

Destrukturierungen in Kochschinken

Chemische und physikalische Charakterisierung von Defekten in verarbeiteten Produkten

Von Gabriel Hugenschmidt, Ruedi Hadorn, Dominik Guggisberg, Paolo Silacci, Daniel Scherrer, Max Haldimann, Martin Scheeder und Caspar Wenk

Schlüsselwörter

- ▶ Schweinefleisch
- ▶ Kochschinken
- ▶ Destrukturierte Zonen
- ▶ Fleischqualität

Destrukturierte Zonen in Kochschinken führen beim automatischen Schneiden der Schinken verschiedentlich zu wirtschaftlich relevanten Verlusten. Um grundlegende Erkenntnisse über die Eigenschaften des Defekts zu gewinnen, wurden 2 x 2 Tonnen Kochschinken aus den Teilstücken Oberschale (*M. semimembranosus* und *adductor*) und Unterschale (*M. biceps femoris*) in zwei Praxisbetrieben hergestellt. Nach dem Schneiden (1,5 mm Dicke) wurden normale und destrukturierte Zonen jeweils innerhalb desselben Muskels mit chemischen, physikalischen und biochemischen Methoden untersucht.

Destrukturierte Zonen wiesen signifikant höhere L*- und b*-Farbwerte, einen erhöhten myofibrillären Fragmentationsindex, einen tieferen a*-Wert, einen reduzierten pH-Wert und eine geringere Här-

te auf als die normalen Bereiche. Der Gehalt an Rohprotein, diversen Aminosäuren und Trockenmasse war in den destrukturierten Zonen erhöht. Hingegen kamen NaCl, Zucker sowie unlösliches und das Gesamtbindegewebe in geringerer Konzentration vor. Die Elemente Cr, Zn, Ga, Y, Mo, Tl und U traten in den destrukturierten Zonen in signifikant tieferen Konzentrationen auf als in den normalen Bereichen. Nicht nur die normalen und destrukturierten Bereiche der Kochschinken, sondern auch die Proben der beiden Betriebe und aus den beiden Muskeln unterschieden sich in diversen Merkmalen signifikant voneinander. Aus der vorliegenden Untersuchung ergaben sich auch Hinweise, dass Denaturierungen der Proteine und proteolytische Effekte als Ursache für die Destrukturierungen in Kochschinken zumindest mitverantwortlich sein dürften.

Destrukturierte Zonen in Kochschinken stellen ein alt bekanntes und nach wie vor aktuelles Phänomen in der Fleischbranche dar. Der Defekt führt bei Fleischverarbeitern in europäischen Ländern verschiedentlich zu wirtschaftlich relevanten Verlusten und rückt gerade in den letzten Monaten wieder vermehrt ins Blickfeld des Interesses. Eine im Jahr 2007 durchgeführte Untersuchung in sieben schweizerischen Fleischverarbeitungsbetrieben von unterschiedlicher Größe zeigte, dass Destrukturierungen in 7 bis 8 Prozent der Kochschinkenscheiben auftreten und bis zu einem Drittel der Verluste bei der Kochschinkenproduktion ausmachen können (HUGENSCHMIDT et al., 2007).

Frühere Untersuchungen der Problematik wurden ausschließlich an destrukturiertem Rohfleisch durchgeführt. BALAC et al. (1998) beschrieben den Defekt als eine gräulich helle, strukturelose Stelle im Innern des Schinkens. FRANCK et al. (2002) und LE ROY et al. (2001) konnten zeigen, dass das n-Allel des Hal-Gens und das RN-Allel des rn-Gens den Defekt verschlimmern. Weitere den Defekt begünstigende Faktoren sind ein hohes Schlachtgewicht, ein hoher Muskelfleischanteil, ein tiefer End-pH-Wert und ein schneller frühpostmortaler pH-Wert-Abfall (VAUTIER et al., 2008 und 2004, MINVIELLE et al., 2003 und 2001, FRANCK et al., 2002). Zudem tritt die Problematik bei warmer Witterung am Schlachttag (VAUTIER et al., 2004) und bei kurzen Transportwegen zum Schlachthof (MINVIELLE et al., 2003) aufgrund eines niedrigen End-pH-Wertes vermehrt auf. Auf biochemischer Ebene weisen erste Studien auf eine starke Ähnlichkeit der betroffenen Zonen zu PSE-Fleisch hin (LAVILLE et al., 2005).

In der vorliegenden Arbeit wurden normale und destrukturierte Kochschinkenproben verschiedener Hersteller mit chemischen, physikalischen und biochemischen Methoden untersucht. Mit der Charakterisierung des Defektes im verarbeiteten Produkt wird bezweckt, mögliche Ursachen für den Defekt, die in der Rohware nicht immer direkt ersichtlich sind, aufzuzeigen bzw. zu bestätigen und daraus neue Ansatzpunkte für eine Reduktion der Destrukturierungen in Kochschinken abzuleiten.

Material und Methoden

▶ Probenmaterial

Die untersuchten Kochschinkenproben stammten aus zwei großen schweizerischen Praxisbetrieben. Beide stellten für den Versuch je eine Charge zu je rund 1000 kg Kochschinken aus *M. biceps femoris*- (BF, Unterschale) und aus *M. semimembranosus*- und *M. adductor*-Stücken (Oberschale) gemäß der jeweiligen firmeneigenen Rezeptur unter praxisüblichen Bedingungen her. Die Kochschinken wurden in den betreffenden Betrieben in 1,5 mm dicke Scheiben geschnitten, unter Schutzatmosphäre verpackt und bis zur Analyse bei 5 °C gelagert. Sämtliches zur Kochschinkenproduktion verwendete Fleisch stammte ausschließlich aus schweizerischen Mast- und Schlachtbetrieben. Für die physikalischen und biochemischen Methoden sowie für die Elementanalyse wurden destrukturierte und normale Kochschinkenproben jeweils innerhalb desselben Muskelstrangs erhoben. Für die chemischen Methoden wurde innerhalb eines Muskelstrangs einer Kochschinkenscheibe jeweils dieselbe Menge an destrukturiertem und normalem Probenmaterial entnommen und, um genügend Probenmaterial für sämtliche Analysen zu erhalten, jeweils mehrere Einzelproben gepoolt. Anschließend wurde das Probenmaterial homogenisiert und lyophilisiert.

