

Einfluss des früh-postmortalen und des End-pH-Wertes im Rohmaterial auf das Auftreten von Destrukturierungen in Kochschinken

G. Hugenschmidt^{a,b}, R. Hadorn^b, M.R.L. Scheeder^c und C. Wenk^a

^aETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, CH-8092 Zürich

^bForschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern

^cHochschule für Landwirtschaft, 3052 Zollikofen / SUISAG, CH-6204 Sempach

Kontakt: R. Hadorn, ruedi.hadorn@alp.admin.ch

Einleitung

Destrukturierte Zonen stellen trotz intensiven und jahrelangen Bemühungen der Forschung und der Industrie nach wie vor ein aktuelles Problem bei der Kochschinkenherstellung dar. Die defekten Zonen weisen eine helle Farbe, eine mürbe Textur sowie Veränderungen in ihrer chemischen Zusammensetzung auf (Hugenschmidt et al., 2009) und müssen nach dem Schneiden der Kochschinken aussortiert werden. In der Praxis können in Einzelfällen bis zu 40% einer Charge vom Defekt betroffen sein. Nach Franck et al. (2002) sowie Balac et al. (1998) wird das Auftreten von Destrukturierungen besonders durch den Verlauf des pH-Wertes nach der Schlachtung und durch den End-pH-Wert (24 Stunden p.m.) bestimmt. Diese beiden Parameter wurden in der vorliegenden Arbeit in zwei unabhängigen Versuchen mit dem Ziel untersucht, deren Einfluss auf das Auftreten von Destrukturierungen unter den aktuellen Begebenheiten zu prüfen.

Material und Methoden

Im 1. Versuch wurden 40 Edelschweine (20 kastrierte Eber und 20 Sauen) in 2 Serien mittels Elektrobetäubung geschlachtet. Jedes zweite Tier wurde 2 Minuten post mortem (p.m.) elektrostimuliert (50 V, 14 Hz, 2 x 90 Sek.), um einen schnellen pH-Abfall zu induzieren. Die linken Schlachthälften wurden nach 30 Minuten p.m. bei 2°C gekühlt, während die rechten Schlachthälften während 120 Minuten bei 22°C gelagert und erst danach bei 2°C gekühlt wurden. Folglich wurden mit den beiden Faktoren "Kühlung" und "Elektrostimulation" vier verschiedene Behandlungen in einem 2x2 faktoriellen Design miteinander verglichen (Tab. 1). Anschliessend wurden die Eckstücke und Unterspälten der jeweiligen Schlachthälften zu zwei Chargen Kochschinken verarbeitet. Im 2. Versuch wurden 800 (Charge 1) bzw. 1'000 (Charge 2) Eckstücke (*Mi. semimembranosus* und *adductor*) aus einem Fleischverarbeitungsbetrieb aufgrund des End-pH-Wertes des *M. semimembranosus* in drei Gruppen eingeteilt (Tabelle 1). Aus Charge 1 wurden nach dieser Einteilung 24 Eckstücke der pH-Gruppen T und M sowie 16 Eckstücke der pH-Gruppe H (= sämtliche der an-

gefallenen Proben) und aus Charge 2 erneut 24 Eckstücke der pH-Gruppen T und M sowie 32 Eckstücke der pH-Gruppe H ausgewählt. Der Destrukturierungsgrad in den rohen Muskeln nach 72 Stunden p.m. wurde nach dem IFIP-Schema (IFIP, 2005) bestimmt. Die Herstellung der Kochschinken erfolgte jeweils aus zwei Eckstücken aus derselben pH-Gruppe gemäss den praxisüblichen Bedingungen. Das Schneiden der Kochschinken (Dicke: 1.5 mm) erfolgte unter Standardbedingungen in einem Fleischverarbeitungsbetrieb. Destrukturierte Zonen in Unterspälten und Eckstücken der Kochschinken wurden gemäss Hugenschmidt et al. (2007) entsprechend ihrer Ausprägung in 1., 2. oder 3. Grad eingeteilt, mit dem Skalpell ausgeschnitten und auf das Gewicht des rohen Muskels umgerechnet.

