

Bedeutung des pH-Wertes für die Fleischqualität von Broilern – Einfluss der Zuchtlinien

Ristic Milan¹, Damme Klaus²

Schlussfolgerungen: Für die Erfassung der Qualität von Geflügelfleisch gleich nach der Schlachtung spielen die physikalischen Kriterien (pH-Wert, Leitfähigkeit, Farbe, Saffthaltevermögen) eine bedeutende Rolle. Mit modernen pH-Geräten können heute schon am Schlachtband mehrere Messungen (15 Min., 1 und 3 Std. p.m.) durchgeführt werden, die Information über eine normale oder abweichende Fleischbeschaffenheit (PSE, DFD) liefern. Diese Problematik wurde zuerst in den 60iger Jahren beim Schweinefleisch beobachtet. Mit zunehmender Intensivierung der Mastdauer wurden die gleichen Veränderungen in der Fleischqualität von Broilern festgestellt. Die Grenzbereiche für die pH-Messwerte 15 Min. p.m. liegen zwischen 5,4 bis 5,8 für PSE, von 5,8 bis 6,3 für normale Fleischbeschaffenheit und von >6,3 für DFD.

Schlüsselwörter: pH-Wert - Züchtung - Fleischqualität

Einleitung

Die Fleischqualität wird mit Hilfe von biochemischen, physikalischen, chemischen, sowie bakteriologischen Daten erfasst. Eine Bedeutung wird den physikalischen Kriterien (pH-Wert, Leitfähigkeit, Farbe, Saffthaltevermögen) gleich nach dem Schlachten beigegeben (Honikel, 2006; Petracci and Baeza, 2007). Die Qualität des Geflügelfleisches steht in einer engen Beziehung zu Genetik, Haltung, Fütterung, Transport, Schlachtmethodik, Lagerdauer und -temperatur. In wieweit die postmortale Glykolyse im Muskelgewebe abläuft, wird entweder mit einer normalen oder abweichenden Fleischbeschaffenheit gerechnet (PSE, DFD). Die ersten Ansätze zu diesem Thema liefern Untersuchungen aus dem Jahr 1968 bis 1971 beim Schweinefleisch (Scheper und Schön, 1971) und gleichzeitig auch beim Geflügelfleisch (Trojan und Niewiarowicz, 1971; Ristic und Schön, 1977).

Ziel dieser Studie war, mit Hilfe von pH-Messungen und weiteren begleitenden Kriterien gleich nach dem Schlachten in Abhängigkeit von der Züchtung, des Schlachtprozesses und den Lagerbedingungen die Fleischqualität von Broilern zu erfassen.

Material und Methoden

Das Material bestand aus 5109 Broiler-Schlachtierkörpern bekannter Zuchtlinien der Herkunft Loh-

mann, die nach einer Mastdauer von 41 bis 45 Tagen bei Bodenhaltung, einer Nüchterungsdauer von 12 bis 16 Stunden und einem Transport von 4 bis 10 km unter kontrollierten Bedingungen in 3 Tagen in einer gewerblichen Schlachtereier geschlachtet wurden. Der Schlachtprozess dauerte ca. 15 Min., gleich danach wurden am Band die pH₁-Messungen in der Brustmuskulatur (*M. pectoralis maior*) vorgenommen. Die Kerntemperatur der schlachtwarmen Schlachtierkörper lag bei +38°C.

Die angewandten Methoden sind bei Ristic und Hechelmann (1990) und Ristic et al. (1994) beschrieben.

Die Versuchsdaten verschiedener Zuchtlinien wurden zuerst auf Normalverteilung überprüft, danach erfolgte mit Hilfe einfaktorierlicher Varianzanalyse und mit der Least-Square-Analyse nach HARVEY die statistische Auswertung, wobei die Signifikanz mit dem F-Test und dem t-Test errechnet wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Die pH-Verteilung der pH₁-Werte lag zwischen 5,50 und 6,79 (Tab. 1). Wird eine Unterteilung nach NIEWIAROWICZ (1978) vorgenommen, so zeigen 6,7% der männlichen und 4,3% der weiblichen Schlachtierkörper eine PSE-Kondition (siehe Übersicht 1). Nach Ristic und Schön (1977) und Scheper und Schön (1971) erhöht sich der Anteil an

¹retired, MRI, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Germany;

²LfL/Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel, Mainberheimer Str. 101, 97318 Kitzingen, Germany.

PSE, sofern der pH-Wert 5,8 als Grenze gesetzt wird, auf 18,6 bei männlichen und 11,6% bei weiblichen Schlachttierkörpern. Eine normale Fleischbeschaffenheit (5,8 bis 6,3) besaßen bei den männlichen Schlachtkörpern 65% und bei den weiblichen 66,8%. Dem Rest mit 16,4 bzw. 21,6% wäre nach Niewiarowicz eine DFD-Fleischbeschaffenheit zuzurechnen. Die durchschnittlichen pH₁-Werte der männlichen Broiler (n=2.376) lagen mit 6,02 niedriger als die der weiblichen (n=2.682) mit 6,10.

