46. Kulmbacher Woche

3.-4. Mai 2011

Kurzfassungen der Fachvorträge

Veranstaltet vom

Max Rubner-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Standort Kulmbach

Die Beiträge können ab 5. Mai 2011 unter Nennung der Autoren kostenfrei veröffentlicht werden. Wir erbitten ein Belegexemplar.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
Vorwort		5
Judas, M., Höreth, R., Branscheid, W.	Neue Ergebnisse zur Variabilität der Gewebeanteile beim Schwein	7
Chernukha, I., Selivanova, E., Kuznetsova, T.	Intravitale Ausprägung determinierter Fleischeigenschaften zur Herstellung gesunder Nahrungsmittel	8
Branscheid, W., Troeger, K.	Mechanische Gewinnung von Fleisch und Restfleisch bei Geflügel	9
Ptschelkina, V., Chvylia, S.	Theorie und Praxis der Anwendung moderner histologischer Methoden zur Ermittlung der Zusammensetzung von Lebensmitteln	11
Cholodov, F., Semenova, A.	Neue Möglichkeiten der Veränderung des Temperaturbereiches während der Gefrierlagerung	13
Lautenschläger, R.	Vorverpackter Rohschinkenaufschnitt: Technologische und sensorische Qualität	14
Kröckel, L.	Vorverpackter Rohschinkenaufschnitt: Mikrobiologische Qualität	17
Albert, T., Große-Herrenthey, A., Lange, A., Kröckel, L.	Vorverpackter Rohschinkenaufschnitt: Identifizierung Rohschinken assoziierter Staphylococcus	19
Vukovic, I.	Mikrobiologie und Qualität von nach traditionellem Verfahren hergestellten Rohwürsten aus Nordserbien	21
Matekalo-Sverak, V., Petronijevic, R., Vranic, D.	Fortschrittliche Methoden für die effective Analyse von Zusatzstoffen in Fleischerzeugnissen	23
Rohlík, B.-A., Pipek, P.	Wirkung von Rosmarinextrakt auf die Eigenschaften von Fleischerzeugnissen	25
Pipek, P., Potůček, T., Rohlík, B.-A.	Einfluss der Reifezeit auf die technologischen Eigenschaften des Kochschinkens	27
Kabisch, J., Pichner, R., Müller, S., Kaspar, D., Scherer, S., Gareis, M.	Wirksamkeit von Natriumnitrit auf Gram-positive Infektionserreger	29
Andrée, S., Schwägele, F.	Bestimmung metabolischer Profile von Lebensmitteln tierischer Herkunft	30
Schwägele, F., Andrée, S.	Authentifizierung ausgewählter Geflügelspezies mittels Pentaplex-Real-Time-PCR	31
Münch, S., Töpfl, S., Schwägele, F.	Erfahrungen zur Anwendung elektrohydraulischer Stoßwellen zu beschleunigten Zartmachung von Rindfleisch	33

Pöhlmann, M., Hitzel, A., Speer, K., Schwägele, F., Jira, W.	Vorkommen von PAK und phenolischen Verbindungen in heißgeräucherten Brühwürsten in Abhängigkeit von verschiedenen Räucherbedingungen im Glimmrauchverfahren	36
Schallschmidt, K., Hitzel, A., Speer, K., Jira, W.	Neue Erkenntnisse zum Vorkommen von 3-MCPD in Fleischerzeugnissen	37
Anschriften der Erstautoren		38

Vorwort

Anlässlich der diesjährigen 46. Kulmbacher Woche werden 18 Vorträge zu 5 Themenbereichen vorgestellt. Wie dem Programm zu entnehmen ist, wurde in diesem Jahr ein weiterer Schritt in Richtung Internationalisierung der Kulmbacher Woche gemacht. Zu diesem Zwecke konnten Referenten aus Tschechien, Serbien und Russland gewonnen werden und es bleibt zu hoffen, dass diese Vorgehensweise von den geschätzten Teilnehmern unserer langjährigen Veranstaltung wohlwollend angenommen wird.

Das Themengebiet „Fleischgewinnung und Fleischqualität“ vermittelt neue Ergebnisse zur Variabilität der Gewebeanteile beim Schwein und zeigt Wege auf, wie die Modifikation der Eigenschaften von Nutztieren es zulassen könnte, neue gesunde Fleischerzeugnisse auf den Markt zu bringen. Möglichkeiten zur Bewertung von mechanisch gewonnenem Fleisch und Restfleisch bei Geflügel werden in einem weiteren Beitrag aufgezeigt. Welche histologischen Methoden die Ermittlung der Zusammensetzung von Lebensmitteln ermöglichen und inwieweit neue Möglichkeiten zur Veränderung des Temperaturbereiches während der Gefrierlagerung angewandt werden können, beschließen den Vormittag es ersten Tages.

Der Nachmittag beginnt mit Vorträgen zur Thematik „Vorverpackter Rohschinkenaufschnitt“, die sich insbesondere der technologischen, sensorischen und mikrobiologischen Qualität widmen. Im Anschluss geht es im Bereich „Qualität von Fleischerzeugnissen“ um die Mikrobiologie und Qualität von nach traditionellem Verfahren hergestellten Rohwürsten aus Nordserbien sowie neuen Methoden zur wirksamen Analyse von Zusatzstoffen in Fleischerzeugnissen.

Der zweite Tag der diesjährigen Kulmbacher Woche ist zunächst den „Zusatzstoffen und der Produktqualität“ gewidmet, wobei der Effekt von Rosmarinextrakten auf die Eigenschaften von Fleischerzeugnissen behandelt und ein Beitrag zur Auswirkung der Reifezeit auf die technologischen Eigenschaften von gekochtem Schinken präsentiert werden.

Ein interessantes Thema befasst sich mit der Wirksamkeit von Natriumnitrit auf Grampositive Infektionserreger und stellt damit die Ergebnisse eines über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie geförderten Projektes vor.

Die Themen zum Abschluss der 46. Kulmbacher Woche sind der „Analytik von Fleisch und Fleischerzeugnissen“ zugeordnet. Ein gemeinsamer Beitrag des Instituts für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch sowie der Arbeitsgruppe Analytik des Max Rubner-Instituts stellt Ergebnisse zur Bestimmung metabolischer Profile von Lebensmitteln tierischer Herkunft vor. Eine neuartige Methode auf Basis der Real-Time PCR befasst sich mit der Authentifizierung ausgewählter Geflügelspezies.

Welche Erfahrungen bei der Anwendung elektrohydraulischer Stoßwellen zur beschleunigten Zartmachung von Rindfleisch im Rahmen eines über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie geförderten Projektes gemacht wurden, resümiert ein weiterer Vortrag. Zum Vorkommen von PAK und phenolische Verbindungen in heißgeräucherten Brühwürsten in Abhängigkeit verschiedener Räucherbedingungen vermittelt ein sich anschließender Beitrag neueste Erkenntnisse. Die diesjährige Kulmbacher Woche wird mit einem Thema zum Auftreten von 3-MCPD als erhitzungsbedingte Kontamination abgeschlossen.

Klar zu erkennen stehen auch im Jahre 2011 wiederum kritische Themen der Sicherheit und Qualität bei Fleisch und daraus gewonnenen Erzeugnissen und des damit im Zusammenhang stehenden Verbraucherschutzes im Fokus der 46. Kulmbacher Woche, basierend auf guter wissenschaftlicher Praxis bearbeitet sowie sachlich und neutral vorgetragen.

Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer
Präsident des MRI

Dr. Fredi Schwägele
Beauftragter des Präsidenten am Standort Kulmbach

Neue Ergebnisse zur Variablilität der Gewebeanteile beim Schwein

M. JUDAS, R. HÖRETH und W. BRANSCHEID

Detaillierte Informationen über die gewebliche Zusammensetzung der Schlachtkörper von Schweinen sind von großer Bedeutung für eine Beurteilung der Schlachtkörper-Qualität, als Datenbasis für die Züchtung, wie auch als Richtschnur in der Verarbeitung. Allerdings ist eine vollständige Erfassung dieser Daten nur durch eine äußerst aufwändige Zerlegung zu erreichen, die daher nur selten oder an kleinen Stichproben durchgeführt wird.

Aus Anlass der Neu-Kalibrierung von Messmethoden, die im Schlachthof zur Bestimmung des Muskelfleischanteils verwendet werden, führte das Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch im Jahr 2009 einen umfangreichen Zerlegeversuch durch. Die Stichprobe umfasste ein für Deutschland repräsentatives Spektrum der Schweinepopulation und war nach fünf Genetiken und drei Gewichtsgruppen stratifiziert, wobei ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis auch in den Kombinationen erreicht wurde. Bei der Zerlegung wurde nicht nur der Muskelfleischanteil bestimmt, sondern es erfolgte eine vollständige grobgewebliche Zerlegung in die Fraktionen Fleisch, Fett (intermuskulär und subkutan), Knochen, Sehnen, Schwarte und Drüsen. Diese Vollzerlegung umfasste 162 Schlachtkörper, von denen bei 25 auch der Kopf zerlegt wurde. Im Rahmen der Zerlegung wurden zunächst alle Teilstücke nach DLG-Methode zugeschnitten, so dass eine differenzierte Auswertung für den gesamten Schlachtkörper wie auch die einzelnen Teilstücke möglich ist.

Im Gesamtmittel bestanden die Schlachtkörper aus 58 % Magerfleisch, 24 % Fett und 10 % Knochen, wobei Sauen ca. 2 %-Punkte mehr Fleisch und ca. 3 %-Punkte weniger Fett hatten als Börge — bei gleichem Knochenanteil. Zwischen den Genetiken waren die Unterschiede stärker ausgeprägt, die Anteile betrugen im Mittel 55-60 % Muskelfleisch, 22-27 % Fett und 9,5-10,3 % Knochen. Für die einzelnen Teilstücke ergab sich ein Muskelfleischanteil zwischen 56 % im Bauch, 58 % im Kotelett (inkl. Rückenspeck), 65 % im Bug, 72 % im Schinken und (natürlich) über 90 % im Filet. Diese mittleren Werte variieren jedoch z. T. recht deutlich zwischen Geschlechtern oder Genetiken.

Zu dem gesamten Magerfleisch eines Schlachtkörpers trägt der Schinken mit 32 % am meisten bei, gefolgt vom Kotelett mit 17 % und dem Bug mit 16 %. Diese relativen Werte variieren sehr wenig, die Mittel liegen auch zwischen den Genetiken maximal ca. 1 %-Punkt auseinander. Daran — wie auch am Vergleich mit älteren Zerlegeversuchen — könnte eine züchterische Homogenisierung der Population von Schlachtschweinen zu erkennen sein. Die Ergebnisse zeigen offenbar aber auch, dass eine Erhöhung des Magerfleischanteils nicht über eine Verschiebung der Körperproportionen, sondern ausschließlich über eine Verschiebung der Gewebeverhältnisse selbst erreicht wird.