▶ Physikalische Methoden

Zur Bestimmung der Härte wurde eine Normnadel mit konstanter Geschwindigkeit in die Probe (Kochschinkenscheibe von 1,5 mm Dicke) getrieben und die aufgewendete Kraft bei einer Eindringtiefe von 1 mm gemessen (Universalprüfmaschine Z2.5/TN1S, Zwick, Ulm, Deutschland). Der pH-Wert wurde in 2 bis 3 g homogenisiertem Probenmaterial mittels Glaseinstichelektrode (Metrohm, Herisau, Schweiz) ermittelt. Die Farbmessung erfolgte an einer kreisrunden Probe (Höhe 3 mm, Durchmesser 7 mm), die in einer absorbierenden Prüfschale platziert wurde. Die Farbwerte (L*-, a*- und b*-Wert) wurden mit Hilfe eines Spektrophotometers (Spectroshade, MHT, Schweiz) ermit-

Destrukturierungen in Kochschinken

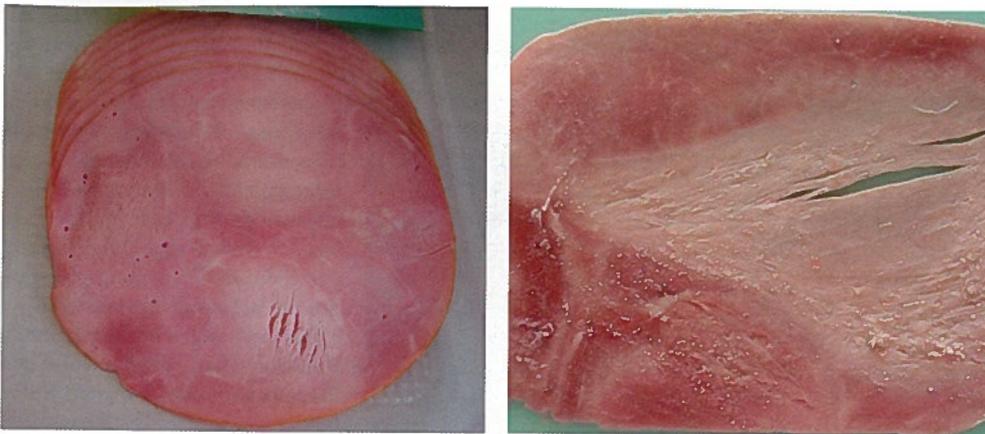


Abb. 1a und 1b: Destrukturierungen in Kochschinkenscheiben
 Fig. 1 a and 1b: Destructured areas in sliced cooked cured ham

telt (CHATELAIN et al., 2007). Zur Bestimmung des Fragmentationsindex der Myofibrillen (MFI) gelangte die Methode von CULLER et al. (1978) zur Anwendung.

► Chemische Methoden

Die Bestimmung der Gehalte an Trockenmasse, Rohasche, Rohprotein, Rohfett und Gesamtzucker erfolgte wie bei HADORN et al. (2008) beschrieben. Die Analyse des Hydroxyprolin als Maß für den Bindegewebeanteil wurde nach der Methode von ARNETH und HAMM (1971) durchgeführt.

► Elementanalysen

Die Elementanalysen erfolgten mit 0,8 g Probenmaterial mittels ICP-MS nach dem von FRANKE et al. (2008) beschriebenen Verfahren. Falls mehrere Isotope für ein Element bestimmt wurden, wurde nur dasjenige mit der besten Kalibration für die statistische Auswertung berücksichtigt.

► Biochemische Methoden

Western Blots von Desmin, Talin und Troponin T wurden nach der Methode von BEE et al. (2007) durchgeführt.

► Statistische Auswertung

Für die Auswertung der Analyseresultate gelangte ein lineares gemischtes Modell mit den fixen Faktoren Defekt (normal/destrukturiert), Muskel (Unterschale/Oberschale) und Betrieb (A/B) und dem zufälligen Faktor Probe mit Hilfe des Statistikprogramms Systat (Systat, 2007) zur Anwendung. Mögliche Ausreißer wurden mit dem Grubbs-Test überprüft und gegebenenfalls eliminiert.

Ergebnisse

► Physikalische Merkmale

Die Ergebnisse der Farbanalysen zeigen, dass der L*- (Helligkeitswert) und der b*-Wert (Gelbwert) der Destrukturierungen im Vergleich zu den norma-

len Stellen signifikant erhöht waren (Tab. 1). Hingegen wiesen die Destrukturierungen einen tieferen a*-Wert (Rotwert) auf als die normalen Bereiche. Der pH-Wert der destrukturierten Zonen lag im Vergleich mit den normalen nur geringfügig tiefer ($\Delta = 0,07$ pH-Einheiten). Der MFI der destrukturierten Stellen war zudem um 26,7% höher und deren Härte um 37,5% tiefer als in den normalen Bereichen.

Beim L*-Wert und dem MFI traten auch zwischen der Ober- und Unterschale signifikante Unterschiede auf. Zwischen den Betrieben A und B differierten a*-, b*- und der pH-Wert ebenfalls signifikant voneinander.

► Chemische Analysen

Die Untersuchungsergebnisse ergaben, dass destrukturierte Zonen eine um 2,3% höhere Trockenmasse sowie einen ebenfalls um 2,3% erhöhten Proteingehalt aufwiesen als die normalen Zonen (Tab. 2). Der um 10,1% reduzierte Aschegehalt in den destrukturierten Zonen ging mit einem um 10,6% tieferen Zuckergehalt einher. Die normalen Stellen enthielten einen um 8,6% höheren Anteil Hydroxyprolin als die Destrukturierungen und der Anteil an unlöslichem Hydroxyprolin war um 12,8% höher als in den destrukturierten Bereichen.

Analog zum Proteingehalt wiesen 17 der 18 untersuchten Aminosäuren in den destrukturierten Zonen verglichen mit den normalen Stellen eine erhöhte Konzentration auf (Tab. 3), wobei die Unterschiede nur bei Alanin, Arginin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Serin, Threonin, Tyrosin und Valin signifikant ausfielen.