Tab. 1: Verfahren in den beiden Versuchen

1. Versuch		Elektrostimulation (50 V, 14 Hz, 2 x 90 Sek.)	
		ja	nein
Kühlung	konventionell (2°C ab 30 Min. p.m.)	A	B
	verzögert (2°C ab 120 Min. p.m.)	C	D

2. Versuch	pH-Klassen (Eckstück)	T ($pH < 5.5$)	M ($pH 5.5 - 5.7$)	H ($pH > 5.7$)
------------	-----------------------	------------------	----------------------	------------------

Für die binäre logistische Regression wurden destrukturierte Zonen 1., 2. und 3. Grades mit den Faktoren 1, 10 bzw. 100 gewichtet und addiert. Diese neue Variable wurde durch Trennung am 80. Perzentil in eine binäre Variable umgewandelt.

Ergebnisse und Diskussion

Effekt des früh postmortalen pH-Werts auf die Destrukturierungen in Kochschinken (1. Versuch)

Die Elektrostimulation der Schlachtkörper 2 Minuten p.m. hatte signifikant tiefere pH-Werte 60 Minuten (\bar{x} : 5.60 vs. 6.19) und z.T. 180 Minuten p.m. (\bar{x} : 5.50 vs. 5.73) im Eckstück und in der Unterspälte zur Folge. Die verzögerte Kühlung der Schlachthälften führte zu einer höheren Temperatur 180 Minuten p.m. in den Unterspälten und in den Eckstücken verglichen mit der konventionellen Kühlung (\bar{x} : 35.4 vs. 31.4°C). Sowohl die Temperatur wie auch der pH-Wert nach 24 Stunden p.m. wurden durch die einzelnen Behandlungen nicht beeinflusst.

In beiden Kochschinkenchargen traten sowohl in der Unterspälte als auch im Eckstück Destrukturierungen aller drei Grade auf (Tabelle 2). Allerdings erwiesen sich die Eckstücke als wesentlich empfindlicher für den Defekt, was zu einer höheren Menge destrukturierter Zonen in diesem Muskel führte. Aus der binären logistische Regression zeigte sich, dass erhöhte Temperaturen 60 Minuten p.m. in der Unterspälte ($P=0.067$) und im Eckstück ($P=0.054$) ein wichtiger Indikator für

das Auftreten von Destrukturierungen im Endprodukt Kochschinken darstellen. Diese Ergebnisse führen zur Vermutung, dass aufgrund hoher früh-postmortalen Temperaturen eine teilweise Denaturierung von Proteinen (inklusive Myoglobin) stattfindet, welche die Entstehung von destrukturierten Zonen in Kochschinken begünstigt. Die positive Korrelation des Defektes im Rohmaterial zum Gewicht und zum Magerfleischanteil der Schlachtkörper (Franck et al., 2002) könnte ebenfalls mit der Temperatur zusammenhängen, zumal in Schinken von schweren und stark bemuskelten Schlachtkörpern der Wärmeabfluss aus dem Stotzenzentrum vermindert sein dürfte.

Tab. 2: Grad- und Menge an destrukturierten Zonen [g/kg roher Muskel] in Kochschinken in Eckstücken und Unterspälten in Abhängigkeit von Elektrostimulation und Kühlintensität (1. Versuch)

Muskel	Destrukturierungsgrad	Charge 1					Charge 2				
		A (n=10)	B (n=10)	C (n=10)	D (n=10)	P	A (n=10)	B (n=10)	C (n=10)	D (n=10)	P
ES	1. Grad	31.4	22.0	34.0	22.8	0.483	24.1	26.7	41.3	14.0	0.799
	2. Grad	17.2	16.3	16.1	11.9	0.680	16.8	13.6	24.7	36.6	0.596
	3. Grad	33.1	44.9	39.6	31.7	0.877	17.5	30.6	54.1	39.4	0.256
US	1. Grad	3.1	1.5	4.5	1.5	0.371	2.6 ^a	0.4 ^a	26.3 ^b	3.0 ^a	0.021
	2. Grad	1.3	0.6	2.3	0.0	0.517	2.7	1.3	8.9	0.0	0.267
	3. Grad	1.3	0.0	0.0	0.0	0.392	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000

Spalten mit verschiedenen Indizes innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $P = 0.05$), ES: Eckstück, US: Unterspälte, A: Elektrostimulation x konventionelle Kühlung, B: Elektrostimulation x verzögerte Kühlung, C: keine Elektrostimulation x konventionelle Kühlung, D: keine Elektrostimulation x verzögerte Kühlung

Effekt verschiedener End-pH-Werte auf Destrukturierungen in Kochschinken (2. Versuch)