Intravitale Ausprägung determinierter Fleischeigenschaften zur Herstellung gesunder Nahrungsmittel

I. CHERNUKHA, E. SELIVANOVA and T. KUZNETSOVA

GNU Allrussisches Fleischforschungsinstitut namens V. M. Gorbatov
der Russischen Akademie der Landwirtschaft, Moskau, Russland

Die Steigerung der Produktion sowie die Verbesserung der Fleischqualität kann durch die Lösung komplexer Aufgaben erreicht werden. Dazu gehören: Erhöhung der Fleischleistung von Schlachttieren, Reduzierung der produktionsbezogenen Verluste, Aktualisierung der Kriterien zur Beurteilung der Fleischqualität sowie rationelle Anwendung und Gewährleistung der Sicherheit von Rohstoffen. Auf der Basis komplexer Untersuchungen von Fleischrohstoffen wurden seitens der Fleischverarbeitungsindustrie die Anforderungen an Schlachttiere sowie die Beschaffenheit des von diesen Schlachttieren stammenden Fleisches festgelegt, deren Ausprägung noch zu Lebzeiten der Tiere beeinflusst werden kann.

Die vorliegenden Untersuchungen hatten zum Ziel, die Möglichkeiten der Gewinnung sicherer Rohstoffe mit determinierten funktionell-technologischen Eigenschaften sowie ausgewogener Nährstoffzusammensetzung zur Herstellung von Fleischerzeugnissen für unterschiedliche Zielgruppen der Bevölkerung sowie für gesundheitsfördernde Lebensmittel noch während der Vieh- und Geflügelaufzucht zu untersuchen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die intravitale Ausprägung von optimalen Qualitätsmerkmalen bei Fleisch auf folgende Weise erreicht werden kann: Selektion, Genmodifizierung, Fütterung, Gestaltung der Haltungsbedingungen für Nutztiere und deren Transport zum Schlachthof sowie Einsatz spezieller Technologien und die Behandlung der Tiere. Weiterhin wurde der Einfluss dieser Verfahren auf die effiziente Herstellung gesunder Nahrungsmittel bestimmt. Die Anreicherung von Mikro- und Makroelementen in tierischen Organen und Geweben durch die Supplementierung des Futters ermöglicht eine erhöhte Nährstoffzufuhr für den menschlichen Organismus. Dabei dienen die Nutztiere innerhalb der Nahrungsmittelkette als eine Art Puffer bei der Übertragung von Mikronährstoffen, indem sie toxische Risiken für die Bevölkerung ausschließen und zugleich den Bedarf an Mikronährstoffen decken. So erwies sich die Fütterung als ein optimales Instrument zur Erzielung der erforderlichen funktionell-technologischen Fleischeigenschaften. Angesichts der aktuellen Anforderungen soll vom Konzept der optimalen Ernährung der Menschen zu einem Konzept der optimalen Fütterung der Tiere (feed on) übergegangen werden. Dieses Konzept sichert die:

- Gesunderhaltung von Nutztieren und Geflügel sowie die Prophylaxe,
- Erzielung optimaler Zuchteigenschaften,
- Produktion hochwertiger tierischer Erzeugnisse mit vorgegebenen Eigenschaften.

Mechanische Gewinnung von Fleisch und Restfleisch bei Geflügel

W. BRANSCHEID und K. TROEGER

Die mechanische Entbeinung von Geflügelschlachtkörpern und -teilstücken wirft zunehmend Definitionsprobleme auf. Der fortschreitende Prozess der Automatisierung in der Zerlegung und Entbeinung von Geflügelschlachtkörpern führt dazu, dass die Handentbeinung kaum noch zur Anwendung kommt und dass somit technisch bedingt die Grenzen zwischen der Gewinnung von Frischfleisch und der Gewinnung von Restfleisch fließend werden. Wenn aber das Prinzip der mechanischen Gewinnung von Restfleisch vielfach nicht mehr als entscheidendes Ausschlusskriterium zur Definition von Frischfleisch herangezogen werden kann, gewinnen andere Kriterien, die in der Rechtsetzung [VO (EG) 853/2004 Annex 1] festgelegt sind, an Bedeutung. Dies sind mikrobiologische Grenzwerte, der Ca-Gehalt bzw. der Gehalt an Knochenpartikeln sowie der Grad der Veränderung der Muskelstruktur. Während über die anderen Kriterien weitgehend unstrittige Vorstellungen der Anwendung bestehen, fehlen zur histologischen Bewertung der Muskelstruktur die Grundlagen. Daher hat die vorliegende Untersuchung das **Ziel**, in synoptischer Sicht mehrerer Untersuchungsmethoden Möglichkeiten einer histomorphologischen Bewertung von mechanisch und durch Handentbeinung gewonnenem Geflügelfleisch sowie von mechanisch gewonnenem Restfleisch zu erarbeiten.

Es wurden Proben untersucht, die im Verarbeitungsbetrieb der Fa. Perdigão, Videira, SC, Brasilien, hergestellt wurden. Als **Rohmaterial** wurden eingesetzt: Hähnchenschenkel, ganze Schlachtkörper von Hähnchen, Rückenstücke von Hähnchen und Knochen ganzer Hähnchen nach mechanischer Entbeinung (HTD8, s. u.) sowie Putenunterschenkel (ohne Haut und Knochen). Die **technische Verarbeitung** des Materials erfolgte mit folgenden Maschinen: POSS-Separator (Modell PDE-5, Fa. Poss, Toronto) in modifizierter Ausstattung (Bohrung 3 mm), HTD 8-Trennwolf (Eigenentwicklung Fa. Perdigão, Videira, Brasilien; Bohrung 8 mm, Druck ca. 3 bar) in Kombination mit MADO-Automatenwolf (Typ Ultra 4, Fa. Dornhan GmbH, Dornhan, Deutschland; Wolfscheibe 3 mm, Druck ca. 5 bar). Ergänzend wurden handentbeinte Fleischpartien erzeugt und im handelsüblichen Wolf zu Hackfleisch verarbeitet. Zum Vergleich wurden darüber hinaus Hähnchenschlachtkörper einem üblichen Separationsprozess unterworfen (POSS PDX-5, Fa. Poss, Toronto, Bohrung 0,6 mm). Die Proben wurden auf die wichtigsten **Inhaltsstoffe** (Vollanalyse, BEFFE, Ca) analysiert und der **morphometrischen Bestimmung** auf Knochen- und Knorpelpartikel unterworfen. Die **histologische Untersuchung** basierte im Wesentlichen auf Gefrierschnitten, die mit Toluidinblau O gefärbt wurden.

Aus den Daten der **chemischen Analyse** ergaben sich zu erwartende Befunde. Die höchsten Fettgehalte fanden sich – unabhängig vom Verarbeitungsverfahren – bei den Hähnchenschenkeln (mit Haut) und den Rückenstücken sowie dem Separatorenfleisch. Die höchsten Ca-Gehalte hatten, neben dem Separatorenfleisch, die Rückenstücke und die vorseparierten Hähnchenknochen. Im Separatorenfleisch fand sich der höchste Gehalt an Knochen- und Knorpelpartikeln. Insgesamt betrachtet war bei den untersuchten Proben der Anteil an Knorpelpartikeln höher als an Knochenpartikeln.

Die **histomorphologische Untersuchung** erlaubte eine eindeutige Abgrenzung der schonenden Entbeinungsverfahren gegenüber Separatorenfleisch. Mit Hilfe der Erarbeitung morphologischer Standards für die graduell unterschiedlichen Strukturveränderungen wurde ein erster Versuch unternommen, die histomorphologische Auswertung reproduzierbarer zu gestalten.

Die Möglichkeiten, die die erzielten Ergebnissen für die Abgrenzung von Frischfleisch gegenüber Separatorenfleisch eröffnen, werden abschließend diskutiert.

Theorie und Praxis der Anwendung moderner histologischer Methoden zur Ermittlung der Zusammensetzung von Lebensmitteln

V. A. PTSCHELKINA und S. I. CHVYLIA

GNU Allrussisches Fleischforschungsinstitut namens V. M . Gorbatov
der Russischen Akademie der Landwirtschaft, Moskau, Russland

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die klassischen histologischen Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Rohstoffen und zur Ermittlung von Verfälschungen zu optimieren. Auf dieser Grundlage wurden Methoden erarbeitet, die eine große wissenschaftlich-praktische und normativ-rechtliche Bedeutung für den Verbraucherschutz und die rationelle Verwendung von Rohstoffen in Fleischverarbeitungsbetrieben haben.

Es wurden morphologische Merkmale verschiedener tierischer und pflanzlicher Inhaltsstoffe, die bei der Herstellung von Fleischwaren eingesetzt werden, vor sowie nach unterschiedlichen technologischen Verarbeitungsverfahren untersucht und mikrostrukturelle Kriterien zu deren Identifizierung bestimmt. Es wurde festgestellt, dass sie unabhängig von den technologischen Verarbeitungsverfahren in allen Rohstoffarten sowie in Fertigprodukten zuverlässig nachgewiesen werden konnten. So wurden histologische Nachweismethoden entwickelt, von denen die meisten in die Staatlichen Standards der Russischen Föderation übernommen wurden.

Eine Methode zur Fixierung und Bearbeitung von Proben rohen Fleisches wurde verbessert, indem die Fixierungszeit um 15 bis 30 Minuten reduziert und histologische Präparate höherer Qualität erzielt wurden. Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen wurde die klassische histologische Methode für die Untersuchung von Fleischwaren modernisiert und Methoden zur Schnellanalyse entwickelt, bei deren Einsatz die Analysenzeit um 2-3 Stunden reduziert werden kann.

Die mikrostrukturelle Methode für die Untersuchung von schüttfähigen Inhaltsstoffen wurde speziell für Fleischwaren modifiziert. Im Ergebnis gelang es, ein histologisches Präparat von schüttfähigen Proben aufzubereiten und das Vorhandensein pflanzlicher Inhaltsstoffe nachzuweisen.

Es wurden Untersuchungen zur Qualitätsbeurteilung sowie zur Bestimmung von Lagerfristen von Gefrierfleisch durchgeführt und histologische Werte ermittelt, die für gefrorenes Fleisch unterschiedlicher Lagerungszeit charakteristisch sind.

Die Möglichkeiten der Anwendung histochemischer Methoden zur Bestimmung der Zusammensetzung von Fleischwaren wurden ebenfalls untersucht. Bei der vergleichenden Analyse der Modifikationen der Methode zum Myoglobinnachweis auf Basis der histologischen Analyse wurde eine optimale Methodik zum effektiven Myoglobinnachweis entwickelt. Mittels Computer-Bildanalyse kann die Abhängigkeit zwischen dem Myoglobingehalt und dem tatsächlichen Gehalt an Muskelgewebe semiquantitativ ermittelt werden.

Des Weiteren wurde eine histologische Methode zur Bestimmung von dispersen Inhaltsstoffen in Fleischwaren mit und ohne pflanzliche Zutaten entwickelt, die auch für die Analyse von Kindernahrung geeignet ist. Außerdem wurde eine histologische Methode zur quantitativen Bestimmung des Anteils an Muskelfleisch in Rohstoffen und Fertigprodukten erarbeitet, die auf der morphometrischen Analyse des Verhältnisses von Muskel-, Fett- und Bindegewebe in verschiedenen Fleischwaren sowie Ergebnissen der chemischen Analyse basiert.

Neue Möglichkeiten der Veränderung des Temperaturbereiches während der Gefrierlagerung

F. CHOLODOV und A. SEMENOVA,
GNU Allrussisches Fleischforschungsinstitut namens V. M. Gorbatov
der Russischen Akademie der Landwirtschaft, Moskau, Russland

Bei der Gefrierlagerung von Fleisch kommt es zu einer Reihe von unerwünschten Effekten wie Kristallbildung, hervorgerufen durch die Zerstörung von Muskelfasern, sowie Oxidation, Abbau von Fetten und Proteinen, teilweise Proteindenaturierung, Pigmententfärbung und die durch das Ausfrieren bedingten Wasserverluste. Diese Vorgänge haben negative Auswirkungen auf die Qualität von gefrorenen Halbfabrikaten und führen zu erheblichen Tropfsaftverlusten beim Auftauen (bis zu 15 %). Als Folge entstehen große wirtschaftliche Verluste wegen der Qualitätsverminderung bei Fertiggerichten, die aus aufgetauten Halbfabrikaten zubereitet wurden.