Neben den signifikant unterschiedlichen Rohnährstoff- und Aminosäuregehalten der normalen und destrukturierten Zonen der Kochschinken traten auch signifikante Unterschiede der untersuchten Merkmale zwischen der Ober- und Unterschale sowie zwischen den Betrieben A und B auf.

► Elementanalysen

Die Elemente Be, Cd, Sm, Ho, Tm, Hg, Na, Mg, K und Se lagen unter der Nachweisgrenze und konnten folglich nicht ausgewertet werden. Innerhalb desselben Elements wurde nur das jeweilige Isotop mit der besten Kalibration ausgewertet, so dass insgesamt 40 Elemente verblieben. Von diesen zeigten 7 in den normalen Zonen eine tiefere Konzentration als in den Destrukturierungen; bei den übrigen

Tab. 1: Physikalische Analysen destrukturierter und normaler Zonen in Kochschinken
 Tab. 1: Physical analyses of destructured and normal areas in cooked cured hams

| | Defekt | | | Muskel | | | Betrieb | | |
|-------------|-------------------|-----------------------|--------|-------------------|--------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|
| | Normal (n=87) | Destrukturiert (n=87) | p-Wert | Oberschale (n=98) | Unterschale (n=76) | p-Wert | A (n=84) | B (n=90) | p-Wert |
| L*-Wert [-] | 55,9 | 66,6 | <0,001 | 62,3 | 59,9 | 0,002 | 60,5 | 61,9 | 0,089 |
| a*-Wert [-] | 13,6 | 9,6 | <0,001 | 11,2 | 12,2 | 0,080 | 12,2 | 11,1 | 0,029 |
| b*-Wert [-] | 9,1 ¹ | 9,7 ¹ | 0,014 | 9,5 | 9,4 ² | 0,330 | 9,9 ³ | 9,0 | <0,001 |
| pH-Wert [-] | 5,95 | 5,88 | <0,001 | 5,87 | 5,96 | 0,126 | 5,93 | 5,89 | <0,001 |
| Härte [N] | 0,08 | 0,05 | <0,001 | 0,07 | 0,07 | 0,113 | 0,07 | 0,07 | 0,394 |
| MFI [-] | 61,7 ⁴ | 78,1 ⁵ | <0,001 | 75,7 ⁶ | 58,0 ⁷ | <0,001 | 67,1 ⁴ | 68,0 ⁵ | 0,958 |

MFI = Myofibrillärer Fragmentationsindex; n = Anzahl Proben: ¹n=86; ²n=74; ³n=82; ⁴n=38; ⁵n=36; ⁶n=40; ⁷n=34

Quelle: HUGENSCHMIDT et al.

33 Elementen ließ sich in den normalen Zonen eine vergleichsweise höhere Konzentration nachweisen. Tabelle 4 zeigt nur diejenigen Elemente, die zwischen den Betrieben A und B, der Ober- und Unterschale oder normalen und destrukturierten Bereichen in signifikant unterschiedlichen Konzentrationen auftraten; auf die Darstellung der übrigen Elemente (Li, Sc, Co, Cu, As, Rb, Pd, Te, Ba, Ce, Nd, Gd, Tb, Yb, Lu, Bi, Al, Ca, V, Mn und Fe) wurde verzichtet. Die Elemente Zn, Ga, Y, Mo und U kamen in den destrukturierten Zonen in signifikant tieferen Konzentrationen vor als in den normalen. Erneut ließen sich auch bei gewissen Elementen zwischen den beiden untersuchten Muskeln und den beiden Betrieben signifikante Unterschiede beobachten.



Abb. 2: Mögliche Farbschwankungen im Rohmaterial am Beispiel von Oberschalen

Fig. 2: Possible colour variations in the raw material (topside) of cooked cured ham

► Biochemische Merkmale

Die Untersuchung von normalen und destrukturierten Zonen in Kochschinken ergab keinen signifikanten Unterschied im Anteil an intaktem Desmin (Ergebnisse nicht gezeigt). Aufgrund der die betreffenden Analysen störenden Lakezusätze wie Phosphat, Salz und Zucker wie auch der durch die Garung bedingte Denaturierung der Proteine war eine Quantifizierung der Western Blots von Talin und Troponin T leider nicht möglich.

Diskussion

► Physikalische Merkmale

Die destrukturierten Zonen zeichnen sich durch eine hellere Farbe, einen erhöhten Anteil an gelb und einen reduzierten Rotanteil aus. Die erhöhte Helligkeit der destrukturierten Zonen dürfte durch eine Denaturierung von Muskelproteinen während des Schlachtprozesses hervorgerufen worden sein. Denn früh-postmortale Temperaturen über 40 °C und tiefe pH-Werte können zur teilweisen Denaturierung von Metmyoglobin (ZHU et al., 2002), Phosphorylase, Kreatinkinase, Triosephosphatisomerase und Myokinase (JOO et al., 1999) führen.

Proteine. Große Stotzen, wie sie für Tiere mit hohem Magerfleischanteil bzw. hohem Schlachtgewicht typisch sind, erschweren eine optimale Kühlung im Stotzenzentrum und könnten das häufige Auftreten des Defekts mit steigendem Magerfleischanteil bzw. Schlachtgewicht erklären (HUGENSCHMIDT und SCHEEDER, 2008, VAUTIER et al., 2004, MINVIELLE et al., 2003 und 2001, FRANCK et al., 2002). Die erhöhte Helligkeit der destrukturierten Bereiche kann auch durch eine stärkere Proteolyse bedingt sein, die ebenfalls für die weiche Textur und den erhöhten MFI der destrukturierten Bereiche verantwortlich sein könnte (VEISETH et al. 2004). In diversen Diskussionen mit der Fleischbranche wurden als weitere Ursache für den erhöhten MFI verschiedentlich auch Myopathien genannt; entsprechende Literaturhinweise wurden allerdings keine gefunden.

