und 7.0.

Die Dauermessungen wurden ca. 5 cm tief in dem M. semimembranaceus durchgeführt.

Die End-pH-Werte wurden im M. semimembranaceus, M. semitendineus, M. quadriceps femoris und im M. adductor gemessen.

Temperatur-Messung - Mit einfachem Laborthermometer, ca. 5 cm tief in den M. semimembranaceus und M. adductor gesteckt.

Die Genauigkeit dieser Messmethode war genügend um die Unterschiede zwischen beiden Schinken fest zu stellen.

Fleischqualität - 24 Stunden nach dem Tode fand eine (subjektive) Klassifizierung statt und wurden pH-Wert und Transmissionswert (Hart, 1962) gemessen.

3. Resultate

3.1. Prämortale Injektion von Sauerstoff

Es war nicht leicht ausschliesslich die rechten Schinken mit einer genügenden Menge O₂-Gas zu versorgen. Bei der Gas-Insufflation entstanden durch Embolie direkt Obstruktionen in den Arterien. Ein Teil des injizierten Gases wurde offenbar sofort durch die Blutgefässe zu anderen Körperteilen und auch zum Kontrollschinken transportiert. Die Leber einiger Tiere enthielten sehr viel kleine Gasblasen. Die rechten Schinken enthielten jedoch nach dem Tode sichtbar viel mehr Gas als die linken.

Die wichtigsten Daten sind in den Tabellen 1 und 2 wiedergegeben. Daraus ist ersichtlich, dass die Unterschiede in der pH- und Temperatursenkung nicht gross und nicht eindeutig sind. Der Eindruck besteht, dass die pH-Senkung in den mit O₂ behandelten Schinken im Durchschnitt etwas schneller vor sich geht und dass die Temperatur in den ersten 60 Minuten p.m. etwas weniger ansteigt als in den Kontrollschinken.

Im Schinken vom Schwein No. 2 ging eine sehr schnelle

pH-Senkung - nach 5.6 oder niedriger innerhalb 60 Min. - gepaart mit einem Temperaturanstieg von ca. 0.9°C. in der selben Periode. Wenn die pH-Senkung, die in dem Zeitraum von 10 - 30 Min. p.m. vollkommen linear war, auch in den ersten 10 Min. p.m. linear war, könnte der pH-Wert des Muskels zur Zeit des Todes ca. 6.97 gewesen sein, so dass dennoch eine starke Azidose bestanden hätte.

Der weitaus grösste Unterschied zwischen den beiden Schinken manifestierte sich in der spontanen Kontraktilität der Muskeln. Die Muskeln der mit O₂ behandelten Schinken kontrahierten sehr intensiv und kräftig während längerer Zeit. Bei 3 der 4 Schinken kontrahierten die mit O₂ behandelten Muskeln 20 - 30 Minuten länger als die Muskeln der Kontrollschinken. 30 Minuten nach dem Verbluten kontrahierten alle O₂-Muskeln noch immer sehr kräftig, auch die in der Tiefe gelegenen.

24 Stunden p.m. gab es keine Unterschiede in dem pH-Wert, und ebensowenig in der Fleischqualität (Transmissionswert, Farbe, subjektive Beurteilung; Daten nicht erwähnt). Nur waren die mit O₂ behandelten Schinken durch eine weichere Konsistenz gekennzeichnet.

Es wurde deutlich dass mit dieser Methode der prä-mortalen Injektion keine guten Ergebnisse zu bekommen waren. Andere Möglichkeiten um de Einfluss von Sauerstoff genauer studieren zu können wären eine Behandlung von Schweinen in einem Raum mit erhöhtem O₂-Gehalt in der Luft, evt. mit erhöhtem Druck (diese Versuche wurden inzwischen im "Schoonoord" durchgeführt und werden bald veröffentlicht werden), oder eine O₂-Injektion nach dem Verbluten der Tiere. Über dergleiche Versuche wird sub 3.2 berichtet.