Im Hinblick auf eine Nivellierung von negativen Auswirkungen der Gefrierlagerung wurde im GNU VNIIMP mit der Entwicklung eines Kryoprotektors begonnen, der es ermöglicht, negative Prozesse im Fleisch im Verlauf der Gefrierlagerung auszuschließen. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse wurden fünf kryoprotektive Verfahren zur Anwendung im Bereich der Fleischverarbeitung entwickelt.

Es wurde festgestellt, dass beim Einsatz dieser kryoprotektiven Verfahren das Muskelgewebe im Verlauf der Gefrierlagerung weniger beeinträchtigt wird und die Auftauverluste um das Vierfache vermindert werden. Zugleich bleibt die Proteinzusammensetzung im Verlauf der Gefrierlagerung erhalten und die mikrostrukturellen Eigenschaften nach der Gefrierlagerung und dem Auftauen sind denen des Frischfleisches ähnlich. Es wurden auch Untersuchungen durchgeführt, um den Einfluss von kryoprotektiven Verfahren auf die Fleischqualität während der Gefrierlagerung bei Temperaturen nur wenig unter dem Gefrierpunkt zu untersuchen.

Technologische und sensorische Qualität von vorverpacktem Rohschinkenaufschnitt

R. LAUTENSCHLÄGER

Rohe Pökelfleischerzeugnisse oder Rohpökelware, Rohschinken, Rauchfleisch, Dörrfleisch, süddeutsch auch Speck, Geräuchertes und/oder Geselchtes werden unter Ziffer 2.4 der Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse des Deutschen Lebensmittelbuches wie folgt charakterisiert: „...durch Pökeln (Salzen mit oder ohne Nitritpökelsalz und/oder Salpeter) haltbar gemachte, rohe, abgetrocknete, geräucherte oder ungeräucherte Fleischstücke von stabiler Farbe, typischem Aroma und von einer Konsistenz, die das Anfertigen dünner Scheiben ermöglicht." Unter der Leitsatz-Ziffer (LZ) 2.411 heißt es weiter: „Rohschinken, Rohschneider werden aus der Beckengliedmaße des Schweins (Schlegel) oder Teilen davon hergestellt. Vielfach haftet ihnen noch die Schwarte an. Isoliert hergestelltes Eisbein wird nicht als Schinken bezeichnet. Die Herstellung aus den entsprechenden Teilen anderer Tierarten wird entsprechend gekennzeichnet (z. B. Rinder-, Wildschwein-, Renschinken)." Zudem werden die einzelnen Schinkenarten (Knochen-, Spalt-, Kern-, Roll-, Nussschinken etc.) charakterisiert.

Auf diese Weise sind die wesentlichen technologischen und sensorischen Qualitätskriterien qualitativ hochwertiger Rohpökelware in sehr konzentrierter Form zusammengefasst. Aufgrund regionaler Prägungen resultiert jedoch eine große Vielfalt an Produkten. Schwarzwälder Schinken wird beispielsweise wegen seiner dunklen Rauchfarbe und dem intensiven Raucharoma geschätzt, Schimmelbewuchs auf der Schinkenoberfläche während der Reifung ist typisch für Südtiroler Speck und bei spanischem Serrano-Schinken gelten Tyrosinkristalle als Zeichen einer guten Qualität. Unabhängig von diesen speziellen Eigenschaften gibt es jedoch allgemeingültige Kriterien, die sich überwiegend aus der Begriffsbestimmung ableiten lassen. Zu ihnen zählen die Haltbarkeit ohne Kühlung, der Genusswert, der durch die sensorischen Eigenschaften stabile Farbe, typisches Aroma sowie zarte, aber schnittfeste Konsistenz bestimmt wird und der ernährungsphysiologische Wert.

Die dem veränderten Verbraucherverhalten geschuldete Entwicklung weg von der Bedienungs- bzw. Thekenware hin zu vorverpackten, portionierten Rohschinken-Scheiben und -Würfeln, sogenannter SB-Ware, hat teils zu Veränderungen der sensorischen Eigenschaften sowie zu entsprechend adaptierten Herstellungsverfahren geführt.

Ein Großteil des vorverpackten Rohschinkenaufschnitts sowie der Schinkenwürfel zeichnet sich zum einen durch eine deutliche Oberflächenvergrößerung, zum anderen durch

mäßige Abtrocknung bei gleichzeitig sehr langen Haltbarkeitsfristen aus. Das hat zur Folge, dass die mikrobiologische Stabilität dieser Ware nur unter Kühlung, durch die Anwendung neuartiger Haltbarmachungsverfahren (z. B. hoher hydrostatischer Druck), den Einsatz von Starter- bzw. Schutzkulturen und/oder antibakteriell wirkenden Zusatzstoffen gewährleistet werden kann. Zudem unterscheiden sich Konsistenz und Aroma von den entsprechenden Eigenschaften traditionell gefertigter Rohschinken.

Bezüglich der Technologie wurden vor allem Größe und Form der Rohschinken zunächst dergestalt egalisiert, dass sie für die Aufschnitt-Sliceranlagen effektiv nutzbar sind. Dazu werden die Rohlinge von Nuss- und Lachsschinken sowie Schinkenspeck, die auch isoliert als Schinken verkehrsfähig wären, zu größeren Einheiten zusammengefügt und unter Verwendung von Bindemitteln, Kunstdarmhüllen und/oder Pressvorrichtungen formstabilisiert. Diese Herstellungsweise ist jedoch in den Leitsätzen für Rohschinken nicht vorgesehen; sie ist aber bei Kochpökelwaren unter LZ 2.341.6 beschrieben: „Muskeln und Muskelgruppen, die aus dem Zusammenhang gelöst worden sind und auch isoliert als Schinken verkehrsfähig wären, können ohne besonderen Hinweis zu größeren Schinken zusammengefügt sein."

Mittlerweile ist ein neuer Trend erkennbar. Ähnlich den Formfleischerzeugnissen (LZ 2.19) gelangen auch Rohschinken-Erzeugnisse wie Lachsschinken und Nussschinken, aber auch Schinkenaufschnitt aus Geflügelfleisch als Formfleisch in den Verkehr (Beneke et al., 2011). Während die traditionelle Herstellung von Rohschinken aus den Arbeitsschritten Pökeln, Brennen (Reifen) und Räuchern besteht, kann bei moderner industrieller Fertigung Ausgangsmaterial unterschiedlichster Stückgröße, vergleichbar mit der Kochschinkenproduktion, unter Verwendung von Pökellake auch getumbelt und in Därme abgefüllt sein. Dieses einem Formfleischerzeugnis ähnelnde Produkt, das in der Presse mit dem Begriff „Klebeschinken" negativ belegt wurde, verfügt über einen nicht unerheblichen Marktanteil. Obwohl einige Kriterien des Formfleischbegriffes, wie beispielsweise mechanische Vorbehandlung der Fleischstücke, Verwendung von Koch- oder Nitritpökelsalz, übereinstimmen, treffen die explizit genannten Behandlungsarten zur Formstabilisierung – Hitze- oder Gefrierbehandlung – definitiv nicht zu. Vielmehr wird der Zusammenhalt der Einzelstücke im Endprodukt durch die Anwendung Struktur bildender Enzyme (wie Transglutaminase) sowie durch alginat-, stärke- oder sonstige eiweiß- bzw. enzymhaltige „Kleber" erreicht. Hieraus resultiert die Notwendigkeit, eine Überarbeitung bzw. eine Erweiterung des „Formfleisch"-Begriffes (LZ 2.19) hinsichtlich der bei Rohpökelwaren angewandten Technologien vorzunehmen.

Zwei weitere Aspekte bedürfen im Zusammenhang mit aktueller Rohschinkenherstellung ebenfalls noch einer Erwähnung. Obwohl es wissenschaftlich erwiesen ist, dass der Ein-

satz von Nitrat bei der Rohschinkenproduktion aus technologischer Sicht keine Vorteile bringt, wird seitens der Hersteller offensichtlich reger Gebrauch von dessen Anwendungsmöglichkeiten nach EU-Richtlinie 2006/52/EG gemacht. Hinsichtlich der mikrobiologischen Sicherheit ist es jedoch weitaus effektiver, besonders während der Pökel- und Reifephase konsequent Temperaturen unter 3 °C einzuhalten.

Ein Blick auf die Zutatenlisten vorverpackter, geslicter Rohschinken erweckt oft den Eindruck, dass – möglicherweise mangels charakteristischem Reife- bzw. Pökelaroma, aber auch wegen zu hoher Wasseraktivität – der Einsatz von Gewürzen, Würzmitteln sowie antibakteriell wirkenden Zusatzstoffen wie Lactat und Acetat deutlich zugenommen hat. Auf der anderen Seite findet man jedoch auch „Clean-Label"-Produkte, etwa bei länger gereiftem, luftgetrocknetem Rohschinken, bei denen lediglich die Zutaten „Schweinefleisch" und „Meersalz" aufgeführt sind. Welche Produkte angeboten werden, hängt sicherlich auch von der Philosophie der jeweiligen Handelskette ab.

Mikrobiologische Qualität von vorverpacktem Rohschinkenaufschnitt

L. KRÖCKEL

Vorverpackte, verzehrsfertige Fleischerzeugnisse erfreuen sich großer Beliebtheit. Dies gilt insbesondere für vorportionierte Aufschnittwaren, die dem modernen Konsumenten ein Maximum an 'convenience' bieten. Ähnlich wie Brühwurst- und Kochschinkenaufschnitt wird Rohschinkenaufschnitt fast ausschließlich (zu mehr als 90 %) unter Schutzatmosphäre und vor allem in den Kühlregalen der Supermärkte und Discounter angeboten. Rohpökelwaren aus Schweinefleisch wie Lachsschinken, Schwarzwälder Schinken, Land- und Bauernschinken, Frühstücksschinken, Rohschinken mit besonderer Auslobung (mild, salzarm, fettarm, gourmet) und einige Putenerzeugnisse dominieren die äußerst vielfältige Produktpalette der deutschen Hersteller. Die für den Verbraucher relevanten Restlaufzeiten reichen je nach Produkttyp von 2-10 Wochen. Im Gegensatz zu unverpackten, stückigen Rohschinken ist bei Rohschinkenaufschnitt die Abtrocknung nach dem Verpacken abgeschlossen. Der zu diesem Zeitpunkt erreichte a_w-Wert, die Schutzatmosphäre sowie die Lagertemperatur sind ausschlaggebend für das weitere mikrobiologische und sensorische Schicksal der Produkte.