► Chemische Analysen

Die tendenziell erhöhte Trockenmasse in den destrukturierten Zonen lässt sich vermutlich auf ein vermindertes Wasserbindungsvermögen der betroffenen Zonen zurückführen. Sie können das im Fleisch vorhandene Wasser bzw. das bei der Kochschinkenherstellung über die Lake zugesetzte Wasser schlechter binden, weshalb dieses als Tropfsaft bzw. als Kochverlust verloren geht. Der reduzierte Zucker- und Aschegehalt der destrukturierten Bereiche dürfte ebenfalls durch das reduzierte Lake-Aufnahmevermögen bedingt sein, zumal die im

Voraus definierten und im Wasser gelösten Mengen an Zucker und Salzen über die Lake in die Kochschinken eingespritzt werden. In den normalen Zonen wurde die Lake anscheinend besser gebunden und damit der Wasser-, Asche- und Zuckergehalt erhöht. Die relative Anreicherung von Zucker und Asche durch die Aufnahme von Lake in den normalen Kochschinken führte letztlich zum reduzierten Gehalt an Rohprotein bzw. an wertbestimmendem Protein, was sich auch im Aminosäuremuster widerspiegelte. Allerdings müsste sich die Anreicherung von Zucker und Asche auch auf den

Tab. 2: Rohnährstoff- und Bindegewebegehalt destrukturierter und normaler Zonen in Kochschinken (g/kg Trockenmasse)
Tab. 2: Nutrient and connective tissue content of destructured and normal areas in cooked cured hams (g/kg dry mass)

| | Defekt | | | Muskel | | | Betrieb | | |
|------------------|---------------|-----------------------|--------|-------------------|--------------------|--------|-------------------|----------|--------|
| | Normal (n=21) | Destrukturiert (n=17) | p-Wert | Oberschale (n=20) | Unterschale (n=18) | p-Wert | X (n=20) | Y (n=18) | p-Wert |
| Trockenmasse* | 286,1 | 292,6 | 0,104 | 290,2 | 287,6 | 0,581 | 289,1 | 288,8 | 0,861 |
| Rohasche | 110,6 | 100,5 | 0,102 | 98,6 | 114,4 | 0,009 | 110,8 | 100,8 | 0,071 |
| Rohprotein | 795,4 | 813,8 | 0,002 | 810,8 | 795,6 | <0,001 | 801,0 | 806,6 | 0,052 |
| Rohfett | 80,0 | 79,6 | 0,913 | 80,9 | 78,5 | 0,917 | 71,9 | 88,5 | 0,229 |
| Zucker | 26,8 | 24,2 | 0,036 | 21,8 | 29,8 | 0,002 | 29,7 | 21,0 | <0,001 |
| Hyp. total | 3,30 | 3,04 | <0,001 | 3,27 | 3,08 | <0,001 | 3,03 | 3,35 | <0,001 |
| Hyp. unlöslich | 2,12 | 1,78 ³ | <0,001 | 2,00 ⁴ | 1,95 | <0,001 | 1,76 ⁴ | 2,20 | <0,001 |
| BWP ¹ | 26,39 | 24,28 | <0,001 | 26,18 | 24,62 | <0,001 | 24,21 | 26,82 | <0,001 |
| WE ² | 768,2 | 789,5 | <0,001 | 784,6 | 770,1 | <0,001 | 776,7 | 779,4 | <0,001 |

* g/kg Frischmasse, ¹ Bindegewebeprotein (BWP) = 8 × Hydroxyprolin (Hyp), ² wertbestimmendes Eiweiß = Rohprotein - BWP, n = Anzahl, Proben: ³ n=16, ⁴ n=19

Destrukturierungen in Kochschinken

Fettgehalt auswirken und in einer vergleichweisen Reduktion des Fettgehalts in den normalen Kochschinken erkennbar werden. Dies war in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht der Fall und kann anhand der vorliegenden Daten nicht erklärt werden. Eine physiologische Ursache für die verschiedenen Gehalte an Rohprotein, wertbestimmenden Protein und dem Aminosäuremuster erscheint als eher unwahrscheinlich. Vielmehr ist von einer Maskierung der tatsächlichen Gehalte durch eine unterschiedliche Aufnahme der Lakebestandteile in normalem und destrukturiertem Kochschinken auszugehen.

In den destrukturierten Zonen ließ sich ein geringerer Gehalt an Bindegewebe (total und unlöslich) beobachten. Besonders das unlösliche Bindegewebe ist als strukturgebendes Gewebe für die „Hintergrundzähigkeit“ des Fleisches mitverantwortlich. Der reduzierte Gehalt an unlöslichem Bindegewebe – er wurde auch in einer Untersuchung von MINVILLE et al. (2001) nachgewiesen – könnte demnach für die mürbe Textur und den mangelnden Zusammenhalt der destrukturierten Stellen in den Kochschinken mitverantwortlich gewesen sein.

► Elementanalysen

Die Elementanalysen könnten über die Bildung von Komplexen Hinweise auf die unterschiedliche Farbe von normalen und destrukturierten Zonen in Kochschinken geben. Hauptsächlich ist Nitroso(met)myoglobin, bei dem Eisen als Zentralatom des Protoporphyrins fungiert, für die rote Farbe der Kochschinken verantwortlich. Eisen konnte jedoch in normalen und destrukturierten Kochschinken nicht in unterschiedlichen Konzentrationen nachgewiesen werden (Daten nicht gezeigt) und kommt somit nicht als Ursache für die Farbunterschiede in Frage. Neben Nitroso(met)myoglobin ist Zink-Protoporphyrin IX teilweise für die dunkelrote Farbe in während mehrerer Monaten gereiften Rohpökelfleischen verantwortlich (WAKAMATSU et al., 2007). Ein reduzierter Zinkgehalt könnte demnach die weniger starke rote Farbe der Destrukturierungen zumindest ansatzweise erklären, obwohl die Bildung von Zink-Protoporphyrin IX in Kochschinken gemäß unseren Kenntnissen (noch) nicht, sondern nur in langgereiften Rohschinken nachgewiesen wurde und gemäß HAYASHI et al. (2007) durch die Zugabe von Nitrit sogar gehemmt wird. Gallium, das in destrukturierten Zonen ebenfalls in signifikant tieferen Konzentrationen vorkommt, kann generell ebenfalls an Porphyrin binden (HATSCHER, 2003). Allerdings sind über die Eigenschaften dieses potenziellen Komplexbildners in Fleischprodukten noch keine weiteren Kenntnisse verfügbar und im Fleisch wurde er noch nicht nachgewiesen.