Die geprüften Zuchtlinien übten ebenfalls Einfluss auf die pH-Werte aus (Tab. 2). Die niedrigsten pH₁-Werte zeigte die Linie B der männlichen und weiblichen Broiler mit 5,92 bzw. 5,99. Extrem hohe pH₁-Werte ergaben die Linien C und D. Die Unterschiede zwischen den Linien C und D der männlichen Broiler waren nicht signifikant (6,29:6,27). Bei den weiblichen Broilern gab es dagegen signifikante Unterschiede zwischen den Zuchtlinien.

Übersicht 1: Grenzbereiche verschiedener Autoren für Fleischqualität mittels pH-Messung

Messzeit Brustfleisch (min p.m.)	Tierart	Fleischqualität			Autor
		PSE	Normal	DFD	
15	Broiler	<5,8		>6,3	Trojan und Niewiarowicz, 1971
15	Broiler	<5,8	>6,0	>6,2	Ristic und Schön, 1977
15	Broiler	5,4-5,7			Niewiarowicz, 1978
15	Broiler	≤5,7	5,8-6,3	≥6,4	Niewiarowicz und Pikol, 1979
15	Broiler	5,63	5,7	5,81	Fletcher, 1999
90	Pute	5,72	6,09		Owens et al., 2000
15	Broiler	5,77	5,89	6,04	Petracci et al., 2004
15	Broiler	<5,7	>6,0		Ristic et al., 2004
15	Broiler	5,54	5,91	6,23	Zhang und Barbut, 2005
180	Broiler	<5,7	5,7-6,1	>6,1	Lesiow et al., 2009
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	<5,6 bzw. 5,6-5,8			Scheper und Schön, 1971
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	<5,8			Scheper, 1973
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	≤5,59 bzw. ≤5,79			Augustini und Fischer, 1981
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	<5,8			Fischer, 2001

Tabelle 1. Verteilung der pH₁-Werte bei männlichen und weiblichen Broilern – Brustmuskulatur (n=5058)

pH-Stufen	männlich			weiblich		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
5,50-5,59	35	5,56	0,03	22	5,55	0,03
5,60-5,69	125	5,66	0,03	93	5,64	0,03
5,70-5,79	281	5,75	0,03	195	5,75	0,03
5,80-5,89	425	5,85	0,03	366	5,85	0,03
5,90-5,99	412	5,94	0,03	395	5,95	0,03
6,00-6,09	325	6,04	0,03	415	6,04	0,03
6,10-6,19	205	6,14	0,03	346	6,14	0,03
6,20-6,29	178	6,24	0,03	270	6,24	0,03
6,30-6,39	121	6,34	0,03	192	6,34	0,03
6,40-6,49	116	6,43	0,03	139	6,44	0,03
6,50-6,59	76	6,54	0,03	123	6,54	0,03
6,60-6,69	55	6,64	0,03	85	6,63	0,03
6,70-6,79	22	6,74	0,03	41	6,74	0,03
Total	2376	6,02	0,26	2682	6,10	0,28

Tabelle 2. pH₁-Werte verschiedener Zuchtlinien von männlichen und weiblichen Broilern – Brustmuskulatur (n=5109)

Zuchtlinie	männlich			weiblich		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
A	851	5,94 ^a	0,18	995	6,02 ^a	0,20
B	883	5,92 ^b	0,19	901	5,99 ^b	0,21
C	338	6,29 ^{cd}	0,26	483	6,36 ^c	0,29
D	318	6,27 ^d	0,28	340	6,24 ^d	0,28
Total	2390	6,02	0,26	2719	6,10	0,28
F-Wert	450,94***			341,71***		

a, b, c, d: kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $p \leq 0,05$

Tab. 3 gibt eine Information über die End-pH-Werte (24 Std. p. m.) der Brustmuskulatur von verschiedenen Broiler-Herkünften. Der Messbereich lag von 5,71 bis 5,84. Dabei zeigte sich, dass Unterschiede zwischen den untersuchten Herkünften vorhanden waren.

akzeptable Farbe mit erhöhter Wässrigkeit („RSE“-reddish, soft, exudative) oder blasse Farbe mit gutem Safthaltevermögen („PFN“-pale, firm, non-exudative) kombiniert sind. Dabei verdient insbesondere die Variante RSE durchaus Beachtung, denn sie verursacht aufgrund des verstärkten Saftaustritts

Tabelle 3. pH₂₄-Werte verschiedener Herkünfte von Broilern - Brustmuskulatur (n = 1575)