Für Produkte aus deutscher Herstellung liegen bislang keine systematischen Untersuchungen zur mikrobiologischen Sicherheit und Qualität vor. Daher wurden in 2008 und 2009 insgesamt 178 Proben von vorverpacktem Rohschinkenaufschnitt verschiedener Hersteller im Einzelhandel eingekauft, mikrobiologisch auf Milchsäurebakterien (MSB), Staphylokokken (STA) und Listerien untersucht sowie sensorische und ausgewählte chemisch-physikalische Parameter erfasst. Zusätzlich wurde vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Nachhaltigkeitsdebatte der Einfluss der Lagertemperatur auf die mikrobiologischen und sensorischen Parameter geprüft. Von den Proben aus 2008 wurden ein Teil bei 7 °C und der andere bei 12 °C bis eine Woche nach dem angegebenen Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) gelagert. Die Proben aus 2009 wurden bei 7 °C gelagert und 2 Wochen vor Ablauf des MHD untersucht.

Sowohl bei 7 °C als auch bei 12 °C lag der Anteil verdorbener Ware in 2008 bei 10 %. Ohne negativen sensorischen Befund waren 16-20 % der Proben. Der Anteil der als „sauer/säuerlich" eingestuften Proben lag bei 32-33 %, wobei bei 12°C der sauere Anteil deutlich überwog. Als „ranzig" wurden bei 12 °C nahezu doppelt so viele Proben bewertet (22 % vs. 12 %) als bei 7 °C. Die sauer/säuerlichen Proben enthielten stets hohe MSB Keimzahlen. Eine genauere Analyse ausgewählter Proben ergab, dass es sich bei den dominierenden MSB in der Regel um die Arten *Lactobacillus sakei* und/oder *Lb. curvatus* handelt. Aber auch *Leuconostoc carnosum*, *Carnobacterium maltaromaticum*, *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* und *Lb. plantarum* wurden vereinzelt nachgewiesen. Die Mehrzahl der Proben (57-61 %) zeigte bei beiden Lagertemperaturen hinsichtlich even-

tueller mikrobiologischer Abweichungen einen unauffälligen sensorischen Befund. Die MSB Keimzahlen dieser Proben lagen mit wenigen Ausnahmen ähnlich hoch wie die bei den als verdorben bzw. sauer/säuerlich eingestuften Proben. Der Anteil der Proben mit mehr als 10^8 MSB/g war allerdings bei 12 °C etwa dreimal höher als bei 7 °C. Im Gegensatz zu den MSB zeigten die STA erheblich größere Schwankungen in der Keimzahl (Bereich < 10^3 bis > 10^7 KBE/g) mit einem Schwerpunkt bei 10^4 bis 10^7 KBE/g (Median 4 x 10^5). Die als Rohwurststarter bekannte Art *S. carnosus* wurde in 49 % der näher untersuchten Proben als dominante STA identifiziert (30 % *S. carnosus* subsp. *carnosus*, 19 % *S. carnosus* subsp. *utilis*). Die neuerdings als Starter- und Schutzkultur für Rohschinken vorgeschlagene Art *S. equorum* wurde in 43 % der Proben nachgewiesen. Andere Staphylokokken wurden seltener und in der Regel nur in niedrigen Keimzahlen, insbesondere bei Schwarzwälder Schinken gefunden. Die höchsten Keimzahlen wurden von *S. carnosus* subsp. *carnosus* erreicht, gefolgt von *S. equorum*. Die Mediane der a_w- und pH-Werte für die einzelnen Produktkategorien waren Schwarzwälderschinken: 0,930/5,6, Lachsschinken: 0,952/5,5, Putenerzeugnisse: 0,918/5,1, Bauern-/Landschinken: 0,928/5,9, andere Rohschinken: 0,94/5,6.

Die in 2009 nach dem Einkauf einheitlich bei 7 °C bis zwei Wochen vor Ablauf des MHD gelagerten Proben zeigten zu 83 % keine sensorischen Mängel mit potentiell mikrobiologischem Hintergrund und waren in 39 % aller Fälle auch sonst nicht zu beanstanden. Von den 76 Proben wurden zwei (3 %) als verdorben und 11 (14 %) als sauer/säuerlich bewertet, darunter alle 6 untersuchten Putenschinken. Säuerlich/saure Geschmacksnoten korrelierten überwiegend mit MSB Keimzahlen größer 10^8 KBE/g und pH-Werten kleiner 5,5. Die besten Noten wurden für Produkte im pH-Bereich 5,5-5,9 vergeben. In diesem Bereich lagen die niedrigsten MSB Keimzahlen bei 10^3 - 10^4, die höchsten bei 10^8 und die Mehrzahl bei 10^6 - 10^7 KBE/g. Die STA Keimzahlen schwankten wie schon in 2008 in einem weiten Bereich (< 100 bis > 10^7 KBE/g), mit Schwerpunkt bei 10^4-10^7 KBE/g.

Lecithinase-positive Staphylokokken (*Staphylococcus aureus*) wurden im Direktverfahren in keiner, Listerien nur in einer der 127 Proben nachgewiesen. Die Listerien Keimzahl lag unter 100 KBE/g, der Nachweis auf *L. monocytogenes* verlief negativ.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass es sich bei den vorverpackten Rohschinkenaufschnitten deutscher Hersteller in Bezug auf *L. monocytogenes* und *S. aureus* um mikrobiologisch sichere Erzeugnisse mit überwiegend angemessenen Haltbarkeitsdaten handelt. Die dominante Mikroflora setzt sich im Wesentlichen aus den MSB Arten *Lb. sakei* und *Lb. curvatus* sowie den STA Arten *S. carnosus* und *S. equorum* zusammen. Mikrobiologisch bedingte Qualitätsabweichungen korrelieren in der Regel mit hohen MSB Keimzahlen. Umgekehrt sind hohe MSB Keimzahlen kein Indiz für mikrobiell verdorbene Ware.

Identifizierung Rohschinken assoziierter *Staphylococcus* spp.

T. ALBERT[1], A. GROßE-HERRENTHEY[2], A. LANGE[1] und L. KRÖCKEL, Kulmbach
[1]Institut für Lebensmittelhygiene, [2]Institut für Bakteriologie und Mykologie,
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

Staphylokokken (STA) sind kugelförmige, grampositive, unbewegliche, in Weintraubenform angeordnete, nicht sporenbildende Bakterien. Innerhalb der Gattung *Staphylococcus* unterscheidet man derzeit 45 verschiedene Spezies und 24 Subspezies, die vor allem auf der Haut und Schleimhaut von Mensch und Tier, in der Umwelt sowie auf verschiedenen Lebensmitteln vorkommen. Aus lebensmittelhygienischer Sicht sind überwiegend enterotoxinbildende *Staphylococcus aureus*-Stämme von Bedeutung, deren Wachstum und Toxinbildung während Herstellung und Lagerung von Lebensmitteln verhindert werden muss. In diesem Zusammenhang sind vor allem Rohschinken von Bedeutung, da der Herstellungsprozess das Wachstum und Überleben von Staphylokokken begünstigt. Bestimmte für den Menschen ungefährliche Vertreter zählen zur typischen Reifeflora dieser Produkte. Zur Unterdrückung klinisch relevanter Formen sowie aus sensorischen Gründen wird die gezielte Anwendung von STA (z. B. *Staphylococcus equorum*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus*) als Starter- und Schutzkulturen zur Verbesserung von Qualität und Sicherheit dieser Erzeugnisse in Erwägung gezogen.

Aufgrund der Diversität auf Rohschinken vorkommender STA und ihrer unterschiedlichen lebensmittelhygienischen und -technologischen Bedeutung ist eine sichere und schnelle Identifizierung wichtig. Hierbei stehen verschiedene diagnostische Möglichkeiten zur Verfügung. Klassische Verfahren zur STA-Identifizierung umfassen in erster Linie biochemische Tests, die aber trotz automatisierter Verfahren sehr zeitintensiv sind und häufig keine sichere Differenzierung der Spezies ermöglichen. Molekulargenetische und molekularbiologische Verfahren wie die partielle Sequenzierung von bakterieller 16S-rDNA oder speziesspezifische PCR (Polymerase-Ketten-Reaktion) ermöglichen zwar eine verlässliche Identifizierung, sind aber häufig kosten- und arbeitsintensiv.

Eine Alternative kann die STA-Differenzierung mittels MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionisation Time of Flight) Massenspektrometrie darstellen. Für die Keimdifferenzierung werden geringe Mengen von Bakterienzellen auf einem Probenträger mit einer Matrix (z. B. α-Cyano-Hydroxyzimtsäure) überschichtet und im Hochvakuum mit kurzen Laserpulsen beschossen. Matrix- und Analytmoleküle werden so in die Gasphase überführt (Desorption) und es kommt zur Ionisierung der Analytmoleküle. In einem starken elektromagnetischen Feld werden die Moleküle beschleunigt und in einem Flugrohr

können sie dann aufgrund ihrer größenabhängig unterschiedlichen Geschwindigkeit aufgetrennt werden. Mit Erreichen eines Detektors wird anhand der Flugzeit (Time of flight) ein für jede Bakterienspezies spezifisches Massenspektrum ermittelt. Bei den im Massenbereich von 2-20 kDa gemessenen Proteinen handelt es sich überwiegend um ribosomale Proteine. Ihre Sequenzen sind hochkonserviert und die Massenunterschiede spiegeln daher die phylogenetischen Unterschiede zwischen Bakterienarten und -gattungen wider. Aus dem gemessenen Spektrum einer bereits bekannten Referenzspezies wird softwarebasiert ein Fingerabdruck generiert, gegen den die zu identifizierenden Isolate abgeglichen werden.

In der vorliegenden Studie wurde die Eignung der MALDI-TOF Massenspektrometrie zur schnellen und sicheren Identifizierung von Rohschinken assoziierten STA geprüft. Hierfür wurden verschiedene von vorverpacktem Rohschinkenaufschnitt isolierte und biochemisch (API Staph, bioMérieux) sowie teilweise mittels PCR/Box-PCR typisierte STA unter Einbeziehung von DSMZ-Referenzstämmen vergleichend mittels MALDI-TOF differenziert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die MALDI-TOF Massenspektrometrie auch zur schnellen und sicheren Keimdifferenzierung im Zusammenhang mit Rohschinken assoziierten STA geeignet ist. Eine Aufnahme von zusätzlichen produktrelevanten STA-Referenzstämmen in die Datenbank könnte jedoch zur weiteren Verbesserung der Identifizierung beitragen.

Darüber hinaus zeigte sich, dass STA auch in Lyophilisaten (Trägerstoff: Dextrose) als Rein- oder Mischkultur mit Laktobazillen nach einfacher Aufarbeitung mittels MALDI-TOF identifizierbar sind. Somit könnte dieses Verfahren auch zur Spezifitätskontrolle, z. B. bei der Herstellung von Starter- und Schutzkulturpräparaten für Lebensmittel, zum Einsatz kommen.

Im Vortrag soll die MALDI-TOF Massenspektrometrie als innovative Methode zur schnellen, sicheren und vor allem kostengünstigen Identifizierung von Mikroorganismen, die in der medizinischen Mikrobiologie schon weite Verbreitung gefunden hat, am Beispiel von STA erläutert werden.

