

14<sup>TH</sup>EUROPEAN MEETING  
OF MEAT RESEARCH WORKERS

BRNO, CZECHOSLOVAKIA

AUGUST 26th - 31st 1966

SECTION

C 9

Doc. Dr. Jaroslav Červenka CSc.

Institut für tropische und subtropische Landwirtschaft  
der Landwirtschaftlichen Hochschule PrahaDer Einfluss höherer (klimatischer) Temperatur während  
des Schweinetransportes auf den pH-Wert des Schweine-  
fleisches nach der Schlachtung

Der Transport von Schachtschweinen zum Schlachthof verursacht fast immer eine gewisse Müdigkeit der transportierten Tiere, welche abhängig ist von der Transportdauer, von der Art und Weise des Transportes, sowie von anderen Bedingungen, unter denen der Transport vor sich geht, vor allem von den klimatischen Bedingungen.

Die mit der Ermüdung im Zusammenhang stehenden physiologisch-chemischen Vorgänge haben im Grunde den gleichen Charakter, ob es sich nun um eine Ermüdung infolge der Muskeltätigkeit oder infolge Überhitzung oder Unterkühlung des Organes handelt. Die Reaktion des Organismus betrifft wahrscheinlich alle Gewebe, denn sie hängt mit der Tätigkeit der Gehirnrinde zusammen. Am markantesten äußert sie sich vor allem in den Muskel-Geweben, wo es zur Erschöpfung der makroergischen Verbindungen - der primären Energiequellen - kommt, wodurch Änderungen des glykolytischen Metabolismus eintreten. Je nach dem Grad der Ermüdung wirkt sich diese Änderung ungünstig auf die Reifung des Fleisches, sowie auf die übrigen postmortalen Vorgänge in der Muskulatur aus, was im engen Zusammenhang mit der Qualität

und Haltbarkeit des gewonnenen Fleisches steht. Als ein objektives Merkmal dieser Veränderungen, soweit sie insbesondere mit dem Verlauf der Reifung des Fleisches zusammenhängen, wird sehr häufig der pH-Wert angesehen. Die Bestimmung des pH-Wertes des Fleisches wird, insbesondere in den letzten Jahren, als Kriterium zur Feststellung der Fleischqualität, seiner Haltbarkeit beziehungsweise Makellosigkeit berätzt.

Der ursprüngliche pH-Wert des Muskel-Gewebes des lebenden Tieres in der Höhe von 7.0 bis 7.6 sinkt nach der Schlachtung derart, dass er nach Ablauf von 24 Stunden nach der Schlachtung, minimal etwa 6.0 oder weniger beträgt. Nach Ablauf von 24 Stunden seit der Schlachtung bewegt sich der pH-Wert zwischen 5.7 und 6.2 - im Durchschnitt 5.9 (Pezacki 1963). Eine Reihe Autoren betrachtet einen pH-Wert von 6.2 bei Schweinefleisch als oberste Grenze bei der Beurteilung der Fehlerlosigkeit. So berichtete z.B. Kolobotski (cit. Klíma - 1961), dass bei einem gesunden Tier der pH-Wert des Fleisches nach 24 Stunden 6,2 nicht überschreiten soll, wobei er einen pH-Wert von 6.3 bis 6.5 schon als Zeichen beginnender Zersetzung ansieht. Ebenso bewertet Smorodincew (cit. Klíma - 1961) Fleisch mit einem pH-Wert von 6,3 bis 6.8 als "bedingt" geniessbar, während er Fleisch über 6.8 pH als verdorben bezeichnet. Dem gegenüber bezeichnet Barfels (1965) Schweinefleisch mit einem pH-Wert von 5.6 bis 6.5 als normal - und erst über 6.5 als ungeeignet zur Verarbeitung.

Einige Autoren untersuchten auch den Einfluss des Transportes von Schlachtschweinen auf die postmortalen Veränderungen und auf die Fleischqualität, wobei sie ebenfalls den pH-Wert in Betracht zogen. Schepper (1964) hat nachgewiesen, dass der pH-Wert bei längerem Transport langsamer sinkt und dass sein Endwert höher ist.