Herkunft	ASA	AA	Redbro	Lohmann	Ross	Pilch	Peterson	Cobb	Total
n-Zahl	210	370	330	30	175	60	40	40	1575
\bar{x}	5,72	5,79	5,75	5,79	5,71	5,73	5,81	5,84	5,77
s	0,12	0,11	0,13	0,13	0,12	0,14	0,12	0,13	0,13

Die Problematik der abweichenden Fleischbeschaffenheit vom Schwein existiert seit den sechziger Jahren. Je mehr sich das Fleisch/Fett-Verhältnis zugunsten des Fleisches verändert, umso größere Bedeutung kommt der Fleischbeschaffenheit zu. Die Möglichkeit, Veränderungen der Fleischbeschaffenheit objektiv und reproduzierbar festzustellen, ist Voraussetzung für die Wahl des Merkmales und die anzuwendende Methode. *Scheper und Schön* (1971) schlugen vor, dafür den pH-Wert, die Farbhelligkeit (sog. Göfo-Wert) und das Safthaltevermögen zu erfassen. Wird der Grad des glykolytischen Prozesses, der in der pH-Abfallquote 1 Std. p. m. gemessen wird, zugrunde gelegt, so liefert der pH₁-Wert die sicherste Aussage. Der stark beschleunigte (pH₁ < 5,6) und beschleunigte pH-Abfall (pH₁ 5,6–5,8) ist mit einer hellen Fleischfarbe und mit einem schlechten Safthaltevermögen gekoppelt, pH₁-Werte zwischen 5,8 und 6,0 in den meisten Fällen mit einer exudativen Fleischbeschaffenheit. In den letzten Jahren wurde immer wieder auf Fleischqualitätsabweichungen hingewiesen, die nicht in das typische Bild von PSE und DFD passen. So kommen Formen vor, bei denen

Gewichtsverluste und somit auch wirtschaftliche Einbußen (*Fischer*, 2001). Neben den erwähnten Kriterien für die Erfassung der schlechten Fleischqualität beim Schwein werden noch das Merkmal Leitfähigkeit und der Py-Wert gemessen. Beide Methoden basieren auf den passiv elektrischen Eigenschaften des Fleisches (*Altmann et al.*, 2005). Aufgrund der Literaturdaten (siehe Übersicht 1) läge der Messbereich von 5,6 bis 5,8 nach 45 bzw. 60 Min. p. m. im Kotelett als Ausdruck für eine PSE-Kondition beim Schwein.

Im Brustfleisch von Broilern lag der Grenzbereich des pH-Wertes (15 Min. p. m.) als Ausdruck für die abweichende bzw. normale Fleischqualität zwischen 5,4 bis 5,8 für PSE-Kondition und für eine normale Fleischqualität zwischen 5,8 bis 6,3 (*Niewiarowicz*, 1978; *Niewiarowicz und Pikul*, 1979). Inwieweit diese Grenzbereiche variieren, gibt in Übersicht 1 die Meinung verschiedener Autoren wieder. *Fletcher* (2006) nennt in einer Übersichtstabelle Grenzbereiche mit Hilfe der Farbhelligkeit (L*) und des pH-Wertes als Ausdruck für die Fleischqualität. Er verwendet dabei den Begriff PSE-like bzw. DFD-like, damit beweist er, dass die übernommene Bezeichnung

aus dem Bereich der Schweinefleischqualität doch nicht mit der beim Geflügelfleisch identisch ist. Nach seiner Meinung wäre ein pH_1 -Wert $<5,7$ gleich PSE, $5,7$ bis $6,1$ normal und $>6,1$ DFD. In einer sehr ausführlichen Revue haben *Barbut et al.* (2008) sich mit dieser Problematik sowohl beim Schwein-, als auch beim Geflügelfleisch auseinander gesetzt. Die Hauptursache für abweichende Fleischqualität liegt bei der Züchtung, obwohl auch Stresssituationen, sowie die Schlachtung und anschließende Kühlung dazu beitragen können. Um die Reifungsphase zu verkürzen, werden nicht nur Schweine- bzw. Rinderschlachtkörper elektrostimuliert, sondern auch die Geflügelschlachtkörper („Rapid Rigor“). Beim Rind und Schwein stehen verschiedene Kühlmethoden zur Verfügung wie z.B. Schnellst-/Schockkühlung, Ultra-Schnellstkühlung, sowie Nebelkühlung. *Niewiarowicz et al.* (1979) untersuchten als Indikator für PSE- und DFD-Fleisch bei Broilern den pH-Wert an der Oberfläche der glatten Brusthaut vor der Schlachtung (a. m.). Mit PSE-Fleisch ist zu rechnen, wenn die pH_0 -Werte der glatten Brusthaut zwischen $6,5$ und $6,6$ liegen, bei Werten von $6,6$ bis $6,9$ ist eine normale Fleischbeschaffenheit zu erwarten, und bei Werten von $7,0$ bis $7,1$ ist mit DFD-Kondition zu rechnen. Eine korrelative Beziehung zwischen pH_0 und pH_1 wurde in einer Höhe von $0,73$

nachgewiesen. In Anbetracht dieser Thematik auf dem Schweinefleischsektor und der Literaturinformation (siehe Übersicht 1) wären die Messwerte 15 Min. p. m. zwischen $5,4$ bis $5,8$ für PSE, von $5,8$ bis $6,3$ für normale Fleischbeschaffenheit und von $6,0$ bzw. $>6,3$ für DFD.