Mikrobiologie und Qualität von nach traditionellem Verfahren hergestellten Rohwürsten aus Nordserbien

I. VUKOVIĆ [1], L. J. PETROVIĆ[2], D. VASILEV[1] und S. SAIČIĆ[3]

[1]Veternärmedizinische Fakultät, Universität Belgrad, Fachbereich Fleischhygiene und -Technologie
[2]Technologische Fakultät, Universität Novi Sad, [3]Institut für Fleischhygiene u. -Technologie, Belgrad

Typische traditionelle Rohwürste aus Nordserbien (Vojvodina) sind *Kulen*, *Sremska kobasica* und *Petrovska klobása*. *Kulen* wird vorwiegend aus fett- und sehnenarmem Schweinefleisch, *Sremska kobasica* und *Petrovska klobása* werden aus grob entfettetem Schweinefleisch hergestellt. Das gekühlte Ausgangsmaterial wird für *Kulen* grob und für *Sremska kobasica* und *Petrovska klobása* mittelgrob zerkleinert. Die Zutaten für diese Würste sind Kochsalz, Paprika und Knoblauch sowie bei *Petrovska klobása* zusätzlich Kümmel und Zucker. In *Kulen* wird Kochsalz in einer Menge von 2,1 bis 2,3 %, in *Sremska kobasica* von 2 % und in *Petrovska klobása* von 1,8 bis 2,0 % zugesetzt. Gemahlener Gewürzpaprika wird in *Kulen* von 0,9 bis 1,4 %, in *Sremska kobasica* von 0,5 bis 1,0 % und in *Petrovska klobása* von 2,5 bis 3 % zugegeben. Knoblauch, Kümmel und Zucker werden in einer Menge von 0,1 bis 0,2 % zugesetzt. Bei der Herstellung traditioneller Rohwürste in der Fleischindustrie werden Pökelsalze in einer Menge von 2,5 % sowie Zucker und eventuell Starterkulturen verwendet. Das gut vermischte Brät von *Kulen* wird in Buttdarm, von *Sremska kobasica* in Schweinekranzdarm und von *Petrovska klobása* in Schweinemastdarm abgefüllt. Nach dem Füllen wird um *Kulen* ein Netz aus Bindfaden gemacht. Nach einer leichten Abtrocknung werden die Rohwürste kalt geräuchert. Anfangs erfolgt die Räucherung jeden Tag und danach seltener. Die Räucherung dauert insgesamt 7 bis 14 Tage, bei der Kulenherstellung etwa 3 Wochen. Die Trocknung bzw. Reifung dauert bei *Sremska kobasica* 4 bis 6 Wochen, bei *Petrovska klobása* etwa 3 Monate und bei der Kulenherstellung, abhängig von der Wurstgröße, 4 bis 6 Monate.

Es wurden die traditionellen Rohwürste *Kulen*, *Sremska kobasica* und *Petrovska klobása* von kleinen Herstellern untersucht. In den Rohwürsten wurde eine für die Reifung typische Mikroflora, wie Milchsäuerebakterien und *Micrococcaceae* festgestellt. Die Zahl der Milchsäuerebakterien lag in einem für Rohwurst üblichen Bereich. *Micrococcaceae*, *Enterobacteriaceae* und *Pseudomonaden* konnten nur in der ersten Phase der Reifung nachgewiesen werden, während die Enterokokken den ganzen Reifungsprozess überlebten. Pathogene Keime - *Salmonella*-Arten und *Listeria monocytogenes* - waren bei den traditionellen Rohwürsten nicht feststellbar. Die Wasseraktivität der untersuchten Würste lag in einem Bereich, in welchem die Vermehrung von pathogenen Keimen und Verderbniserregern nicht möglich ist. Die pH-Wertsenkung bei traditionellen Rohwürsten

beruht vor allem auf den in Paprika enthaltenen Zuckerstoffen (Fructose, Glucose, Saccharose) und bei *Petrovska klobása* auch auf dem zugesetzten Zucker, der von Milchsäuerebakterien während der Reifung verwertet wird. Im weiteren Verlauf der Reifung steigt der pH Wert der Rohwürste an.

Der Fleischeiweißgehalt von *Kulen* ist höher als 25 %, von *Sremska kobasica* und *Petrovska klobása* höher als 20 %; der Bindegewebsanteil der Würste liegt unter 10 %. Das Verhältnis zwischen Fett- und Fleischeiweißgehalt zeigt, dass *Kulen* fast den gleichen Gehalt an Fett- und Fleischeiweiß hat. Andererseits ist der Fettgehalt in *Sremska kobasica* und *Petrovska klobása* im Durchschnitt um 1,8 bzw. um 1,6 mal höher als der Eiweißgehalt. Demzufolge enthielt *Kulen* etwas mehr Salz als *Sremska kobasica* und besonders als *Petrovska klobása*. Die Säurezahl der Rohwürste liegt unter einem Wert von 9 mg KOH/g, der üblicherweise in einer gut gereiften Rohwurst zu erwarten ist. Die TBARS-Zahl liegt unter dem Grenzwert von 0,3 mg MDA/kg, oberhalb welcher sich möglicherweise Fettoxidation sensorisch bemerkbar macht.

Aufgrund ihrer sensorischen Eigenschaften (Aussehen, Farbe, Aroma) sind traditionelle Rohwürste bei Verbrauchern beliebt. Die Naturdärme, in welchen die traditionellen Rohwürste abgefüllt worden sind, verleihen diesen Produkten ein verlockendes Aussehen. Die Farbe der Rohwürste, die meistens von Carotinoid-Farbstoffen aus Paprika stammt, ist rot bis dunkelrot und stabil. Das Fettgewebe der Wurst soll weiß sein. Unter der Hülle von *Kulen* kann ein dunkler, vom Rauch stammender Rand zu sehen sein. Die Konsistenz der Würste kann man als „mittelfest“ bis „fest“ beschreiben, jedoch kann *Petrovska klobása* beim Schneiden zum Teil zerfallen. Dies ist vor allem die Folge bei weniger Kochsalz- und mehr Paprikazusatz. Geruch und Geschmack traditioneller Rohwürste sind „reif“ und „pikant“. Die Schärfe von *Kulen* und *Sremska kobasica* sollte nicht stärker als das eigene Wurstaroma sein; sie sollte eher als Nachgeschmack zum Ausdruck kommen. Andererseits ist ein scharfer und pikanter Geschmack typisch für *Petrovska klobása*, die mit einem Paprikazusatz bis zu 3 % hergestellt wird. Die Schärfe dieser Rohwurst ist bei heimischen Verbrauchern geschätzt und beliebt.

Fortschrittliche Methoden für die effektive Analyse von Zusatzstoffen in Fleischerzeugnissen

V. MATEKALO-SVERAK, R. PETRONIJEVIC and D. VRANIC

Institut für Fleischhygiene und Technologie, Belgrad

Moderne Verarbeitungstechnologien der Fleischindustrie umfassen die Verwendung von Zusatzstoffen, welche die technologischen Eigenschaften von Fleischerzeugnissen verbessern. Die sensorischen Merkmale der Produkte zählen zu den wichtigsten Faktoren für die Etablierung eines Produkts im Markt. Im Rahmen des permanenten Wettbewerbs nutzen die Produzenten Zusatzstoffe, um insbesondere im Hinblick auf visuell erfasste Merkmale eine bessere Akzeptanz beim Verbraucher zu erzielen.

In diesem Umfeld werden auf der Ebene der Hersteller nicht selten die Normen und Verordnungen übertreten, die die Anwendung von Zusatzstoffen regeln. Obwohl die meisten Zusatzstoffe in sehr kleinen Mengen in Fleischwaren eingesetzt werden (einige mg/kg), ist ihr Effekt auf das Aussehen und die Akzeptanz des Produktes bedeutend. Farbstoffe können einen erheblichen Anteil von Rohmaterial schlechter Qualität kaschieren; gelbildende Hydrokolloide können den Wassergehalt in Produkten auf Kosten anderer wertgebender Komponenten erhöhen. Auf diese Weise wird jedoch der Nährwert der Fleischerzeugnisse reduziert, während das Produkt als solches und sein Aussehen für den Verbraucher attraktiv bleiben.

Ziel unserer Untersuchungen war, die analytischen Methoden zum Nachweis roter Farbstoffe, die in Lebensmitteln zugelassen sind, und den Nachweis von Carrageen in Fleischerzeugnissen zu verbessern.

Unser Interesse an der Durchführung des Projektes hatte ein doppeltes Motiv. Auf der einen Seite die Entwicklung neuer analytischer Techniken und die Einführung fortschrittlicher statistischer Methoden in diesem Bereich. Auf der anderen Seite werden immer mehr Zusatzstoffe eingesetzt, so dass der gesundheitliche Verbraucherschutz, aber auch der Schutz vor Täuschungen stärker zu beachten sind.

Die eigenen Untersuchungen befassten sich im Einzelnen mit dem simultanen Nachweis von drei roten Lebensmittelfarbstoffen (E 120 Karmin, E 123 Amaranth, E 124 Cochenillerot A) und dem Nachweis von Carrageen (E 407). Für die statistischen Auswertungen der Ergebnisse stand die Software Unscrambler X (CamoSoft, Norwegen) zur Verfügung. Der Farbstoffnachweis wurde mit HPLC durch Photo Dioden Array (PDA) Detektion nach vorheriger beschleunigter Lösungsmittelextraktion (ASE) durchgeführt. Der Extraktions-

prozess wurde mit Hilfe entsprechender statistischer Auswertungen (DOE) optimiert. Die resultierende Design-Analyse wurde unter folgenden optimalen Bedingungen für die Extraktion der Analyten durchgeführt: Extraktion mit Methanol bei einer Temperatur von 100 °C in 5 Extraktionszyklen (Dauer je Zyklus 14 Minuten). Die Linearität der Methode wurde im Konzentrationsbereich von 10 bis 100 mg/kg in 5 Konzentrationsstufen für alle 3 Farbstoffe untersucht.

Folgende Ergebnisse für die Wiederfindung wurden dabei erzielt (in mg/kg): für E 120 112 (± 4,75), R^2 = 0,982; für E 123 117 (± 0,67), R^2 = 0,999; für E 124 108 (± 2,15), R^2 = 0,995.

Carrageen wurde mittels Fourier-Transformations-Infrarotspektrometrie (FITR-ATR) direkt aus der Probe ohne weitere Vorbereitung und Extraktion bestimmt. Der Gehalt der Probe an Carrageen wurde mit Hilfe der PLS-Regressionsanalyse aus dem Spektrum berechnet. Die Wiederfindung wurde für den linearen Bereich zwischen 0,2 und 2,0 % mit 89 - 135 % bei R^2 = 0,973 ermittelt. Die mit Hilfe dieser Methode erhaltenen Ergebnisse wurden mit den Extraktionsergebnissen der üblichen Integration der Absorptionsbande von Infrarot-Spektren verglichen.

Wirkung von Rosmarinextrakt auf die Eigenschaften von Fleischerzeugnissen

B.-A. ROHLÍK and P. PIPEK
Institute of Chemical Technology, Praha, Czech Republic

Die Farbe von Fleischerzeugnissen (gekochte/getrocknete Würste, fermentierte Würste, Hackfleisch, Schinken) ist ein sehr wichtiges Bewertungskriterium. Die Intensität der Rotfärbung von Fleischerzeugnissen wird nicht nur von der Konzentration des Häm-Pigmentes und durch die technologischen Prozesse bestimmt, sondern auch durch die Lagerungsbedingungen.

Darüber hinaus können zahlreiche chemische Reaktionen in Fleischprodukten ablaufen und wahrscheinlich auch deren Farbe beeinflussen. Die wichtigste chemische Reaktion, welche die Oxidation des Häm-Pigmentes betrifft, ist die Lipidoxidation, die eine Umwandlung der roten Farbe in Braun bedingt. Diese chemischen Reaktionen, die bei Fleischprodukten Fehlfarben verursachen, sind von verschiedenen Faktoren wie der Umgebungstemperatur, dem Sauerstoffdruck, der Zugabe von Antioxidantien (z. B. mit Gewürzen), der Anwendung von Rauch, der Häm-Konzentration und weiteren Faktoren abhängig.