► Biochemische Analysen

Die Proteinanalysen mittels Western Blot zeigten, dass sich der Abbau von Proteinen in Kochschinken nur teilweise mit dieser Methode untersuchen lässt. Die Veränderungen durch die Lake, welche verschiedene Salze, Phosphat und Zucker ent-

hält, sowie die Garung der Kochschinken (→ Denaturierung von Proteinen) können zu Problemen in der Analytik führen. Eine mögliche Alternative besteht in der Untersuchung von destrukturiertem Rohmaterial. Dabei ist jedoch der eindeutige Nachweis, dass sich die Destrukturierungen im Rohmaterial (meistens im Innern und von außen nicht direkt ersichtlich) durchwegs auch im Endprodukt manifestieren, noch zu erbringen.

► Muskel- und betriebsspezifische Unterschiede

Bei Betrachtung der muskelspezifischen Unterschiede fällt auf, dass die Merkmale Helligkeit, pH-Wert und MFI der aus Oberschale hergestellten Kochschinken der mittleren Ausprägung der destrukturierten Zonen entsprechen (Tab. 1). Auch bezüglich der chemischen Merkmale bestehen Trockenmasse, Rohproteingehalt und wertbestimmendem Eiweiß Übereinstimmungen zwischen Oberschale und destrukturierten Proben, während umgekehrt die entsprechenden Merkmalsausprägungen für die Unterschalen und die normalen Zonen der Kochschinken vergleichbar waren (Tab. 2). Dies spricht dafür, dass die Oberschale für den Defekt anfälliger ist, was die Ergebnisse von LAVILLE et al. (2005) bestätigt. Die Unterschiede in der Zusammensetzung der verschiedenen Muskeln und Teilstücke ist in der Industrie wohl bekannt. Aufgrund der Verfügbarkeit sowie der Nachfrage der verschiedenen Teilstücke können jedoch nicht immer für sämtliche Produkte die idealen Teilstücke verwendet werden.

Die Unterschiede zwischen den beiden Betrieben A und B können einerseits auf die verwendeten Technologien während des Schlachtprozesses und der anschließenden Verarbeitung, andererseits auch auf die verschiedenen Mastbetriebe, zurückgeführt werden. In Bezug auf letztere können auch Faktoren wie die Genetik, die Haltung oder die Fütterung sowie die Nüchternungsdauer und der Transport der Tiere nicht ausgeschlossen werden. Diese Vielfalt von Einflüssen innerhalb des Faktors „Betrieb“ könnte erklären, weshalb sich zahlreiche Merkmale zwischen den beiden Betrieben signifikant unterscheiden. Zudem geben sie einen Hinweis darauf, weshalb der Faktor „Betrieb“ hauptsächlich an den Interaktionen zwischen den Faktoren „Betrieb“, „Muskel“ und „Defekt“ beteiligt war.

Tab. 3: Aminosäuregehalte destrukturierter und normaler Zonen Kochschinken (g/kg Trockenmasse)
Tab. 3: Content of amino acids in destructured and normal areas of cooked cured hams (g/kg dry mass)

| Aminosäure | Defekt | | | Muskel | | | Betrieb | | |
|------------|-------------------|-----------------------|--------|-------------------|--------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|
| | Normal (n=21) | Destrukturiert (n=17) | p-Wert | Oberschale (n=20) | Unterschale (n=18) | p-Wert | X (n=20) | Y (n=18) | p-Wert |
| Ala | 43,5 | 46,1 ¹ | <0,001 | 45,8 | 43,1 ² | <0,001 | 44,1 ³ | 45,1 | <0,001 |
| Arg | 48,7 | 50,2 | 0,010 | 50,0 | 48,6 | 0,003 | 49,4 | 49,3 | 0,959 |
| Asp | 72,5 | 75,3 ² | 0,001 | 74,8 | 72,5 ⁴ | <0,001 | 73,6 ⁵ | 73,9 | 0,002 |
| Cys | 8,8 | 8,8 | 0,882 | 8,7 | 8,8 | 0,319 | 8,8 | 8,8 | 0,983 |
| Glu | 115,5 | 118,1 | 0,001 | 118,0 | 115,1 | <0,001 | 117,1 | 116,1 | <0,001 |
| Gly | 35,4 | 36,6 ² | 0,730 | 36,7 | 35,0 ⁴ | 0,006 | 35,5 ⁵ | 36,4 | 0,482 |
| His | 31,9 ⁶ | 32,9 ² | 0,236 | 32,6 | 32,0 ² | 0,002 | 32,0 ⁵ | 32,7 ⁴ | 0,001 |
| Ile | 39,6 | 41,0 | <0,001 | 40,7 | 39,6 | <0,001 | 40,2 | 40,2 | 0,001 |
| Leu | 63,1 | 65,1 | <0,001 | 64,8 | 63,1 | <0,001 | 63,9 | 64,0 | 0,004 |
| Lys | 72,6 | 75,2 | <0,001 | 74,9 | 72,5 | <0,001 | 73,9 | 73,6 | <0,001 |
| Met | 20,1 | 20,9 | <0,001 | 20,9 | 20,0 | <0,001 | 20,5 | 20,4 | 0,441 |
| Phe | 31,5 | 32,7 ² | 0,004 | 32,5 | 32,1 ⁴ | <0,001 | 32,0 ⁵ | 32,1 | 0,021 |
| Pro | 29,5 | 30,2 ² | 0,471 | 30,3 | 29,8 ⁴ | 0,013 | 29,7 ⁵ | 29,9 | 0,912 |
| Ser | 29,6 | 32,9 ² | <0,001 | 32,3 | 32,1 ⁴ | <0,001 | 30,0 ⁵ | 32,1 | <0,001 |
| Thr | 34,3 | 35,8 ² | <0,001 | 35,4 | 34,8 ⁴ | <0,001 | 35,1 ⁵ | 34,8 | <0,001 |
| Try | 9,7 | 9,9 | 0,192 | 9,9 | 9,7 | 0,299 | 9,8 | 9,7 | 0,651 |
| Tyr | 27,6 | 29,3 ² | 0,004 | 29,0 | 28,7 ⁴ | <0,001 | 28,0 ⁵ | 28,7 | 0,009 |
| Val | 41,0 | 42,5 ² | <0,001 | 42,2 | 41,7 ⁴ | <0,001 | 41,5 ⁵ | 41,7 | <0,001 |

n = Anzahl Proben: ¹n=15, ²n=16, ³n=18, ⁴n=17, ⁵n=19, ⁶n=20

Quelle: HUGENSCHMIDT et al.