Zusammenfassung

Für die Erfassung der Fleischqualität von Geflügelfleisch gleich nach der Schlachtung spielen die physikalischen Kriterien (pH-Wert, Leitfähigkeit, Farbe, Safthaltevermögen) eine bedeutende Rolle. Allerdings können diese durch Züchtung, Transport, Kühlung und Lagerdauer beeinflusst werden. An einem *genetisch strukturierten Material* wurden die pH-Werte gleich nach dem Schlachten (15 Min. p. m.) im Brustfleisch erfasst. Hierbei wurden Unterschiede zwischen den Zuchtlinien und Geschlechtern gefunden ($n=5109$). Die Verteilung der pH_1 -Werte lag in einem sehr breiten pH-Bereich von $5,50$ bis $6,79$. Die männlichen Broilerlinien hatten signifikant niedrigere pH_1 -Werte als die weiblichen ($6,02:6,10$). Zwischen verschiedenen Zuchtlinien und Geschlechtern ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede ($5,92$ bzw. $5,99:6,29$ bzw. $6,36$).

Literatur

- Altmann M., Kirchheim U., Schöberlein L., Wähner M., Wicke M., Fischer K., 2005.** PSE-Status bei marktkonformen Schweinen. *Fleischwirtschaft*, 85, 7, 101–104.
- Augustini C., Fischer K., 1981.** Behandlung der Schlachtschweine und Fleischbeschaffenheit – eine Felduntersuchung. *Fleischwirtschaft*, 61, 775–783.
- Barbut S., Sosniki A. A., Lonergan S. M., Knapp T., Ciobanu D. C., Gatcliffe L. J., Huff-Lonergan E., Wilson E. W. 2008.** Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science* 79, 46–63.
- Fischer K., 2001.** Bedingungen für die Produktion von Schweinefleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. *Mitteilungsblatt BAFF Kulmbach*, 40, 151, 7–22.
- Fletcher D. L. 1999.** Broiler Breast Meat colour Variation, pH and Texture. *Poultry Science*, 78, 1323–1327.
- Fletcher D., 2006.** The relationship between breast muscle colour variation and meat functionality. *Proceedings 12. European Poultry Conference*, 10–14. September 2006, Verona, Italy.
- Honikel K. O. 2006.** Physikalische Messmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Bd. 2, 855–881. Frankfurt a. M., Fleischereifachverlag.
- Lesiow T., Szmanko T., Korzeniowska M., Bobak L., Oziembowski M., 2009.** Influence of the season of the year on some technological parameters and ultrastructure of PSE, normal and DFD chicken breast muscles. *Proceedings XIX. European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, 21–25. June 2009, Turku, Finland.
- Niewiarowicz A., 1978.** Meat Anomalies in Broilers. *Poultry International*, 17, 50–51.
- Niewiarowicz A., Pikul J., 1979.** pH-Wert der Hautoberfläche vor der Schlachtung als Indikator für PSE- und DFD-Fleisch bei Broilern. *Fleischwirtschaft* 59, 405–407.
- Owens C. M., Hirschler E. M., Mckee S. R., Martinez-Dawson R., Sams A. R., 2000.** The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 553–558.
- Petracci M., Bianchi M., Betti M., Cavani C., 2004.** Colour Variation and Characterization of Broiler Breast Meat during Processing in Italy. *Poultry Science* 83, 2086–2092.
- Petracci M., Baeza E., 2007.** Harmonization of methodology of assessment of meat quality features. *Proceedings XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, Prague, 175–180.
- Ristic M., Schön L., 1977.** Verlauf des pH-Niveaus von Broilern in Abhängigkeit von den Jahresproduktionen. *Archiv für Geflügelkunde*, 41, 253–255.
- Ristic M., Hechelmann H., 1990.** Einflüsse der Lagertemperatur und der Lagerdauer: Lagerfähigkeit von gekühlten Broilern. *Fleischerei* 41, 504–508.
- Ristic M., Kreuzer M., Roth F. X., Kichgessner M., 1994.** Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischqualität von Broilern bei Anwendung unterschiedlicher Variationen der Zufütterung von ganzen Weizenkörnern. *Archiv für Geflügelkunde*, 58, 8–17.
- Ristic M., Freudenreich P., Erhardt S., 2004.** Einfluss der Produktionsbedingungen auf Geflügelfleisch und Eier.