Farbveränderungen gekocht/getrockneter oder fermentierter Produkte, die mit der Oxidation des Hämpigmentes zusammenhängen, können in Wurstaufschnitt beobachtet werden, wenn dieser für einige Stunden einer Sauerstoffbehandlung oder Lichteinstrahlung ausgesetzt wird. Diese Reaktionen werden durch Lipidoxidation beschleunigt und können durch Applikation einiger Gewürzextrakte mit antioxidativen Eigenschaften gehemmt werden. Üblich sind Extrakte wie z. B. Salbei, Oregano und Rosmarin. Die Wirksamkeit von Gewürzextrakten ist vielfach höher als die von synthetischen Antioxidantien, allerdings in Abhängigkeit vom Medium (Wasser, Öl), in dem die Antioxidantien zur Wirkung kommen.

Rosmarinextrakte sind nachweislich effektive Antioxidantien in gekocht/getrockneten oder fermentierten Würsten. Sie enthalten spezifische phenolische Bestandteile wie Rosmarinsäure, Carnosol und andere Abkömmlinge der Kaffeesäure, die in der Lage sind, freie Radikale zu stabilisieren und so die Oxidationskette abzubrechen. Diese Antioxidantien unterdrücken selbst den lipolytischen Prozess, der während der Produktion fermentierter Wurstwaren auftritt.

In der komplexen Struktur von gekocht/getrockneten oder fermentierten Würsten (also von grobkörnigen Fleischerzeugnissen) laufen Farbveränderungen der separaten Schichten und Partikeln unterschiedlicher Gewebe (Muskel und Fett) mit unterschiedlichen Kinetiken ab. Dies macht es sehr schwierig, die auftretenden Veränderungen mit der

klassischen Reflexionsspektroskopie zu messen und auszuwerten. Ein vergleichbares Problem ergibt sich bei der Auswertung von Hackfleisch. Daher wurde die Video-Image-Analyse eingesetzt, um das Substrat von Würsten bzw. Hackfleisch in definierte Kompartimente zu unterteilen, um die Farbe der roten Muskelpartikel auf der Basis eines geeigneten Grenzwertes messen und auswerten zu können.

Die Auswirkungen natürlicher Antioxidantien auf Farbveränderungen und Fettoxidation während der Lagerungszeit bei gekocht/getrockneten oder fermentierten Würsten und in Hackfleisch wurden an Proben untersucht, die industriell hergestellt worden waren. Neben den Farbveränderungen am intakten Produkt wurde der Effekt der Lagerungsbedingungen (Licht- und Sauerstoffexposition, Lagerungstemperatur) auf Farbveränderungen an aufgeschnittener Ware ausgewertet.

Durch Häm-Oxidation verursachte Farbveränderungen wurden zunächst am Aufschnitt untersucht. Um die unerwünschten Effekte zu vermindern, wurden mehrere Gewürzextrakte (Rosmarin, Piment, Muskat, schwarzer Pfeffer, Gewürznelke, Sandelholz) zu gekocht/getrockneten Würsten zugegeben. Fermentierte Würste und Hackfleisch wurden dann mit Rosmarinextrakt angereichert, der zuvor an den anderen Wurstsorten getestet worden war.

Zwischen Außen- und Innenlage der gekocht/getrockneten Würste und der fermentierten Würste wurden unterschiedliche Geschwindigkeiten der Farbveränderungen beobachtet. Sie hingen von der unterschiedlichen Zugängigkeit für Sauerstoff, der Diffusion von Räucherkomponenten in die äußeren Schichten und von der mikrobiellen Aktivität ab. Neben diesen Effekten spielte auch die Tatsache eine Rolle, dass die fermentierten Würste Paprika enthielten. Die typische Paprikafarbe wurde – vermutlich aufgrund einer Lipidoxidation – abgeschwächt.

Die Farbveränderungen (Verminderung des Rotwertes a*) während der Exposition gekocht/getrockneter Würste (aufgeschnitten) an der Luft bzw. unter Lichteinstrahlung wurden durch Rosmarinextrakt beeinflusst, speziell durch seine leichte Fraktion. Die Rosmarin-Antioxidantien beeinflussten daneben auch die Lipid-Oxidation; bei höherer Konzentration des Extraktes wird eine länger anhaltende antioxidative Wirkung vermutet. Der Rosmarienextrakt reduzierte außerdem die Oxidation des Paprikaextraktes, der den fermentierten Würsten zugesetzt wurde, und hemmte die Lipidoxidation.

Die vorliegende Studie zeigt an einem kommerziell hergestellten Rosmarinextrakt die Möglichkeiten seines Einsatzes in der Fleischindustrie auf: Er ist ein wirksames natürliches Antioxidans, das eine sinnvolle Alternative zu chemischen Additiven darstellt.

Einfluss der Reifezeit auf die technologischen Eigenschaften des Kochschinkens

P. PIPEK, B.-A. ROHLÍK and T. POTŮČEK
Institute of Chemical Technology, Praha, Czech Republic

Die Produktion von Kochschinken hat in einer Reihe von europäischen Ländern eine alte Tradition. Die moderne Technologie wird aber durch harte ökonomische Fakten beeinflusst, die Änderungen in den Rezepturen (Ersatz von Fleisch durch andere Komponenten einschließlich Wasser) und in der Verarbeitungstechnik mit sich bringen. Der Einsatz unterschiedlicher Zutaten, Maschinen und Anlagen verbessert die technologischen Eigenschaften des Schinkens und insbesondere seine Farbe und sein Wasserbindungsvermögen. Die Ökonomie und die Ausbeute der Schinkenproduktion können verbessert werden, indem Verluste während des Tumbelns und der Erhitzung vermieden werden und der gesamte Produktionsprozess abgekürzt wird.

Um ein ansprechendes sensorisches Profil (Textur, Farbe) und eine ausreichende Haltbarkeit zu erreichen, ist es notwendig, die Reifungszeit des Halb-Produktes nach dem Tumbeln auf ein Minimum zu beschränken. Die Textur wird durch die Reifungszeit beeinflusst, weil diese mit der Diffusion von Salz und Phosphat und dem Lösen myofibrillärer Proteine gekoppelt ist. Dies führt einerseits zu einer Relaxation und andererseits zur Schwellung der Muskelfasern. Daher wird eine größere Zahl von Bindungen zwischen Proteinen möglich.

Mit bestimmten Veränderungen der Schinkentechnologie gelingt es, den Reifungsschritt zu kürzen oder ihn sogar auszulassen. Das führt zu einer kürzeren Produktionszeit und einer besseren Ausnutzung der Produktionskapazitäten.

Die Auswirkungen der Reifungszeit auf die technologischen Eigenschaften von Kochschinken wurde unter industriellen Bedingungen untersucht. Im Sinne der Erhöhung der Produktionskapazität wurde der Effekt einer reduzierten Reifungszeit im Vergleich zur üblichen Reifungszeit geprüft. Der Einfluss auf die Textur und die Farbstabilität wurde untersucht; der Einfluss auf die Keimzahlen wurde ebenfalls erfasst.

Die Textur/Festigkeit wurde mit zwei Methoden bewertet. Zum einen wurde die Warner-Bratzler-Methode (Scherkraft-Messung) eingesetzt, zum andern die Methode von KLETTNER, bei der Probenzylinder auf 20 % ihrer ursprünglichen Höhe unter Messung der erforderlichen Kraftaufwendung komprimiert werden. Wegen der Inhomogenität des

Materials wurden zahlreiche Parallelmessungen durchgeführt. Die Farbe wurde mit der Reflexions-Spektrometrie und der Video-Image-Analyse (NIS-Elements Software) erfasst. Die Ergebnisse beider Messungen wurden vor allem auf den Rotwert a* bezogen.

Als Ergebnis der kürzeren Produktionsperiode wurde eine Verbesserung der mikrobiologischen Qualität der Schinken festgestellt; die mikrobiologischen Analysen bezogen sich dabei auf eine 6monatige Lagerungsperiode. Neben der Gesamtzahl psychrophiler Bakterien deckten die ersten Analysen auch die Anzahl der Enterokokken, Coliformen und Laktobazillen ab.

Der Effekt der Reifung war jedoch nicht eindeutig, weil aufgrund des inhomogenen Materials die Messwerte in einem weiten Bereich streuten. Unterschiede zwischen den Behandlungen ließen sich daher statistisch nicht absichern, lediglich Tendenzen wurden festgestellt. Beide Methoden der Texturmessung (Scherkraft, Druck) zeigten ähnliche Tendenzen. Die Reduktion der Reifungszeit von ursprünglich 12 Stunden auf 6 Stunden hatte keinen statistisch gesicherten Effekt auf die Textur. Dennoch wurde bei völliger Unterlassung der Reifung eine Tendenz zu weicherer Textur festgestellt.

Neben der Reifung wurde die Textur auch durch die Form der Schinken (quadratisch, zylindrisch) und durch die Lagerungsperiode beeinflusst. Im Verlauf der Lagerung ist – begleitet von zunehmendem Aussaften in die Verpackung hinein – ein Anstieg der Scherkraft zu beobachten.

Die Farbe frisch aufgeschnittener Schinkenscheiben wurde durch die Reifungszeit nicht beeinflusst. Jedoch gab es unterschiedliche Reaktionen während der Exposition des Schinkenaufschnitts unter Licht oder Dunkelheit. Die Farbe des Aufschnitts zeigte unter Dunkelheit keinen Einfluss der Reifungszeit, während sich die Farbe unter Lichtexposition eher bei den Schinken veränderte, die bei einer kürzeren Reifungsperiode produziert worden waren.

Die Reduktion der Reifungszeit nach dem Tumbeln ist somit möglich, in jedem Fall jedoch ist ein Minimum an Reifung erforderlich, um ausreichendes Wasserbindungsvermögen und ausreichende Textur abzusichern.

Wirksamkeit von Natriumnitrit auf Gram-positive Infektionserreger*

J. KABISCH[1], R. PICHNER[1], S. MÜLLER[2]; D. KASPAR[2], M. KADOR[1], S. SCHERER[2] und M. GAREIS[1]

[1] MRI, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie, Kulmbach
[2] ZIEL, Abteilung Mikrobiologie, Technische Universität München, Freising

Der Zusatz von Nitrit in Form von Nitritpökelsalz oder Nitrat ist bei vielen Fleischerzeugnissen allgemein üblich. Dennoch liegen derzeit keine fundierten wissenschaftlichen Daten über die tatsächliche Wirkung von Nitrit auf fleischrelevante Gram-positive Pathogene vor. Ebenso fehlen Studien mit dem erforderlichen Einbezug multifaktorieller Aspekte wie a_w-Wert, pH-Wert und Temperatur. Auch ist bisher nicht bekannt, ob durch den Einsatz von Nitrit in Lebensmitteln Virulenzgene in Krankheitserregern aktiviert werden oder ob es in Lebensmitteln mit Nitritzusatz zu einer erhöhten Bildung von Stressschutzfaktoren und damit auch zu einer Steigerung der Überlebensfähigkeit von Pathogenen kommen kann. Ziel der Untersuchungen war es, die Wirkung von Nitrit auf der Ebene des Wachstums und Überlebens, auf molekularbiologischer Ebene sowie auf die Induktion von Virulenzgenen von ausgewählten Gram-positiven Lebensmittelinfektionserregern zu erfassen und unter Einbeziehung weiterer technologischer Parameter (z. B. a_w-Wert, pH-Wert, Temperatur, u. a.) differenziert zu diskutieren.