Schlussfolgerungen

Destrukturierte Zonen in Kochschinken zeichnen sich besonders durch eine helle Farbe und eine mürbe Textur aus und bestätigen damit frühere Untersuchungen, die an destrukturiertem Rohfleisch durchgeführt worden waren. Die Ursache für die helle Farbe der Destrukturierungen und der mürben Textur liegt vermutlich in einer Kombination aus Proteindenaturierung und einer erhöhten proteolytischen Aktivität in der Rohware. Die Denaturierung der Proteine ist durch erhöhte früh-postmortale Temperaturen und tiefe pH-Werte im Schinkeninnern (Oberschale), teilweise wegen ungenügender Kühlung, bedingt. Die stärkere Proteolyse in den destrukturierten Bereichen konnte analytisch mit Western Blot nicht nachgewiesen werden, wohl aber deuten der erhöhte MFI und die mürbe Textur darauf hin. Für künftige Untersuchungen muss daher der Einfluss des Zusammenspiels von Denaturierung und Proteolyse noch genauer geprüft werden.

Der Einfluss des unlöslichen Bindegewebes, dessen Gehalt gemäß früheren Studien in destrukturiertem Rohfleisch und in der vorliegenden Arbeit auch im destrukturierten Kochschinken niedriger war als in normalem Rohfleisch und normalem Kochschinken, bleibt weiterhin unklar. In zukünftigen Versuchen sollte auch der erhöhte Gehalt an Rohprotein, wertbestimmendem Protein und diversen Aminosäuren in den Destrukturierungen bestätigt und noch eingehender untersucht werden.

Bedeutung für die Praxis

Die chemischen und physikalischen Analysen ergaben bei diversen Merkmalen signifikante Unterschiede sowohl zwischen normalen und destrukturierten Bereichen von Kochschinken als auch zwischen den beiden Betrieben A und B sowie den beiden Muskeln Unter- und Oberschale. Demnach ist die physikalische und chemische Beschaffenheit von Kochschinken bereits ohne das Auftreten von Destrukturierungen relativ großen Schwankungen unterworfen und es können Überschneidungen in der Ausprägung der Merkmale für die Faktoren

„Defekt“, „Muskel“ und „Betrieb“ auftreten, welche die Untersuchung der Destrukturierungen erschweren.

Der niedrigere Wasser-, Zucker- und Aschegehalt der destrukturierten Stellen im Vergleich mit den normalen Bereichen der Kochschinken weist auf eine geringere Lakeaufnahme, möglicherweise durch das schlechtere Wasserbindungsvermögen von denaturierten Proteinen in den defekten Zonen hin. Als Ursache des in dieser Untersuchung beobachteten Defekts kommen daher in erster Linie eine spezifische Disposition der Tiere und schlachttechnische Prozesse in Frage. Die Technologie der Schinkenherstellung, welche unter Umständen auch zu einer geringeren Lakeaufnahme bzw. einer Eiweißdenaturierung beitragen kann sowie der Schneidprozess sind als ausschlaggebende Faktoren des Defekts aber nicht auszuschließen.

Danksagung

Unser Dank geht an Werner Luginbühl von Chemstat, Bern für die Beratung bei der statistischen Auswertung der Versuche und Jasmin Nyffenegger für die biochemischen Untersuchungen.

Literatur

1. ARNETH, W. und R. HAMM (1971): Untersuchungen zur Methodik der Hydroxyprolinbestimmung in Fleisch und Fleischwaren. *Fleischwirtsch.* 10, 1523. – 2. BALAC, D., C. BAZIN und Y. LETREUT (1998): Research of the factors able to influence the appearance of the syndrome of structureless hams. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 48 (7), 45–52. – 3. BEE, G., A.L. ANDERSON, S.M. LONERGAN und E. HUFF-LONERGAN (2007): Rate and extend of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water-holding capacity in pork. *Meat Sci.* 76, 359–365. – 4. CHATELAIN, Y., D. GUGGISBERG, P.A. DUFÉY, G. VERGÈRES und R. HADORN (2007): Farbmessung an Fleisch und Fleischerzeugnissen. *ALP Science* 507 Agroscope Liebefeld-Posieux, Bern. 1–23. – 5. CULLER, R.D., F.C. PARRISH, G.C. SMITH und H.R. CROSS (1978): Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Sci.* 43, 1177–1180. – 6. FRANCK, M., G. MONIN, P. FIGWER, M. T. POIREL und C. LEGAULT (2002): Strukturloses Fleisch – ein ernsthaftes Problem. *Fleischwirtsch.* 82 (12), 97–100. – 7. FRANKE, B. M., M. HALDIMANN, G. GREMAUD, J.-O. BOSSET, R. HADORN und M. KREUZER (2008): Element signature analysis: its validation as a tool for geographic authentication of the origin of dried beef and poultry meat. *European Food Research and Technology* 227, 701–708. – 8. FREISE, K., S. BREWER und J. NOVAKOWSKI (2005):

Duplication of the pale, soft, and excludative condition starting with normal postmortem pork. *Journal of Animal Sci.* 83, 2843–2852. – 9. HADORN, R., P. EBERHARD, D. GUGGISBERG, P. PICCINALI und H. SCHLÜCHTERLE-CERNY (2008): Effect of fat score on the quality of various meat products. *Meat Sci.* 80, 760–765. – 10. HÄSCHER, S.A. (2003): Entwicklung neuer Synthesemethoden zur Darstellung unsymmetrisch substituierter Porphyrine. Dissertation der Freien Universität Berlin. – 11. HAYASHI, N., J. WAKAMATSU, T. NISHIMURA und A. HATORI (2007): Nitric oxide inhibits the formation of zinc protoporphyrin IX and protoporphyrin IX. *Proceedings of 53th International Congress of Meat Science and Technology*, August 5–10, Beijing, China, Poster V.3, 425–426. – 12. HUGENSCHMIDT, G., R. HADORN, M. SUTER, M. SCHEEDER und C. WENK (2007): Anteil und Schweregrad destrukturierter Zonen in Kochschinken. *Fleischwirtsch.* 87 (9), 100–103. – 13. HUGENSCHMIDT, G. und M. SCHEEDER (2008): Destrukturierungen im Schinken – aktueller Stand der Abklärungen. *Suisseporcs Information* 10, 15–17. – 14. JOO, S.T., R.G. KAUFMAN, B.C. KIM und G.B. PARK (1999): The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar

Tab. 4: Elementanalysen destrukturierter und normaler Zonen in Kochschinken (µg/kg Frischmasse)
Tab. 4: Element analyses of destructured and normal areas in cooked cured hams (µg/kg fresh mass)

| | Defekt | | | Muskel | | | Betrieb | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|
| | Normal (n=15) | Destr. (n=15) | p-Wert | Unterschale (n=10) | Oberschale (n=20) | p-Wert | A (n=20) | B (n=10) | p-Wert |
| ¹⁰ B | 274,0 | 259,4 | 0,555 | 297,6 | 251,3 | 0,257 | 292,3 | 215,5 | 0,006 |
| ⁵² Cr | 166,9 | 86,13 | 0,086 | 25,45 | 17708 | 0,417 | 49,63 | 280,3 | 0,003 |
| ⁶⁰ Ni | 36,42 ¹ | 30,34 | 0,716 | 8,47 | 46,38 ³ | 0,503 | 13,98 ³ | 70,03 | 0,014 |
| ⁶⁷ Zn | 3015 ¹ | 2419 | 0,004 | 2592 ² | 2758 | 0,468 | 2735 ³ | 2653 | 0,476 |
| ⁶⁹ Ga | 0,53 | 0,43 | 0,005 | 0,48 | 0,48 | 0,616 | 0,47 | 0,52 | 0,315 |
| ⁸⁸ Sr | 83,49 | 77,90 ¹ | 0,263 | 94,18 ² | 74,77 | 0,157 | 90,58 ³ | 62,20 | 0,024 |
| ⁸⁹ Y | 0,35 | 0,28 | 0,033 | 0,29 | 0,33 | 0,818 | 0,28 | 0,38 | 0,047 |
| ⁹⁵ Mo | 42,25 | 2725 | 0,015 | 30,73 | 36,76 | 0,727 | 38,72 | 30,73 | 0,088 |
| ¹⁰⁹ Ag | 8,88 ¹ | 13,52 | 0,131 | 4,66 | 14,77 ³ | 0,062 | 7,79 | 19,04 ² | 0,027 |
| ¹³⁹ La | 0,49 | 0,54 ¹ | 0,643 | 0,29 | 0,63 ³ | 0,032 | 0,44 ³ | 0,65 | 0,805 |
| ¹⁴¹ Pr | 0,09 | 0,08 | 0,068 | 0,06 | 0,09 | 0,514 | 0,07 | 0,11 | 0,048 |
| ¹⁵¹ Eu | 0,01 | 0,01 | 1,000 | 0,01 | 0,02 | 0,798 | 0,01 | 0,02 | 0,004 |
| ¹⁶³ Dy | 0,03 | 0,02 | 0,189 | 0,02 | 0,03 | 0,800 | 0,02 | 0,04 | 0,001 |
| ¹⁶⁶ Er | 0,03 | 0,03 | 0,135 | 0,03 | 0,03 | 0,558 | 0,02 | 0,04 | 0,031 |
| ¹⁷⁸ Hf | 0,33 | 0,28 | 0,096 | 0,21 | 0,35 | 0,444 | 0,23 | 0,44 | 0,018 |
| ²⁰⁵ Tl | 0,37 | 0,33 | 0,095 | 0,24 | 0,41 | <0,001 | 0,33 | 0,41 | 0,104 |
| ²⁰⁸ Pb | 12,06 | 9,43 ¹ | 0,104 | 4,38 ² | 13,67 | 0,118 | 6,89 ³ | 18,2 | 0,008 |
| ²³² Th | 0,09 | 0,07 | 0,515 | 0,06 | 0,09 | 0,748 | 0,07 | 0,11 | 0,016 |
| ²³⁸ U | 2,27 | 1,79 | 0,002 | 2,37 | 1,86 | 0,808 | 2,41 | 1,28 | 0,001 |

Destr. = destrukturiert, n = Anzahl Proben: ¹n=14, ²n=9, ³n=19

Quelle: HUGENSCHMIDT et al.

Fleischwirtschaft 1/2009

Destrukturierungen in Kochschinken

protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine *longissimus* muscle. *Meat Sci.* 52, 291-297. – 15. LAVILLE, E., T. SAYD, V. SANTÉ-LHOUELIER, M. MORZEL, R. LABAS, M. FRANCK, C. CHAMBON und G. MONIN (2005): Characterisation of PSE zones in *semimembranosus* pig muscle. *Meat Sci.* 70, 167-172. – 16. LE ROY, P., G. MONIN, R. KERISIT, G. JEANOT, J.C. CARTIREZ, Y. AMIGUES, H. LAGANT, J. BOULARD, Y. BILLON, J.M. EISEN und P. SELLIER (2001): Effets interactifs des gènes RN et HAL sur la qualité de la viande: résultats obtenus lors de la fabrication du jambon cuit prétranché. *Journées Rech. Porcine* 31, 331-33. – 17. MINVIELLE, B., J. BOULARD, A. VAUTIER und Y. HOUIX (2003): Viandes déstructurées: Effets des durées de transport et d'attente sur la fréquence d'apparition du défaut. *Journées de la Recherche Porcine* 35, 263-268. – 18. MINVIELLE, B., P. LE STRAT, B. LEBRET, Y. HOUIX, J. BOULARD und N. CLOCHEFERT (2001): Viandes déstructurées: Situation dans cinq abattoirs de l'Ouest de la France: facteurs de risque et proposition d'un modèle caractérisation colorimétrique, biochimique et histologique. *Journées de la Recherche Porcine* 35, 263-268. – 19. Systat (2007): Systat, Version 12, Systat Software Inc., San Jose, California, USA. – 20. VAUTIER, A., J. BOULARD, M. BOUYSSIÈRE, Y. HOUIX und B. MINVIELLE (2008): Prediction level of meat quality criteria on "PSE-like zones" defect of pork's ham. 54th International Congress of Meat Science and Technology, August 10-15, Cape Town, South Africa, Congress-CD, Poster 7A.27. – 21. VAUTIER, A., B. MINVIELLE, J. BOULARD, M. BOUYSSIÈRE und Y. HOUIX (2004): Viandes déstructurées: Effet du système d'abattage et des conditions météorologiques. *TechniPorc* 27 (3), 19-23. – 22. VEISETH, E., S. D. SHACKELFORD, T. L. WHEELER und M. KOOHMARAIE (2004): Indicators of tenderization are detectable by 12 h postmortem in ovine *longissimus*. *Journal of Animal Science* 82, 1428-1436. – 23. WAKAMATSU, J.-I., J. OKUI, N. HAYASHI, T. NISHIMURA und A. HATTORI (2007): Zn protoporphyrin is formed not from heme but from protoporphyrin IX. *Meat Sci.* 77, 580-586. – 24. ZUH, L. G. and M. S. Brewer (2002): Effects of pH and temperature on metmyoglobin solubility in a model system. *Meat Sci.* 61, 419-424