Ein Überblick über 30 Jahre Qualitätsforschung. Fleischwirtschaft, 84, 9, 127–130.

Scheper J., Schön L., 1971. Zur Aussagekraft von pH, Farbheligkeit und Saffhaltevermögen über die Beschaffenheit von Schweinefleisch. Züchtungskunde, 43, 49–54.

Scheper J., 1973. Was sagt der pH-Wert über erblich bedingte Veränderungen in der Beschaffenheit von Schweinefleisch aus? Fleischwirtschaft, 53, 647–650.

Trojan M., Niewiarowicz A., 1971. Blasses, weiches und exsudatives Fleisch (PSE-Fleisch) bei Hühnern. Poczniiki Technologii i Chemii Zywnosci 21, S. 61; ref.: Food Science and Technology, 3, 12, 1490.

Zhang L., Barbut S., 2005. Rheological Characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD Chicken Breast Meat. British Poultry Science, 46, 687–693.

Značaj pH vrednosti za kvalitet mesa brojlera – uticaj genotipova

Ristić Milan, Dame Klaus

R e z i m e: Za određivanje kvaliteta živinskog mesa nakon klanja, od značaja su fizički kriterijumi (pH vrednost, provodljivost, boja, sočnost/zadržavanje sokova). Međutim, fizički kriterijumi su takođe pod uticajem odgajivanja, transporta, hlađenja i dužine transporta. pH vrednosti mesa grudi (genetski strukturiran materijal) su evidentirane odmah nakon klanja (15 min p.m.) i utvrđene su razlike između genotipa i pola ($n = 5109$). pH_1 -vrednosti su bile u opsegu od 5,50 do 6,79. Brojleri muškog pola su pokazivali signifikantno niže pH_1 -vrednosti u poređenju sa ženskim brojlerima (6,02:6,10). Utvrđene su takođe signifikantne razlike u odnosu na genotip i pol. Kvalitet mesa (PSE, DFD) brojlera se može brzo i tačno evidentirati merenjem pH vrednosti mesa grudi. Granični opsezi su $\leq 5,8$ (PSE), 5,9–6,2 (standardne osobine mesa) i $\geq 6,3$ (DFD). Ova klasifikacija se ne može porediti sa devijacijom kod svinjetine.

Ključne reči: kvalitet mesa, brojler, pH-vrednost, genotipovi.

The meaning of pH-value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines

Ristic Milan¹, Damme Klaus²

S u m m a r y: For determination of poultry quality shortly after slaughtering, physical criteria (pH-value, conductivity, colour, juice retention) are of importance. However, they are affected by breeding, transport, cooling and storage period. PH-values of breast meat (genetically structured material) were recorded shortly after slaughtering (15 min p.m.) and differences between breeding line and gender were found (n=5109). pH₁-values ranged from 5.50 to 6.79. Male broilers showed significantly lower pH₁-values than female ones (6.02:6.10). There were also significant differences concerning breeding line and gender. Meat quality (PSE, DFD) of broilers can be recorded quickly and accurately determining the pH₁-value of breast meat. Threshold ranges to be considered are ≤5.8 (PSE), 5.9-6.2 (standard meat properties) and ≥6.3 (DFD). This classification is not to be compared to the deviation of pork.

Keywords: meat quality, broiler, pH-value, breed lines.

Introduction

Quality of poultry is determined using biochemical, physical-chemical and bacteriological data. Physical criteria shortly after slaughtering (pH-value, conductivity, colour, juice retention) are of importance (Honikel, 2006; Petracci and Baeza, 2007).

Poultry quality is related to genetics, livestock husbandry, feeding, transport, slaughtering methods, storage period and storage temperature. Depending on the post-mortem glycolysis in the muscle tissue, normal or abnormal meat properties are considered. First approaches concerning this topic were done 1968–1971 for pork (Scheper and Schön, 1971) and poultry (Trojan and Niewiarowicz, 1971; Ristic and Schön, 1977)

Aim of this study was to determine the meat quality of broilers shortly after slaughtering depending on breeding.

Material and methods

Broilers of well-known Lohmann origins were fed for 41 to 45 days (free run; n=5109), transported for 4-10 km under controlled conditions after fasting for 12-16 h within 3 days and slaughtered in an industrial slaughterhouse. Slaughtering took 15 min and pH₁-values were recorded in the muscle tissue

of the breast shortly after. Core temperature of the carcass was +38°C. The applied methods are described elsewhere (Ristic and Hechelmann, 1990; Ristic et al., 1994). Experimental data of different origins were first checked for normal distribution, afterwards statistical analysis was done using one-factor analysis of variance and least square-analysis according to HARVEY. Statistical significance was calculated using F-test and t-test.