Nach den Ergebnissen führen höhere Nitritkonzentrationen von 100 und 150 mg/kg in den Rohwursterzeugnissen nicht zu einem schnelleren Absterben von *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* und *Clostridium perfringens*. In den untersuchten kurz-, lang- und edelschimmelpilzgereiften Rohwürsten konnten auch mit einem Zusatz von 50 mg Nitrit/kg Brät mikrobiologisch stabile Erzeugnisse produziert werden. Parallel zu den Challengeversuchen konnte mittels Microarray-Analysen das Nitrit-Regulon im Modellkeim *L. monocytogenes* analysiert werden. In Anwesenheit von 200 mg/l Nitrit konnte eine Induktion der Transkription von 28 Genen und eine Repression von 16 Genen beobachtet werden. Die erhaltenen Daten deuten darauf hin, dass in Anwesenheit von Nitrit die RNA-Synthese gehemmt ist. Weiterhin wurden mittels eines Hochdurchsatzscreenings einer *Listeria monocytogenes* Insertionsmutantenbank Hinweise darauf erhalten, dass Nitrit bzw. Derivate die DNA schädigen. Demnach werden in Anwesenheit von Nitrit die RNA-Synthese gehemmt und die DNA sowie eisenhaltige Verbindungen geschädigt. Jedoch zeigen die Ergebnisse auch, dass Nitrit vermutlich nicht selbst der wachstumshemmende Faktor ist.

*Das Forschungsvorhaben AiF15835N der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)" vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bestimmung metabolischer Profile von Lebensmitteln tierischer Herkunft

S. ANDRÉE[1], H. REHBEIN[2], U. OSTERMEYER[2], D. MARTIN[2], und F. SCHWÄGELE[1]
[1]MRI, Arbeitsgruppe Analytik, Kulmbach
[2]MRI, Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Kiel und Hamburg

Im o. g. Projekt werden qualitätsrelevante Stoffwechselprodukte (Metabolite) in den Lebensmitteln Fisch, Fleisch und Milch untersucht. Bei den Metaboliten handelt es sich um (i) Alarmone, (ii) freie Aminosäuren sowie (iii) Ribonucleoside. **Alarmone** (Dinukleosidpolyphosphate) versetzen Lebewesen in die Lage, umweltbedingtem Stress eine angemessene metabolische Regulation entgegenzusetzen. **Freie (nicht protein-gebundene) Aminosäuren** sind aus ernährungsphysiologischen und sensorischen Gründen von großem Interesse. **Ribonucleoside** sind bioaktive Metabolite des Nucleinsäurestoffwechsels, die in Milch auch als Verarbeitungsparameter angewendet werden können. Im vorgestellten Projekt soll ein metabolisches Profil als eine Grundlage für die Beurteilung der Qualität erfasst und evaluiert werden, auch im Zusammenhang mit den majoren Bestandteilen des jeweiligen Lebensmittels. Außerdem sollen die geplanten Versuche eine Grundlage für weitere Untersuchungen der Aufnahme von Nahrungsmetaboliten in den menschlichen Körper liefern.

Zur Untersuchung wurden Filets von Regenbogenforellen und Karpfen, Schweinefleisch (Muskelfleisch aus der Backe) und Rohmilchproben definierter Herkunft eingesetzt. Die Bestimmung der Alarmone (Kulmbach) erfolgte mittels LC-MS, während die Gehalte an freien Aminosäuren (Hamburg) und Ribonucleosiden (Kiel) durch HPLC-Verfahren gemessen wurden. Die Milchproben wurden nach Proteinfällung als sauer konservierte Seren verschickt, von den Filet- u. Fleischproben wurden Perchlorsäure-Extrakte versandt.

Zunächst wurden bereits vorhandene Methoden zur Bestimmung der Ribonucleoside und freien Aminosäuren an die unterschiedlichen Probenmatrices angepasst, während im Falle der Alarmone die Neuentwicklung einer Methode erforderlich war. Es werden die Metabolitengehalte in 25 Filets aus Fischen mit unterschiedlichen Eislagerzeiten sowie 25 Schweinefleisch- und 24 Milchproben präsentiert und miteinander verglichen. In Kuhmilch wurden neben den unmodifizierten Ribonucleosiden Cytidin, Uridin, Inosin, Guanosin und Adenosin erwartungsgemäß auch die modifizierten Ribonucleoside m1Ado und t6Ado bestimmt, wohingegen in den bislang untersuchten Fisch- und Fleischextrakten nur die unmodifizierten Ribonucleoside nachgewiesen werden konnten.

Die ernährungsphysiologische Bedeutung der Metabolitengehalte und ihr Beitrag zur Abschätzung der Aufnahme mit der Nahrung werden diskutiert. Die Daten sind von Bedeutung für die Planung zukünftiger carry-over Versuche vom Lebensmittel zum Menschen, aber auch zur Absicherung von zukünftigen Verzehrsstudien.

Authentifizierung ausgewählter Geflügelspezies mittels Pentaplex-Real-Time-PCR

F. SCHWÄGELE und S. ANDRÉE

Am 28. Januar 2002 trat die EU-Verordnung 178/2002 in Kraft. Artikel 18 dieser Verordnung regelt seit dem 01. Januar 2005 die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln. Alle an der Produktions- und Wertschöpfungskette Beteiligten (wie Zulieferer, Landwirte, Importeure, Transporteure, Verarbeiter und Händler) stehen seither in der Pflicht, jeden Produktionsschritt lückenlos zu dokumentieren. Eine Grundvoraussetzung der Rückverfolgbarkeit ist die Authentizität der Ware. Gerade beim Fleischeinkauf ist dies für den ungeschulten Verbraucher nicht immer leicht ersichtlich.

Um eine eindeutige Identifizierung einiger der in Europa am häufigsten genutzten Geflügelarten – Huhn, Pute, Fasan, Wachtel und Perlhuhn – mittels PCR zu ermöglichen, wurden bereits in vorausgegangenen Studien im Jahre 2007 sowohl schon vorhandene Primersysteme auf ihre Spezifität getestet, als auch neue Primersysteme entwickelt. Als Grundlage für die tierartspezifischen Primer diente das mitochondriale *Cytochrom b*-Gen, das schon vielfach zur Tierartauthentifizierung eingesetzt wurde.

Die DNA-Sequenzen zur Erstellung der geflügelspezifischen PCR-Systeme für Pute, Fasan, Wachtel und Perlhuhn wurden über die Gendatenbanken EMBL und Genbank, mithilfe von NCBI und SRS, ermittelt. Für die Geflügelart Huhn, wurde ein PCR-System der Literatur (DOOLEY et al. 2004) entnommen.

Zur Überprüfung der Spezifität wurden die entwickelten Primersysteme auf *Cytochrom b*-Gen-Basis gegen die jeweils anderen untersuchten Geflügelarten sowie Rind, Bison, Schaf, Ziege, Pferd, Känguru und Strauß auf Kreuzsimilaritäten getestet. Um falsch positive Ergebnisse aufgrund von Kontaminationen des Mastermixes auszuschließen, wurde bei jedem Gel eine No-template-control (NTC) mitgeführt.

Der Nachweis wurde als positiv gewertet, wenn das spezifische PCR-Produkt nach gelelektrophoretischer Trennung und Anfärbung mit Ethidiumbromid sichtbar war. Aufbauend auf den erhaltenen Ergebnissen wurde ein Pentaplex-Real-Time-PCR System entwickelt. Es wurden passend zu jedem Primersystem fluoreszenzmarkierte Sonden entwickelt. Basierend auf der TaqMan-Technik kamen die Fluorophore ROX, JOE, FAM, DY682 und ATTO633 sowie die Black Hole Quencher 1 und 2 zum Einsatz. Das so entwickelte Pentaplexsystem wurde bezüglich Spezifität, Reproduzierbarkeit und Empfindlichkeit an verschiedenen Fleischerzeugnissen erprobt. Auf Grund der zum Einsatz kommenden

Real-Time-Multiplex-Technik ist es somit möglich, alle fünf Spezies in einer einzigen Analyse nachzuweisen. Obwohl die Auswahl von *Cytochrom-b* als Zielgen eine absolute Quantifizierung des Anteils der jeweiligen Spezies nicht erlaubt, ist jedoch eine zuverlässige Abschätzung des Masseanteils mittels dieser Technik möglich.

Die vorgestellte Analysenmethode stellt ein wichtiges Instrument zur Überprüfung der Deklaration von Fleisch und Fleischerzeugnissen dar. Aufgrund der hohen Spezifität des Nachweises kann die vorgestellte Real-Time-PCR-Methodik als sehr zuverlässig eingestuft werden.

Erfahrungen in der Anwendung elektrohydraulischer Stoßwellen zur beschleunigten Zartmachung von Rindfleisch

S. MÜNCH[1], S. TÖPFL[2] und F. SCHWÄGELE[1]
[1]Max Rubner-Institut, Arbeitsgruppe Analytik, Kulmbach
[2]Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V., Quakenbrück

Die Zartheit stellt ein wichtiges Qualitätskriterium von Fleisch dar. Zur Erzeugung von Rindfleisch geeigneter Qualität und Zartheit wird bisher im Gegensatz zu anderen Fleischarten eine deutlich längere Reifungszeit innerhalb klimatisierter Lagerkapazitäten benötigt, die zwangsläufig zeit- und kostenintensiv ist. Die Zartheit von Rindfleisch hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab, prinzipiell kann sie erst nach der Reifung bewertet werden. Aufgrund veränderter Verbrauchergewohnheiten und der verstärkten Nachfrage nach küchenfertigen und schnell zuzubereitenden Erzeugnissen hoher Qualität besteht ein erhöhter Bedarf an Steaks oder kurzbratfähigen Fleischteilen. Doch vor allem bei der in Deutschland üblichen Züchtung von Zweinutzungsrassen sind nach der herkömmlichen Reifung nur wenige, bestimmte Teilstücke des Schlachtkörpers zur Herstellung von Steaks oder Kurzgebratenem geeignet.

Deshalb sind alternativ zur Reifung neue Verfahren zur mechanischen Auflockerung des Gewebes wie der Einsatz elektrohydraulischer Stoßwellen grundsätzlich von Interesse. Sie können eine Desintegration des biologischen Gewebes sowie eine Beschleunigung der postmortalen Reifung bewirken. Dadurch könnte eine höhere Wertschöpfung über einen steigenden Anteil hochwertiger Teilstücke sowie eine günstigere Produktion erreicht werden. Die Verbesserung der Zartheit zielt auf eine mechanische Vergrößerung der interfilamentären und intramyofibrillären Räume, das Ausmaß der Verbesserung sollte von der Intensität der erzeugten Stoßwelle abhängig sein.