Tabelle 1: Übersicht der pH-Werte, gemessen in dem M.semimembranaceus von 4 Schweinen, von denen die rechten Schinken gerade vor dem Verbluten via die Art. iliaca externa mit O₂-Gas injiziert waren.

Zeit in Minuten p.m.	Kontrolle Schwein No.				Mit O ₂ behandelt Schwein No.				Im Durchschnitt	
	1	2	3	4	1	2	3	4	Kontr.	O ₂
10	7.16	6.45	6.65	7.41	6.57	6.51	6.51	7.09	6.92	6.67
30	6.24	5.59	6.10	7.20	5.78	5.68	6.15	6.76	6.28	6.09
60	5.87	5.56	5.73	7.06	5.56	5.36	5.99	6.66	6.05	5.89
90	5.84	5.62	5.63	6.98	5.52	5.46	6.05	6.55	6.02	5.89
120	5.80	5.60	5.57	6.89	5.62	5.51	6.10	6.46	5.98	5.92
180	5.73	5.55	5.53	6.69	5.60	5.49	6.15	6.27	5.87	5.88
240	5.69	5.56	5.52	6.48	5.57	5.52	6.11	6.10	5.81	5.82
End-pH-Wert (Durchschnitt von 5 Muskeln)	5.48	5.56	5.58	5.56	5.48	5.60	5.57	5.55	5.54	5.55
Ende Kontraktionen nach ... Min.	60	60	45	60	90	60	65	90		

Tabelle 2: Übersicht der Temperaturwerte (°C.), gemessen in dem M.semimembranaceus von 4 Schweinen, von denen die rechten Schinken gerade vor dem Verbluten via die Art. iliaca externa mit O₂-Gas injiziert waren

Zeit in Minuten p.m.	Kontrolle Schwein No.				Mit O ₂ behandelt Schwein No.				Im Durchschnitt	
	1	2	3	4	1	2	3	4	Kontr.	O ₂
10	39.1	40.1	38.8	38.9	39.0	39.4	39.4	38.3	39.2	39.0
30	39.3	40.5	39.2	39.5	39.0	39.9	39.5	38.9	39.6	39.3
60	39.5	41.0	39.1	39.4	39.0	40.1	38.4	38.8	39.8	39.1
90	38.8	40.6	38.8	38.7	38.5	39.0	37.4	38.1	39.2	38.3
120	38.0	40.2	38.2	38.0	37.7	37.7	36.3	37.3	38.6	37.3
180	36.1	36.7	36.7	36.6	35.6	35.2	34.2	36.0	36.5	35.3
240	34.0	34.5	34.4	34.7	33.4	33.0	30.4	34.2	34.4	32.8

Tabelle 3: Übersicht der pH-Werte, gemessen in dem M.semimembranaceus von 4 Schweinen, von denen die rechten Schinken gerade nach dem Verbluten via die Art. iliaca externa mit O₂-Gas injiziert waren

Zeit in Minuten p.m.	Kontrolle Schwein No.				Mit O ₂ -Gas behandelt Schwein No.				Im Durchschnitt	
	5	6	7	8	5	6	7	8	Kontr.	O ₂
10	7.06	7.38	6.87	7.08	7.22	7.38	6.98	7.15	7.10	7.18
30	6.90	6.98	6.07	6.69	7.20	7.30	6.45	6.90	6.66	6.96
60	6.69	6.89	5.79	6.42	7.15	7.22	5.96	6.59	6.45	6.73
90	6.48	6.71	5.75	6.21	6.96	7.11	5.72	6.40	6.29	6.55
120	6.36	6.67	5.73	6.06	6.88	7.02	5.63	6.26	6.21	6.45
180	6.21	6.67	5.67	5.96	6.79	6.94	5.60	6.09	6.13	6.36
240	6.12	6.69	5.63	5.85	6.74	6.79	5.60	5.96	6.07	6.27
End-pH-Wert (Durchschnitt von 5 Muskeln)	5.72	6.58	5.63	-	5.71	6.57	5.68	-	5.98	5.99
Ende Kontraktionen nach --- Min.	60	45	50	-	180	60	110	-	52	117

Tabelle 4. Übersicht der Temperaturwerte (°C.), gemessen in dem M. semimembranaceus von 4 Schweinen, von denen die rechten Schinken gerade nach dem Verbluten via die Art. iliaca externa mit O₂-Gas injiziert waren.