Results and discussion

Distribution of pH₁-values was 5.50-6.79 (Tab. 1). Applying a classification according to Niewiarowicz (1978), 6.7% (male) and 4.3% (female) of the carcass showed a PSE-condition (Scheme 1). Fixing a threshold of 5.8, PSE increases (18.6% male carcass, 11.6% female carcass) according to Ristic and Schön (1977) and Scheper and Schön (1971). A standard meat quality could be established for 65% of male and 66.8% of female carcasses. According to Niewiarowicz, this would mean DFD-condition for the rest (16.4% and 21.6%, resp.). Male broilers showed lower mean pH₁-values (n=2376, 6.02) than female ones (n=2682, 6.10). pH-values were subjected to the breeding lines tested (Table 2). Lowest pH₁-values were stated for line B of male and female broilers (5.92, 5.99) whereas lines C and D showed

¹retired, MRI, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Germany;

²LfL/Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel, Mainberheimer Str. 101, 97318 Kitzingen, Germany.

extremely high pH_1 -values. There were no significant differences between line C and D of male broilers (6.29:6.27), but for female ones. Information on the end-pH-values (24 h p.m.) of the pectoral muscle of different broiler origins is presented in Table 3. Measurement ranged from 5.71 to 5.84 and showed differences between the origins.

Since the sixties there has been a set of problems concerning composition of pork as an increasing pork/fat ratio enhances the importance of meat composition. The feasibility of determining changes in meat composition objectively and in a reproducible manner is a prerequisite to choose the feature and the method to be applied. *Scheper*

Scheme 1. Limits according to different authors for the determination of meat quality using pH-measurement
Shema 1. Granice prema različitim autorima za određivanje kvaliteta mesa merenjem pH vrednosti

Testing time/breast meat/ Vreme testiranja mesa grudi (min p.m.)	Species/Vrste	Meat quality/Kvalitet mesa			Author/Autor
		PSE	normal	DFD	
15	Broiler/Brojler	<5.8		>6.3	<i>Trojan and Niewiarowicz, 1971</i>
15	Broiler/Brojler	<5.8	>6.0	>6.2	<i>Ristic and Schön, 1977</i>
15	Broiler/Brojler	5.4-5.7			<i>Niewiarowicz, 1978</i>
15	Broiler/Brojler	≤5.7	5.8-6.3	≥6.4	<i>Niewiarowicz and Pikol, 1979</i>
15	Broiler/Brojler	5.63	5.7	5.81	<i>Fletcher, 1999</i>
90	Turkey hen/ Ćurka	5.72	6.09		<i>Owens et al., 2000</i>
15	Broiler/Brojler	5.77	5.89	6.04	<i>Petracci et al., 2004</i>
15	Broiler/Brojler	<5.7	>6.0		<i>Ristic et al. 2004</i>
15	Broiler/Brojler	5.54	5.91	6.23	<i>Zhang and Barbut, 2005</i>
180	Broiler/Brojler	<5.7	5.7-6.1	>6.1	<i>Lesiow et al., 2009</i>
45 odn. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina				<i>Scheper and Schön, 1971</i>
45 odn. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina	<5.8			<i>Scheper, 1973</i>
45 odn. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina	≤5.9 odn. ≤5.79			<i>Augustini and Fischer, 1981</i>
45 bzw. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina	<5.8			<i>Fischer, 2001</i>

Table 1. pH-values for male and female broilers – pectoral muscle (n=5058)
Tabela 1. pH vrednosti za brojlerne muškog i ženskog pola – pektoralni mišić (n=5058)

pH-value/ pH vrednost	Male/muški			Female/ženski		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
5.50-5.59	35	5.56	0.03	22	5.55	0.03
5.60-5.69	125	5.66	0.03	93	5.64	0.03
5.70-5.79	281	5.75	0.03	195	5.75	0.03
5.80-5.89	425	5.85	0.03	366	5.85	0.03
5.90-5.99	412	5.94	0.03	395	5.95	0.03
6.00-6.09	325	6.04	0.03	415	6.04	0.03
6.10-6.19	205	6.14	0.03	346	6.14	0.03
6.20-6.29	178	6.24	0.03	270	6.24	0.03
6.30-6.39	121	6.34	0.03	192	6.34	0.03
6.40-6.49	116	6.43	0.03	139	6.44	0.03
6.50-6.59	76	6.54	0.03	123	6.54	0.03
6.60-6.69	55	6.64	0.03	85	6.63	0.03
6.70-6.79	22	6.74	0.03	41	6.74	0.03
Total/Ukupno	2376	6.02	0.26	2682	6.10	0.28