Die Produktion von Kochschinken aus *M. semimembranosus* mit verschiedenen End-pH-Werten im Eckstück führte in Charge 1 nicht zu unterschiedlichen Mengen an Destrukturierungen, während in Charge 2 die Kochschinken aus Rohmaterial mit tiefem End-pH-Wert stärker vom Defekt betroffen waren als diejenigen mit höheren End-pH-Werten (Tabelle 3). In beiden Chargen traten in allen drei End-pH-Gruppen sämtliche Destrukturierungsgrade in den Kochschinken auf, wobei im *M. adductor* dreimal mehr Destrukturierungen auftraten als im *M. semimembranosus* (Daten nicht gezeigt). Basierend auf den Ergebnissen der binären logistischen Regression stellt ein tiefer End-pH dennoch den besten Prädiktor für die Destrukturierungen ($P=0.135$) in den Kochschinken dar. Die Tatsache, dass die Destrukturierungen in den Kochschinken in Charge 1 unabhängig vom End-pH-Wert im *M. semimembranosus* waren, deutet darauf hin, dass der End pH-Wert nicht als einziger Prädiktor des Defektes in Kochschinken in Frage kommt. Die Destrukturierungen im Rohmaterial waren bei tiefen End-pH-Werten stärker als bei den höheren. In der pH-Gruppe H beider Chargen, traten über-

haupt keine Destrukturierungen im Rohmaterial auf (Daten nicht gezeigt), während sich in den daraus hergestellten Kochschinken dennoch sämtliche Destrukturierungsgrade nachweisen liessen.

Tab. 3: Grad- und Menge an destrukturierten Zonen [g/kg roher Muskel] in Kochschinken aus Eckstücken verschiedener End-pH-Werte (2. Versuch)

Destrukturierungsgrad	Charge 1			P	Charge 2			P
	pH < 5.5 (n=24)	pH 5.5-5.7 (n=24)	pH > 5.7 (n=16)		pH < 5.5 (n=24)	pH 5.5-5.7 (n=24)	pH > 5.7 (n=32)	
1. Grad	8.3	12.2	13.8	0.593	19.1 ^a	10.5 ^b	6.8 ^c	<0.001
2. Grad	5.6	6.9	4.4	0.707	32.6 ^a	15.2 ^b	4.4 ^c	<0.001
3. Grad	9.4	3.2	2.0	0.142	10.1 ^a	12.3 ^a	1.2 ^b	0.001

Spalten mit verschiedenen Indizes innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $P = 0.05$)

Schlussfolgerungen

Im Rohmaterial konnten einerseits erhöhte Anfangs-Temperaturen als wichtiger Prädiktor für Destrukturierungen in Kochschinken identifiziert werden. Dies führt zur Vermutung, dass der Temperaturverlauf im früh-postmortalen Bereich über die Denaturierung von Proteinen direkt an der Entstehung des Defektes beteiligt ist. Andererseits begünstigt ein tiefer End-pH-Wert (<5.5) des Rohmaterials die verstärkte Ausbildung von Destrukturierungen in Kochschinken im Vergleich zu solchem aus Rohmaterial mit einem hohen End-pH-Wert (>5.7). Wie sich im Einzelfall aber gezeigt hat, kann auch die Verwendung von Rohware mit einem pH-Wert über 5.7 oder mit einem tiefen Destrukturierungsgrad die Entstehung von Destrukturierungen in Kochschinken nicht mit Sicherheit verhindern. Folglich muss auch die Kochschinkentechnologie als mögliche, weitere Ursache für den Defekt in Betracht gezogen werden.

Literatur

- Balac, D., Bazin, C. and Le Treut, Y. (1998): Research of the factors able to influence the appearance of the syndrome of structureless hams. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **48**(7): Suppl. 4: 45-52
- Franck, M., Monin, G., Figwer, P., Poirel, M.T. and Legault, C. (2002): Strukturloses Fleisch - ein ernsthaftes Problem. *Fleischwirtschaft*, **82**(12): 97-100
- Hugenschmidt G., Hadorn R., Guggisberg D., Silacci P., Scherrer D., Scheeder M., Wenk C. (2009): Chemische und physikalische Charakterisierung von Destrukturierungen in Kochschinken. *Fleischwirtschaft*, **89**(1): 86-91
- Hugenschmidt, G., Hadorn, R., Suter, M., Scheeder, M. und Wenk, C. (2007): Anteil und Schweregrad destrukturierter Zonen in Kochschinken. *Fleischwirtschaft*, **87**(9): 100-103
- IFIP [French Institute for the Pig and Pork Industry] (2005): Grille de notation du défaut "déstructuré" des muscles de la cuisse de porc.