Červenka (1967) untersuchte sowohl den Einfluss des Lastkraftwagen-Transportes als auch des Bahn-Transportes von Schlachtschweinen auf den pH-Wert des Fleisches und zwar

nach Ablauf von 2 Stunden und 24 Stunden nach der Schlachtung. Dabei stellte er fest, dass es bei gesteigerter Entfernung und verlängerter Transportdauer zu einer unbedeutenden Steigerung der durchschnittlichen pH-Werte kommt u. zw. je nach der Transportart um cca 0.10.

Soweit es sich um den Einfluss höherer klimatischer Temperaturen handelt, ist man allgemein der Ansicht, dass sich bei Tieren, welche vor der Schlachtung in wärmeren Räumen gehalten werden - gleichgültig, ob bei künstlichen oder natürlichen Bedingungen - auch die Muskeltemperatur erhöht, wodurch sich die Glykolyse postmortem beschleunigt. Äusseres Merkmal dessen ist das schnelle Absinken des pH-Wertes (Sayre 1963). Auch Briskey (1962), Kastenschmidt (1964, 1965) u.a. haben nachgewiesen, dass das Absinken des pH-Wertes nach der Schlachtung, sowie die Glykolyse und rigor mortis schneller verliefen, wenn die Schlachtschweine kurz vor der Schlachtung durch 30 - 60 Minuten bei einer Temperatur von 42 - 45°C gehalten wurden.

Vetterlein und Kidney (1965) haben bei Schweinefleisch - 24 Stunden nach der Schlachtung - folgende Durchschnittswerte gemessen: im Winter 5.59, im Herbst 5.65, im Sommer 5.71.

Der Einfluss höherer klimatischer Temperatur ist nicht nur wichtig in Anbetracht der direkten Einwirkung auf die physiologischen und biochemischen Veränderungen in der Muskulatur vor und nach der Schlachtung, sondern er stellt auch einen bedeutenden Faktor dar, der direkt auf das Fleisch nach der Schlachtung einwirkt. Fleisch mit höherem pH-Wert - um oder über der oberen Grenze - unterliegt bei höherer Umgebungstemperatur viel schneller dem Verderb und der Qualitätsminderung als Fleisch mit niedrigerem oder durchschnittlichem pH-Wert. Dies ist von besonderer Wichtigkeit in tropischen und subtropischen Regionen, wo hohe klimatische Temperaturen eine längere Haltbarkeit derartiges Fleisches unmöglich machen, so dass es zu bedeutenden Verlusten kommen kann.

## Methodik

Als Material wurden 167 Stück Schlachtschweine verwendet, von denen insgesamt 234 Fleischproben zur Untersuchung entnommen wurden. Der Transport erfolgte mit der Eisenbahn und mit Lastkraftwagen, u.zw. immer zu je 2 Gruppen, auf eine Entfernung über 100 km, teils in der kalten Jahreszeit, bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 0 bis  $-4^{\circ}\text{C}$  im Schatten, teils in der warmen Jahreszeit, bei  $30 - 34,4^{\circ}\text{C}$  im Schatten. Von jedem Schwein wurde je eine Probe aus dem Schinken (*M. gracilis*) und eine aus der Schulter (*M. triceps brachii*) entnommen und zwar unmittelbar nach der Schlachtung oder spätestens nach 2 Stunden und nach 24 Stunden. Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte durch elektronische Messung.

Ergebnisse (sind ersichtlich aus Tab. 1)

## Diskussion

Wie Tabelle 3 zeigt, kam es beim Transport der Schweine in der warmen Jahreszeit bei allen untersuchten Gruppen zu einer Steigerung des pH-Wertes, sowohl unmittelbar nach der Schlachtung (pH - 0 - 2 St.) als auch nach Ablauf von 24 Stunden nach der Schlachtung (pH - 24 Stunden).