Table 2. pH₁-values of different breeding lines of male and female broilers – breast muscle (n = 5109)**Tabela 2.** pH₁-vrednosti različitih linija muških i ženskih brojlera – mišić grudi (n = 5109)

Breeding line/ Linija	Male/muški			Female/ženski		
	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s
A	851	5.94 ^a	0.18	995	6.02 ^a	0.20
B	883	5.92 ^b	0.19	901	5.99 ^b	0.21
C	338	6.29 ^{cd}	0.26	483	6.36 ^c	0.29
D	318	6.27 ^d	0.28	340	6.24 ^d	0.28
Total/Ukupno	2390	6.02	0.26	2719	6.10	0.28
F-value/ F-vrednost	450.94***			341.71***		

a, b, c, d: significance for $p \leq 0,05$ / a, b, c, d: signifikantnost na nivou $p \leq 0,05$

Table 3. pH₂₄-values of different origins of broilers – pectoral muscle
Tabela 3. pH₂₄-vrednosti različitih genotipova brojlera – pektoralni mišić

Origin/ Genotip	ASA	AA	Redbro	Lohmann	Ross	Pilch	Peterson	Cobb	Total
n	210	370	330	30	175	60	40	40	1575
\bar{X}	5.72	5.79	5.75	5.79	5.71	5.73	5.81	5.84	5.77
s	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12	0.14	0.12	0.13	0.13

and Schön (1971) suggested to record pH-value, lightness of colour (Göfo-value) and juice retention. Considering the glycolytic process (measurement of pH decrease 1 h p.m.), pH₁-value provides best information. Highly accelerated (pH₁ < 5.6) as well as accelerated pH-decline (pH₁ 5.6-5.8) are related to a light meat colour and a poor juice retention, which in the majority of cases is the same for pH₁-values ranging from 5.8 to 6.0 concerning exudative meat composition.

During recent years, deviations in meat quality which did not show typical characteristics of PSE and DFD were reported repeatedly. There was acceptable colour and increased wateriness („RSE“-reddish, soft, exudative) as well as pale colour and good juice retention („PFN“-pale, firm, non-exudative). RSE is especially of interest, as drip loss means a loss in weight and therefore economic losses (Fischer, 2001). Besides, conductivity and Py-value are recorded in order to determine poor meat quality, both of them based on passive electrical properties of meat (Altmann et al., 2005). Data show a PSE-condition for pork considering a measurement range from 5.6 to 5.8 for chop after 45 and 60 min., resp. (see Scheme 1). The threshold range for the pH-value of breast meat of broilers was 5.4 to 5.8 for PSE-condition and 5.8 to 6.3 for standard meat quality (Niewiarowicz, 1978; Niewiarowicz and Pi-

kul, 1979). Scheme 1 displays the opinion of different authors on the variation of these limit ranges. Fletcher (2006) stated threshold ranges referring to brightness of colour (L*) and pH-value using the terms PSE-like and DFD-like showing that the terms assumed from pork quality and poultry quality are different. According to his opinion, pH₁-values < 5.7 stand for PSE, 5.7-6.1 for standard quality and > 6.1 for DFD. Barbut et al. (2008) published a comprehensive paper on this topic for pork and poultry. Breeding is the main reason for deviant meat quality, although stress, slaughtering and cooling are of importance, too.

In order to shorten ripening time, electric stimulation is applied not only for pork and beef carcass, but also for poultry („Rapid Rigor“). There are different ways of cooling for beef and pork (fast/shock cooling, ultra chilling, fog cooling). Niewiarowicz et al. (1979) investigated the pH-value of the surface of the plain breast skin prior to slaughtering (a.m.) for PSE and DFD meat. PSE meat has to be expected when pH₀-values range from 6.5 to 6.6 (standard meat composition 6.6:6.9, DFD-condition 7.0:7.1). A correlation (0.73) could be found for pH₀ and pH₁. For pork, measurements 15 min p.m. would be 5.4 to 5.8 for PSE, 5.8 to 6.3 for standard meat quality and 6.0/>6.3 for DFD (Scheme 1).