Zeit in Minuten p.m.	Kontrolle Schwein No.				Mit O ₂ -Gas behandelt Schwein No.				Im Durchschnitt	
	5	6	7	8	5	6	7	8	Kontr.	O ₂
10	39.1	38.8	39.1	39.2	39.0	39.1	39.6	39.6	39.1	39.3
30	39.7	39.0	39.3	38.7	39.8	39.4	39.8	38.8	39.2	39.5
60	39.2	38.6	38.2	35.2	39.9	39.0	39.1	35.2	37.8	38.3
90	38.4	37.7	36.9	32.5	39.7	38.3	38.2	32.5	36.4	37.2
120	37.5	36.7	35.7	30.5	39.3	37.4	37.3	30.3	35.1	36.1
180	35.6	34.8	33.3	28.9	38.1	35.6	35.2	28.2	33.2	34.3
240	33.6	33.1	31.5	27.7	36.7	33.8	32.0	26.6	31.5	32.3
Rektal-Temperatur										
gerade vor	-	38.3	39.0	38.8	-	38.3	39.0	38.8	38.7	38.7

3.2. Postmortale Injektion von Sauerstoff

Die postmortale pH-Senkung verlief in allen vier mit O₂ behandelten Schinken etwas langsamer als in den nicht behandelten, wobei, aber schliesslich derselbe End-pH-Wert erreicht wurde.

Die Temperatur stieg in den meisten Schinken etwas an. Die höchsten Werte wurden im allgemeinen erreicht zwischen 30 und 60 Minuten p.m. Die Wärmeentwicklung bei den biochemischen Prozesser - die grösser sein wird, je intensiver und schneller diese Prozesser verlaufen - ist in verschiedenen Fällen so gross, dass eine Temperaturerhöhung auftritt, obwohl doch die Abkühlung an der Oberflächē beträchtlich sein muss.

Auch bei diesem Versuch manifestierte sich der grösste Unterschied zwischen den Schinken in der spontanen Kontraktilität der Muskeln, wodurch ein Teil der Wärmeentwicklung als z.T. mechanisch entstanden erklärt werden könnte. Da die Muskeln in den nicht behandelten Schinken nach maximal 60 Minuten nicht mehr kontrahierten und inzwischen der Rigor Mortis mehr oder weniger schnell eintrat, dauerte es in den mit O₂ behandelten Schinken viel länger bevor ein Ruhezustand eintrat. Die erhöhte Sauerstoffkonzentration wirkt offenbar reizend und macht eine starke Energieentwicklung durch aerobe Prozesser möglich, wobei nicht wie bei der normal auftretenden anaeroben Glykolyse durch Entwicklung von sauren Stoffwechselprodukten eine schnelle pH-Senkung und Inaktivierung des Kontraktionsmechanismus auftritt.

Besonders bei Schwein No. 5 war der O₂-Effekt sehr gross: es dauerte bis drei Stunden p.m. bevor alle Muskeln in einen Ruhezustand und in den Rigor mortis übergegangen waren. Die Erklärung für das längerdauernde Kontraktionsvermögen ist wahrscheinlich zu suchen in den besseren, normaleren biochemischen Verhältnissen in den Muskeln, die sich auch manifestieren in einer sehr langsamen pH-Senkung.

Als Einzelheit sei noch erwähnt, dass das Schwein No. 6 ein vollkommen normales GY-Schwein war, das ca. 2 Stunden nach einer Fütterung und

nach einem ca. eine halbe Stunde dauerenden normalen Transport auf einem L.K.W. geschlachtet wurde. Dennoch war dieses Schwein offenbar in vollkommen ermüdetem Zustand geschlachtet. Der End-pH-Wert verschiedener Muskeln was 6.5- 6.6. Dieser Fall illustriert, wie schnell einige Schweine ihre Muskelglykogenreserve verlieren können.