Der Unterschied der durchschnittlichen pH-Werte zwischen dem Transport bei warmer Jahreszeit und dem bei kalter Jahreszeit bewegt sich in den Grenzen von 0,05 bis 0,17 der im Durchschnitt gemessenen Werte, wobei die Steigerung des pH-Wertes bei der unmittelbar vorgenommenen Messung (pH-0-2 Stunden) etwas mehr in Erscheinung tritt als bei der Messung nach 24 Stunden (pH - 24 Stunden). Obwohl der durchschnittliche Anstieg des pH-Wertes des Fleisches nach der Schlachtung im Grosse und Ganzen geringfügig ist und die Differenzen sich von der biologischen Variabilität - festgestellt durch die mittlere massgebliche Abweichung (Tab. 1 u. 2) - nur wenig unterscheidet, kann aus den erzielten Ergebnissen ge-

geschlossen werden, dass der Schweinetransport bei höherer klimatischer Temperatur (30 - 34,4° C) den pH-Wert des Fleisches nach der Schlachtung demart beeinflusst, dass es zur Steigerung der Durchschnittswerte kommt, und dies sowohl unmittelbar nach der Schlachtung als auch bei den Endwerten. Diese Steigerung zeigte sich nicht nur bei allen untersuchten Gruppen, sondern auch in allen untersuchten Fällen, sowohl in der Schultermuskulatur wie auch in der Schinkenmuskulatur. Dies Ansteigen des pH-Wertes kann teilweise der durch den Transport hergerufenen Ermüdung zugeschrieben werden, welche bei höherer Temperatur grösser ist als bei niedriger, teilweise kann es auch als Folge des direkten Einflusses der höheren Temperatur auf die Muskulatur angesehen werden, wie aus Untersuchungen anderer Autoren hervorgeht, z.B. Kastenschmiedt u. Briskey.

Im Gegensatz zu diesen Autoren konnte jedoch ein plötzliches Absinken des pH-Wertes nicht festgestellt werden; meistens waren die pH-Werte, sowohl unmittelbar nach der Schlachtung als auch nach 24 Stunden mässig angestiegen.

Da die transportierten Schweine aller Gruppen vor der Schlachtung durch 24 Stunden unter normalen Betriebsbedingungen gehalten wurden, kam es zu einer Minderung der negativen Ermüdungseinflüsse nach dem Transport. Dies zeigte sich auch in den Unterschieden zwischen Lastkraftwagen-Transport und Bahn-Transport. Bei letzterem waren die durchschnittlichen pH-Werte stets höher, da der Bahntransport bei gleicher Entfernung länger dauert als der Transport mit Lastkraftwagen. Der Einfluss der höheren Temperatur äusserte sich jedoch bei beiden Transporten gleichmässig, d.h. der durchschnittliche Anstieg der pH-Werte war beim Transport in der warmen Jahreszeit bei beiden Transportarten gleich:

Bei der Beurteilung der gewonnenen pH-Durchschnittswerte kann - bis zu einem gewissen Mass - auf eine Steigerung des pH-Wertes infolge Verlängerung der Entfernung und der Transportdauer geschlossen werden. Die minimalen und besonders

die maximalen Abweichungen von den mittleren Werten zeugen zwar von einer verhältnismässig hohen Variabilität des pH-Wertes von Schweinefleisch, insbesondere bei der Messung unmittelbar nach der Schlachtung. Bei der Errechnung der mittleren massgeblichen Abweichung hat sich jedoch diese Variabilität gesenkt auf Werte um  $\pm 0,15$  bei pH - 0 - 2 Stunden und  $\pm 0,10$  bei pH - 24 Stunden.