References

- Altmann M., Kirchheim U., Schöberlein L., Wähler M., Wicke M., Fischer K., 2005. PSE-Status bei marktformen Schweinen. *Fleischwirtschaft*, 85, 7, 101–104.
- Augustini C., Fischer K., 1981. Behandlung der Schlachtschweine und Fleischbeschaffenheit – eine Felduntersuchung. *Fleischwirtschaft*, 61, 775–783.
- Barbut S., Sosnoki A. A., Lonergan S. M., Knapp T., Ciobanu D. C., Gatcliffe L. J., Huff-Lonergan E., Wilson E. W. 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science* 79, 46–63.
- Fischer K., 2001. Bedingungen für die Produktion von Schweinefleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. *Mitteilungsblatt BAFF Kulmbach*, 40, 151, 7–22.
- Fletcher D. L. 1999. Broiler Breast Meat colour Variation, pH and Texture. *Poultry Science*, 78, 1323–1327.
- Fletcher D., 2006. The relationship between breast muscle colour variation and meat functionality. *Proceedings 12. European Poultry Conference*, 10–14. September 2006, Verona, Italy.
- Honikel K. O. 2006. Physikalische Messmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Bd. 2, 855–881. Frankfurt a. M., Fleischerefachverlag.
- Lesiow T., Szmanko T., Korzeniowska M., Bobak L., Oziembowski M., 2009. Influence of the season of the year on some technological parameters and ultrastructure of PSE, normal and DFD chicken breast muscles. *Proceedings XIX. European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, 21–25. June 2009, Turku, Finland.
- Niewiarowicz A., 1978. Meat Anomalies in Broilers. *Poultry International*, 17, 50–51.
- Niewiarowicz A., Pikul J., 1979. pH-Wert der Hautoberfläche vor der Schlachtung als Indikator für PSE- und DFD-Fleisch bei Broilern. *Fleischwirtschaft* 59, 405–407.
- Owens C. M., Hirschler E. M., Mckee S. R., Martinez-Dawson R., Sams A. R., 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 553–558.
- Petracci M., Bianchi M., Betti M., Cavani C., 2004. Colour Variation and Characterization of Broiler Breast Meat during Processing in Italy. *Poultry Science* 83, 2086–2092.
- Petracci M., Baeza E., 2007. Harmonization of methodology of assessment of meat quality features. *Proceedings XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, Prague, 175–180.
- Ristic M., Schön L., 1977. Verlauf des pH-Niveaus von Broilern in Abhängigkeit von den Jahresproduktionen. *Archiv für Geflügelkunde*, 41, 253–255.
- Ristic M., Hechelmann H., 1990. Einflüsse der Lagerdauer und der Lagerdauer: Lagerfähigkeit von gekühlten Broilern. *Fleischerei* 41, 504–508.
- Ristic M., Kreuzer M., Roth F. X., Kichgessner M., 1994. Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischqualität von Broilern bei Anwendung unterschiedlicher Variationen der Zufütterung von ganzen Weizenkörnern. *Archiv für Geflügelkunde*, 58, 8–17.
- Ristic M., Freudenreich P., Erhardt S., 2004. Einfluss der Produktionsbedingungen auf Geflügelfleisch und Eier. Ein Überblick über 30 Jahre Qualitätsforschung. *Fleischwirtschaft*, 84, 9, 127–130.
- Scheper J., Schön L., 1971. Zur Aussagekraft von pH, Farbhelligkeit und Saffthaltevermögen über die Beschaffenheit von Schweinefleisch. *Züchtungskunde*, 43, 49–54.
- Scheper J., 1973. Was sagt der pH-Wert über erblich bedingte Veränderungen in der Beschaffenheit von Schweinefleisch aus? *Fleischwirtschaft*, 53, 647–650.
- Trojan M., Niewiarowicz A., 1971. Blasses und exsudatives Fleisch (PSE-Fleisch) bei Hühnern. *Poczniki Technologii i Chemii Żywności* 21, S. 61; ref.: *Food Science and Technology*, 3, 12, 1490.
- Zhang L., Barbut S., 2005. Rheological Characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD Chicken Breast Meat. *British Poultry Science*, 46, 687–693.

Značaj pH vrednosti za kvalitet mesa brojlera – uticaj genotipova

Ristić Milan, Dame Klaus

Rezime: Za određivanje kvaliteta živinskog mesa nakon klanja, od značaja su fizički kriterijumi (pH vrednost, provodljivost, boja, sočnost/zadržavanje sokova). Međutim, fizički kriterijumi su takođe pod uticajem odgajivanja, transporta, hlađenja i dužine transporta. pH vrednosti mesa grudi (genetski strukturiran materijal) su evidentirane odmah nakon klanja (15 min p.m.) i utvrđene su razlike između genotipa i pola ($n = 5109$). pH_1 -vrednosti su bile u opsegu od 5,50 do 6,79. Brojleri muškog pola su pokazivali signifikantno niže pH_1 -vrednosti u poređenju sa ženskim brojlerima (6,02:6,10). Utvrđene su takođe signifikantne razlike u odnosu na genotip i pol. Kvalitet mesa (PSE, DFD) brojlera se može brzo i tačno evidentirati merenjem pH vrednosti mesa grudi. Granični opsezi su $\leq 5,8$ (PSE), 5,9–6,2 (standardne osobine mesa) i $\geq 6,3$ (DFD). Ova klasifikacija se ne može porediti sa devijacijom kod svinjetine.

Ključne reči: kvalitet mesa, brojler, pH-vrednost, genotipovi.

Paper received: 31.08.2010.

Paper accepted: 28.11.2010.