Die Fleischqualität der mit O₂ behandelten Schinken war nicht besser als die der nicht behandelten, im Gegenteil, sie war sogar schlechter. Es gab keine signifikanten Unterschiede bei den pH-Endwerten, der Farbe und der Wässrigkeit. Auch hier hatten die behandelten Schinken eine weichere Konsistenz als die Kontrollschinken.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Es ist klar, dass die Versuche zur Verbesserung der Fleischqualität der Schweine durch künstliche Erhöhung der Sauerstoffkonzentration im Fleisch ein negatives Ergebnis gebracht haben. Es war auf diese Weise nicht möglich, das Auftreten einer zu schnellen postmortalen pH-Senkung zu verhindern, die durch sehr intensiv und schnell verlaufende anaerobe glykolytische Prozesser verursacht werden.

Aus den hier erwähneter Untersuchungen können die folgenden Schlussfolgerungen gezogen werden:

Sauerstoff

1. Die prämortale Injektion von Sauerstoff veranlasst eine Gasembolie. Ein Teil des Gases verschwand sofort nach anderen Körperteilen, u.a. auch nach dem Kontrollschinken.

Die Unterschiede in der postmortalen pH- und Temperaturentwicklung waren nur gering. Im Durchschnitt verlief die pH-Senkung in den mit O₂ behandelten Schinken etwas schneller, war die Wärmeentwicklung etwas geringer und verlief die Temperatursenkung etwas schneller als in den Kontrollschinken.

2. Die postmortale Injektion von Sauerstoff konnte viel einfacher durchgeführt werden und verursachte viel grössere Unterschiede im Sauerstoffgehalt der Schinken.

Die postmortale pH-Senkung verlief im Durchschnitt bedeutend langsamer, die Wärmeproduktion war etwas grösser und die Temperatursenkung verlief etwas langsamer als in den Kontrollschinken.

Bei der Insufflation gelangt aber der grösste Teil des Gases in die oberflächigen Schichten der Schinken.

Aus den pH- und Temperaturmessungen pro Gruppe geht hervor, dass bei der höchsten Temperatur die pH-Senkung am geringsten ist.

Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die Kontraktion mechanisch Wärme frei machte und Resynthese von ATP länger möglich war. Die Muskeln waren also länger lebensfähig und produzierten Wärme.

Weil kein Blut mehr da ist, könnte man sich aber auch vorstellen, dass die Milchsäure sich durch diese Kontraktionen schnell anhäufte, wodurch der pH-Abfall schnell stattfinden musste.

Dies könnte also auch zustimmen für schnelleren pH-Abfall nach prämortaler O₂-Applikation.

Ferner muss man bedenken, dass durch die Insufflation vor dem Tode die behandelten Schinken eher blutleer waren, wodurch die postmortalen Prozesser früher anfangen konnten.

3. Die Fleischqualität der prä mortal und post mortal mit O₂ behandelten Schinken war nicht besser als die der Kontrollschinken. Es gab keine signifikanten Unterschiede bei pH-End-Wert, Farbe und Wässrigkeit. Nur die Konsistenz der behandelten Schinken war etwas schlechter.

pH und Temperature

4. Die bei den postmortalen biochemischen Prozessen freikommende Wärme verursacht im allgemeinen einen bedeutenden Temperaturanstieg im Schinken. Die Versuche geben den Eindruck, dass der Temperaturanstieg grösser ist je intensiver die Muskeln nach dem Tode kontrahieren.

Obwohl die Schinken nach dem Tode ausgesetzt waren an der Luft- (Zimmer) temperatur und deshalb abkühlen konnten, war nach 30 -60 Minuten die Temperatur mit 0.4 bis 1.1°C. erhöht.