Anschriften der Verfasser

Dipl.-LM.-Ing. Gabriel Hugenschmidt, Dr. Ruedi Hadorn, Dr. Dominik Guggisberg, Dr. Paolo Silacci, Dr. Daniel Scherer, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Schwarzenburgstraße 161, 3003 Bern, Schweiz; Dipl.-Ing. Chem. FH Max Haldimann, Bundesamt für Gesundheit BAG, Schwarzenburgstraße 165, 3003 Bern, Schweiz; Dr. Martin Scheeder, SUISAG, AG für Dienstleistungen in der Schweineproduktion, Allmend, 6204 Sempach, und Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Länggasse 85, 3052 Zollikofen, Schweiz, und Prof. Dr. Caspar Wenk, ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Universitätsstraße 2, 8092 Zürich, Schweiz

▶▶▶ Summary

Deconstructed zones in cooked cured hams

Chemical and physical characterisation of deconstructed areas in cooked cured hams

G. Hugenschmidt, R. Hadorn, D. Guggisberg, P. Silacci and D. Scherer, M. Haldimann – Bern; M. Scheeder – Zollikofen and C. Wenk – Zürich/Switzerland

Keywords: Pork | cooked cured hams | deconstructed areas | meat quality

Deconstructed areas in cooked cured hams are still causing economically relevant losses in the meat processing industry. In order to gain basic information about the properties of the underlying defect, 2 x 2 batches of 1 t each were produced in two meat processing plants using topsides (insides, *M. semimembranosus* and *adductor*) and silversides (outsides, *M. biceps femoris*), respectively. After slicing (1.5 mm thick) deconstructed and normal areas within the same muscle were analysed by different physical, chemical and biochemical methods.

Deconstructed zones showed significantly higher L* - and b* -values, a higher myofibril fragmentation index, a lower a* -value, a lower pH and a softer texture than the normal ones. The contents of crude protein, several amino acids and dry matter were increased in the deconstructed areas, while sugar, NaCl, total and insoluble connective tissue were reduced. The elements Cr, Zn, Ga, Y, Mo, Tl and U were present in a lower concentration in the deconstructed zones. Apart from the normal and deconstructed areas in the cooked cured hams, the samples from the two processing plants as well as the ones from the two muscles differed significantly in several attributes. There were also indications, that denaturation of proteins and proteolytic effects are, at least partly, responsible as causatives for destructurations in cooked cured hams.

Buchbesprechung

Geschmackswelten – Grundlagen der Lebensmittelsensorik

HILDEBRANDT, G. (Hrsg.): *Geschmackswelten · Grundlagen der Lebensmittelsensorik · 1.* Auflage 2008 · 244 Seiten · Hardcover · vierfarbig mit zahlreichen Fotos · 29,90 EUR · DLG-Verlags-GmbH, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main · www.dlg-verlag.de · ISBN 978-3-7690-0698-8

Essen ist mehr als „sich ernähren“. Wenn man isst, dann sollte man auch die Chance nutzen, dies mit Genuss zu tun. Die Lebensqualität wird sich umso mehr verbessern, je stärker das Wahrnehmungs- und Denkvermögen geschult wird, so dass Gefühl und Intellekt beim Genießen eine Synthese auf hohem Niveau eingehen

können. Wenn sich der Appetit auf „Sensorik mit Verstand“ zum Wissensdurst steigert, kann ein Buch am Besten den Bedarf befriedigen, weil es die notwendigen Informationen in ausführlicher und jederzeit abrufbarer Form liefert. Ein solches Standardwerk fehlte im deutschen Sprachraum. Es galt daher, ein Buch zu konzipieren, das sich an alle wendet, die ihren Geschmackssinn bewusst nutzen möchten, und natürlich auch an solche, die es beruflich müssen. Dazu muss Wissenschaft verständlich gemacht und auf das Wesentliche konzentriert werden, aber auch eine Vorstellung von der Vielfalt des sensorischen Universums ent-

stehen.

In der Neuerscheinung „Geschmackswelten – Grundlagen der Lebensmittelsensorik“ des DLG-Verlags erklären namhafte Fachleute anschaulich und zugleich wissenschaftlich solide alle wesentlichen Prinzipien und Hintergründe der Sinnenprüfung. Im ersten Abschnitt werden die biologischen Grundlagen der Sinneswahrnehmung beschrieben, hierauf folgt eine anwendungsorientierte Darstellung der sensorischen Methoden mit verschiedenen Beispielen. Ausführungen zum Genusswert aus kulinarischer und kulturhistorischer Sicht stehen mit voller Absicht am Ende des Buches, weil sie – gleich dem Digestiv

zum Abschluss einer üppigen Schlemmerei – nicht nur helfen, die gelegentlich „schwere Kost“ der sensorischen Wissenschaft zu verdauen, sondern bereits die Vorfreude auf die nächste Mahlzeit wecken. Wenn wachsende Neugier den Leser dazu treibt, bisher unbekannte oder ungeliebte Lebensmittel und deren Zubereitungen nicht subjektiv abzulehnen, sondern sich intensiv mit ihnen zu beschäftigen und möglicherweise seine kulinarische Palette zu erweitern, wäre schon viel erreicht. In jedem Fall wird er aber einen strukturierten Einblick in die Vielfalt der angewandten Sensorik gewinnen und zahlreiche Anregungen erhalten.