Der pH-Wert der Schinken- und Schultermuskulatur betrug unmittelbar nach der Schlachtung 5.8 bis 6.8, bei der Messung 24 Stunden nach der Schlachtung 5.8 bis 6.5 12 % der gemessenen Proben wiesen einen pH-Wert von über 6.2. Über 6.5 hatte keine Probe. Dies bewies - ähnlich wie die Ergebnisse von Bartels - dass als obere Kriteriumsgrenze für einwandfreies Fleisch eher ein pH-Wert von 6.5 als von 6.2 angenommen werden kann. Eine Klarstellung dieses Grenzwertes - auch wenn wir ihn nur als Orientierungswert betrachten - ist für die Bewertung der in vorliegender Arbeit erzielten Ergebnisse von Wichtigkeit, denn sie zeigen, dass schon bei einem Schweinetransport über 100 km der errechnete pH-Durchschnittswert nach Ablauf von 24 Stunden nach der Schlachtung, bei der Gruppe 4 (Bahntransport) sich bei kühler Witterung dem Werte 6,2 nähert und in der warmen Jahreszeit sogar - bei der Schultermuskulatur - überschreitet.

Die Schlussfolgerungen, welche sich aus dem Einfluss des Schweinetransportes bei höherer Temperatur auf den pH-Wert des Fleisches unter tropischen, resp. subtropischen Bedingungen ergeben, sind einstweilen mehr oder weniger allgemeiner Art; es wird deshalb, zur Beurteilung des Transporteinflusses bei tropischer Temperatur notwendig sein, Versuche direkt unter diesen Bedingungen anzustellen u.zw. sowohl mit einheimischen als auch mit importierten Rassen.

## LITERATUR

1. BARTELS, H.: Der pH Wert im Fleisch als Indikator für Haltbarkeit und Eignung des Fleisches zur Verarbeitung. = Fleischwirtschaft, 45, 1965, 8, 916
2. BRISKEY, E.J. - WISMER - PEDERSEN, J.: Biochemistry of pork muscle structure. I. Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue. = Journal Food Sci., 27, 1962, 6, 650
3. KASTENSCHMIDT, L.L. - BRISKEY, E.J. - HOEKSTRA, W.C.: Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle through regulation of antemortem environmental temperature. = Journal Food Sci., 29, 1964, 2, 210
4. KASTENSCHMIDT, L.L. - BRISKEY, E.J. - HOEKSTRA, W.C.: Porcine muscle properties. A. Alteration of glycolysis by artificially induced changes in ambient temperature; = Journal Food Sci. 30, 1965, 4, 565
5. KLÍMA, D.: Chemie v technologii masa. Středisko techn. informací MFP Praha, 1961
6. PEZACKI, W.: Změny jatečných produktů, SVTL Bratislava, 1963
7. SAYRE, R.N.: Alternation of post-mortem changes in porcine muscle by preslaughter heat treatment and diet modification. = Journal Food Sci. 28, 3, 1963, 292 - 7
8. SCHEPPER, J.: Zum Problem des Transportes von Schlachtschweinen. = Schlacht. u. Viehhof Ztg., 64, 1964, 10, 399
9. SCHÖN, L. - SCHEPPER, J.: Unterschiedliche Fütterung von Schweinen von der Schlachtung in ihrer Wirkung auf den Schlachtwert und die Qualität des Fleisches. = Fleischwirtschaft, 11, 1959, 11, 920
10. VETTERLEIN, R. - KUDNEY, A.J.: The effect of some preslaughter variables on pH changes post-mortem in pork, and the use pH in predicting lean meat quality factors. = II. evr. kongres výzk. maso, Bělehrad, 1965

11. VETTERLEIN, R. - HANNAN, R.S.: Zum Problem des Transportes von Schlachtschweinen.

Schlacht. u. Viehhof. Ztg. 64, 1964, 10, 399.



Tab. 1.

pH-Durchschnittswerte des Fleisches beim Schweinetransport in der warmen Jahreszeit  
(30 bis 34,4° C)

Untersuchte Gruppen	Stück- zahl	pH-Wert	S c h i n k e n		S c h u l t e r	
			pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.	pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.
I. Gruppe:		Durchschnitt	6,14	6,03	6,17	6,05
Transport mit LKW bis 100 km	20	max.Abweichung	+0,56	+0,17	+0,53	+0,25
		min.Abweichung	-0,24	-0,23	-0,17	-0,15
		mittlere mass- gebl. Abwei- chung	±0,20	±0,10	±0,25	±0,10
II. Gruppe:		Durchschnitt	6,24	6,03	6,25	6,09
Transport mit LKW über 100 km	20	max.Abweichung	+0,16	+0,17	+0,15	+0,21
		min.Abweichung	-0,14	-0,13	-0,15	-0,19
		mittlere mass- gebl. Abwei- chung	±0,05	±0,05	±0,05	±0,10