5. Die postmortale pH-Senkung verlief in fast allen Fällen vollkommen linear und hatte offenbar sofort nach dem Tode der Tiere angefangen. Obwohl die ersten Messungen erst 6.7 Minuten nach dem Tode durchgeführt werden konnten, geben die Kurven von Schinken mit einer abnorm schnellen pH-Senkung den Eindruck, dass im Moment des Todes der pH-Wert nicht höher als 7.0 - 7.1 gewesen sein konnte. Die Erfahrung ist in Übereinstimmung mit der von Muylle et al. (1965) gefundenen Azidose im Blut von Schweinen, die stark beansprucht worden waren.

Zusammenfassung

In den Niederlanden kommt Fleischdegeneration bei geschlachteten Schweinen noch immer häufig vor.

Zur Zeit werden Möglichkeiten untersucht um die Schweine in einer besseren Verfassung zur Schlachtung abzuliefern, so dass die zur Degeneration führende fatale Kombination: zu schnelle pH-Senkung bei zu hoher Fleischtemperatur mit schnellem Eintritt des Rigor mortis weniger oft vorkommen kann.

Bis zur Lösung dieser Anlieferungsprobleme könnte man vielleicht die Fleischdegeneration bekämpfen durch eine effektive Behandlung der Schweine gerade vor oder nach der Tötung.

In diesem Beitrag wird über eine der von uns untersuchten Möglichkeiten berichtet. Es wurde versucht, ob eine Verhinderung oder Verzögerung der anaeroben Glykolyse durch künstliche Erhöhung der Sauerstoffkonzentration im Muskel möglich sei.

Es wurden 8 Schweine untersucht. Die Tiere wurden mit Thiopentone und CO₂ narkotisiert. Bei den hängenden Tieren wurde dann nach einer Inzision in der Linea alba eine Kanüle in die Art. iliaca externa eines Schinkens gebracht. Bei 4 Tieren wurde hierdurch gerade vor und bei 4 Tieren gerade nach der Verblutung O₂-Gas injiziert. Der nichtinjizierte Schinken der Tiere diente zum Vergleich. Durch diese O₂-Behandlung verlief die pH-Senkung und der Temperaturabfall durchschnittlich etwas langsamer. Die Muskeln kontrahierten viel kräftiger und während viel längerer Zeit (bis 3 Stunden p.m.) als bei den Kontrollschinken. Leider wurde die Fleischqualität hierdurch nicht verbessert, sondern eher etwas verschlechtert.

Die kontinuierlichen Messungen von pH und Temperatur gaben den Eindruck, dass bei einigen Schweinen beim Eintritt des Todes eine Azodose (pH 7.0 - 7.1) in den Muskeln bestand. Auch schien der postmortale Temperaturanstieg grösser zu sein je intensiver und schneller die biochemischen Prozesser verliefen.

L i t e r a t u r

Bendall, J.R., Lawrie, R.A.: Wässriges Schweinefleisch. Eine Diskussion über Symptome und Ursachen; Fleischwirtschaft 44, 411, (1964).

Briskey, E.J.: Etiological status and associated studies of pale, soft and exucative porcine musculature; Adv. in Food Res., 13, 89, (1964.)

Goutefongea, R.: Les viandes exsudatives; Ann. Zootechn., 12, 297, (1963).

Hart, P.C.: Fysisch-chemische kenemerken van gedegeneroerd vlees bij varkens, II; Tijdschr. v. Diergen., 87, 156, (1962).

Muyllle E., v.d. Hende C., Oyaert, W.: Änderungen im Blut von Schlachtschweinen; Deut.Tierärztl. Wschr., 73, 385, (1966).

Sybesma, W.: Enkele aspecten van het onderzoek naar oorzaken van het slappe, bleke en natte vlees bij het varken; Veet. en Zuivelber., 7, 385, (1966).

Sybesma, W., van Logtestijn, J.C.: Pre-slaughter temperature and its effect on the post-mortem metabolism in pig muscle; XII Eur. Meet. Meat. Res. Work., Sandefjord, (1966).

- - - - -