Untersuchte Gruppen	Stückzahl	pH-Wert	S c h i n k e n		S c h u l t e r	
			pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.	pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.
III. Gruppe:	20	Durchschnitt	6,18	6,08	6,22	6,10
Bahntransport bis 100 km		max. Abweichung	+0,22	+0,12	+0,28	+0,20
		min. Abweichung	-0,18	-0,18	-0,22	-0,20
		mittlere massgebliche Abweichung	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$> \pm 0,15$	$\pm 0,10$
IV. Gruppe:	20	Durchschnitt	6,28	6,12	6,40	6,22
Bahntransport über 100 km		max. Abweichung	+0,32	+0,28	+0,40	+0,28
		min. Abweichung	-0,28	-0,22	-0,30	-0,22
		mittlere massgebliche Abweichung	$\pm 0,20$	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$

pH-Durchschnittswerte des Fleisches beim Schweinetransport in der kühlen Jahreszeit  
(0 bis -4° C)

Untersuchte Gruppen	Stück- zahl	* pH-Wert	S c h i n k e n		S c h u l t e r	
			pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.	pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.
I. Gruppe:		Durchschnitt	6,09	5,90	6,09	5,95
Transport mit LKW bis 100 km	22	max.Abweichung	+0,41	+0,20	+0,61	+0,35
		min.Abweichung	-0,29	-0,10	-0,19	-0,15
		mittlere mass- gebl.Abwei- chung	+0,15	+0,10	+0,15	+0,10
II. Gruppe:		Durchschnitt	6,15	5,94	6,13	6,01
Transport mit LKW über 100 km	22	max.Abweichung	+0,30	+0,16	+0,17	+0,19
		min.Abweichung	-0,20	-0,14	-0,33	-0,21
		mittlere mass- gebl. Abwei- chung	+0,10	+0,05	+0,15	+0,10

Untersuchte Gruppen	Stück- zahl	pH-Wert	S c h i n k e n		S c h u l t e r		
			pH	pH	pH	pH	
			0-2 Stund.	24 Stund.	0-2 Stund.	24 Stund.	
III. Gruppe:			<u>Durchschnitt</u>	6,05	6,00	6,11	6,02
Bahntransport bis 100 km	21		max.Abweichung	+0,35	+0,20	+0,19	+0,18
			min.Abweichung	-0,15	-0,10	-0,21	-0,12
			mittlere mass- gebl. Abwei- chung	+0,10	+0,05	+0,10	+0,05
IV. Gruppe:			<u>Durchschnitt</u>	6,11	6,03	6,29	6,13
Bahntransport über 100 km	22		max.Abweichung	+0,39	+0,37	+0,41	+0,27
			min.Abweichung	-0,11	-0,13	-0,29	-0,23
			mittlere mass- gebl. Abwei- chung	+0,15	+0,05	+0,20	+0,15

Tab. 3.

Unterschiede der pH-Durchschnittswerte des Fleisches zwischen der warmen und kalten Jahreszeit

Untersuchte Gruppen	S c h i n k e n		S c h u l t e r	
	pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.	pH 0-2 Stund.	pH 24 Stund.
I. Gruppe - Transport mit LKW bis 100 km	+ 0,05	+ 0,13	+ 0,08	+ 0,10
II. Gruppe - Transport mit LKW über 100 km	+ 0,14	+ 0,09	+ 0,12	+ 0,08
III. Gruppe - Bahntransport bis 100 km	+ 0,13	+ 0,08	+ 0,11	+ 0,08
IV. Gruppe - Bahntransport über 100 km	+ 0,17	+ 0,09	+ 0,11	+ 0,11