In den USA wurde die Stoßwellenanwendung bei Fleisch unter den Namen Hydrodyne im technischen Maßstab erprobt, eine Reduktion der maximalen Scherkraft von Rindfleisch von 30 bis 59 % wurde beschrieben. Die Stoßwellenerzeugung erfolgte hierbei durch Sprengstoff, der zahlreiche verfahrens- und sicherheitstechnische Nachteile aufweist. Alternativ ist die Nutzung elektrischer Energie in Form eines elektrodetonativen Verfahrens (explodierender Draht) möglich. Damit wurde das Verfahren TenderClass für eine Anwendung bei Fleisch weiterentwickelt. Beim elektrodetonativen Verfahren wird die innerhalb einer Kondensatorbank gespeicherte Energie mittels einer explosionsartigen Verdampfung eines zwischen den Elektroden gespannten Drahtes entladen. Das führt zu einer explosionsartigen Freisetzung der gebundenen Energie und zur Bildung

einer Stoßwelle. Die dabei freigesetzte Energie kann im Wesentlichen durch Variation der Elektrodengeometrie sowie der Ladespannung und Kapazität des Energiespeichers gesteuert werden.

In diesem Forschungsvorhaben wurde eine Laboranlage zur Erzeugung von Stoßwellen realisiert, die sowohl mittels Unterwasserfunken als auch mittels explodierendem Draht arbeiten kann. Dieser durchaus funktionierende Prototyp wies allerdings immer wieder verschiedene Schäden an den Elektroden, deren Befestigungen oder dem Reaktionsbehälter auf, die den enormen mechanischen Belastungen bzw. dem Verschleiß geschuldet waren.

Bezüglich der Verpackungsmaterialien für Fleisch während der Stoßwellenanwendung im wassergefüllten Reaktionsbehälter musste entgegen den Erwartungen festgestellt werden, dass herkömmliche Folien den Belastungen von Stoßwellen nicht gewachsen sind. Es wurden thermische und mechanische Schäden (wahrscheinlich durch abgesprengte Drahtreste) sowie Schädigungen aufgrund mangelnder Druckstabilität beobachtet. Sowohl mit verschiedenen Vakuum- und Schrumpfbeuteln als auch mit mechanisch und thermisch stabilen Kochbeuteln konnte keine Verbesserung erzielt werden. Als am besten geeignet erwies sich thermoplastisches Polyurethan (TPU). Aufgrund der genannten Schwierigkeiten wurde die Eignung von Umverpackungen aus Kevlar untersucht, die einen gewissen Schutz gegen thermische wie auch mechanische Beanspruchungen bieten. Aktuell ist es gelungen, ein spezielles, ausreichend widerstandsfähiges Verpackungsmaterial auf TPU-Basis zu finden, das in Kombination mit der Umverpackung aus Kevlar auch starken Stoßwellen wiederholt standhält.

Bei der Bewertung der Zartheit mittels Instron-Apparatur sind generell nicht unerhebliche tierindividuelle Unterschiede zu berücksichtigen. Bei gleicher Rasse (Fleckvieh), und gleichem Geschlecht bzw. Alter (Jungbulle), Teilstück (Roastbeefstrang), Schlachtverfahren und auch Mastbetrieb sind bereits bei nicht (durch Stoßwellen) behandeltem Fleisch Unterschiede nach dem Schlachten bis zum Faktor 3 z. B. beim gemessenen maximalen Druck festzustellen. Dazu kommen noch erhebliche Abweichungen in der Zartheit innerhalb des gleichen Muskels desselben Tieres (Positionseffekt), die Faktor 2 erreichen können.

Bei den hier durchgeführten Versuchen wurde sowohl die sofortige Wirkung von Stoßwellen auf die Zartheit von Rindfleisch geprüft als auch die Kombination einer Stoßwellenbehandlung mit einer verkürzten konventionellen Reifung. Die einzelnen Roastbeef-Scheiben wurden dabei unterschiedlich häufig behandelt, zudem wurden die Stoßwellen durch verschiedene Ladespannungen erzeugt. Alle Varianten wurden stets einer üblichen

Reifung bei Kühltemperatur (2 °C) im Vakuumbeutel gegenüber gestellt und auch mit den Werten des ungereiften Fleisches verglichen.

Eine alleinige Stoßwellenbehandlung ohne gekoppelte Reifung zeigte in der Mehrzahl der Fälle nicht den gewünschten Effekt hinsichtlich einer beschleunigten Reifung. Eine Stoßwellenbehandlung in Kombination mit einer Reifung ließ dagegen eine teilweise deutlich verbesserte Zartheit im Vergleich zu den Ausgangswerten (ungereift) erkennen. Die Werte dieser Behandlungsvarianten waren teilweise nach sieben Tagen Reifung ähnlich zu Vergleichswerten nach vierzehntägiger konventioneller Reifung. Allerdings kann von der Anzahl der durchgeführten Stoßwellenbehandlungen nicht auf die erzielte Zartheitsverbesserung geschlossen werden. Das ist bei allen bisherigen Versuchen widersprüchlich. Eine ähnlich uneinheitliche Aussagekraft muss auch hinsichtlich der gewählten Spannung bzw. der damit zusammenhängenden Anzahl an Stoßwellen festgestellt werden. Verschiedene getestete Teilstücke (Roastbeef; Schwanzrolle) führen zu vergleichbaren Wirkungen der Stoßwellenbehandlung. Auch das Geschlecht bzw. Alter der Versuchstiere der Rasse Fleckvieh (Jungbulle; Kuh) wirkte sich nicht merklich auf die oben dargelegten Ergebnisse aus. Bei der Anwendung von Stoßwellen auf Warmfleisch (prä rigor) konnte gegenüber gekühltem Fleisch keine Verbesserung im Resultat erzielt werden.

Vorkommen von PAK und phenolischen Verbindungen in heißgeräucherten Brühwürsten in Abhängigkeit von verschiedenen Räucherbedingungen im Glimmrauchverfahren

M. PÖHLMANN[1], A. HITZEL[1], F. SCHWÄGELE[1], K. SPEER[2] und W. JIRA[1]

[1]Max Rubner-Institut, Arbeitsgruppe Analytik, Kulmbach
[2]Technische Universität Dresden

Das vom Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) geförderte Projekt „Minimierung der PAK-Gehalte in Fleischerzeugnissen durch Optimierung der Prozessführung bei konventioneller Räucherung“ (AiF 16460 N) hat zum Ziel, Bedingungen für verschiedene Räucherverfahren zu ermitteln, bei denen die PAK-Belastung für den Konsumenten möglichst niedrig ist, aber dennoch die positiven Wirkungen der Phenole zur Konservierung und zum Aroma erhalten bleiben.

Zur Optimierung der Räucherbedingungen bei der Heißräucherung im Glimmrauchverfahren wurden Wiener unter definierten Bedingungen hergestellt und in einer Räucheranlage umgerötet, getrocknet, geräuchert und gebrüht. Untersucht wurden drei verschiedene Rauchdichten, drei unterschiedliche Lüftergeschwindigkeiten zur Zirkulation des Rauches und fünf verschiedene Feuchtigkeiten der Holzhackschnitzel (10-30 %). Um Wiener mit vergleichbarer Räucherfarbe zu erhalten, wurden die Räucherzeiten jeweils angepasst. Während der Räucherung wurden unter anderem die Konzentrationen der Gase O_2, CO_2 und CO, Feuchtigkeit und Temperatur in der Räucherkammer sowie die Rauchentstehungstemperatur gemessen, um direkte Zusammenhänge zur Entstehung von erwünschten und unerwünschten Verbindungen zu erkennen. Zudem wurden der pH-Wert, die Farbe und der Gewichtsverlust erfasst und die Proben sensorisch bewertet. Analysiert wurden die 15+1 EU-PAK und die Phenole Guajacol, 4-Methylguajacol, Syringol, Eugenol und *trans*-Isoeugenol. Die PAK wurden mittels beschleunigter Lösemittelextraktion (ASE) extrahiert, die Extrakte mit Gelpermeationschromatographie (GPC) und Minikieselgelsäule gereinigt und anschließend mit GC/HRMS vermessen. Die Phenole wurden mittels Wasserdampfdestillation isoliert, mit Diethylether ausgeschüttelt, über SPE gereinigt und nach Trimethylsilylierung mit GC-MSD bestimmt.

Die unterschiedlichen Rauchparameter wirkten sich auf die Rauchentstehungstemperatur, die Sensorik, aber auch deutlich auf die Entstehung der PAK und die Zusammensetzung der Phenole aus. Die PAK-Gehalte stiegen mit zunehmender Rauchentstehungstemperatur, Rauchdichte und Lüftergeschwindigkeit. Der Summengehalt der fünf Phenole erreichte bei einer Rauchentstehungstemperatur von 450-500°C ein Maximum. Die mengenmäßig wichtigsten Phenole in geräucherten Wienern waren Syringol und *trans*-Isoeugenol (10-30 mg/kg). Eine direkte Korrelation zwischen den PAK-Gehalten und Gesamtphenolgehalten konnte nicht nachgewiesen werden.

Neue Erkenntnisse zum Vorkommen von 3-MCPD in Fleischerzeugnissen

K. SCHALLSCHMIDT[1], A. HITZEL[2], K. SPEER[1] und W. JIRA[2]
[1]Technische Universität Dresden
[2]MRI, Arbeitsgruppe Analytik, Kulmbach

3-Monochlor-1,2-propandiol (3-MCPD) gehört zu den erhitzungsbedingten Kontaminanten. Das Bundesinstitut für Risikobewertung äußerte sich zur toxikologischen Validierung in einer Stellungnahme vom 19.05.2003, wonach die Substanz im Tierversuch bei höheren Dosen tumorbildend gewirkt habe. Die fehlende erbgutschädigende Wirkung und Anhaltspunkte für einen sekundären Mechanismus ließen jedoch auf die Existenz einer Schwellendosis schließen, unterhalb derer keine Tumore auftreten. Vom Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU (SCF) und dem Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) wurde für 3-MCPD ein TDI-Wert (SCF, 2001) bzw. ein PMTDI-Wert (JECFA, 2002) von 2 µg/kg Körpergewicht und Tag als tolerabel angesehen.

Für hydrolysiertes Pflanzenprotein und für Sojasaucen existiert ein EU-weiter Höchstgehalt an 3-MCPD von 20 µg/kg (bei 40 % Trockenmasse). Für andere Lebensmittel ist die Einführung von Höchstgehalten geplant, jedoch ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Datenlage dafür nicht ausreichend.

Bei der Zubereitung von Fleisch und Fleischerzeugnissen durch Grillen ist eine 3-MCPD-Bildung durch Reaktion von Fettbestandteilen und Chlorid auf der Oberfläche des Grillgutes zu erwarten. Der leicht saure pH-Wert von Fleisch- und Fleischerzeugnissen bedingt eine Stabilisierung des generierten 3-MCPDs. Im Rahmen eines Kooperationsprojektes zwischen den MRI-Standorten Kulmbach und Detmold wurde unter anderem die Bildung von freiem 3-MCPD beim Grillen von Schweinenackensteaks untersucht. Zu variierende Parameter waren dabei die Grillart (Holzkohlen-, Gas-, Elektrogrill), die Zubereitung des Grillguts (Marinieren, Salzen) und die Verwendung von Aluminiumschalen.
Zur Bestimmung des freien 3-MCPDs wurde das homogenisierte Grillgut mittels Pressurized Liquid Extraction (PLE) extrahiert. Nach Umsetzung mit Phenylboronsäure ließ sich das erhaltene 3-MCPD-Derivat mit Gaschromatographie und hochauflösender Massenspektrometrie analysieren.
Bisher wurden in Abhängigkeit der Grillbedingungen 3-MCPD-Gehalte zwischen 3 und 50 µg/kg ermittelt.

Anschriften der Erstautoren

Albert, Thiemo, Dr., Institut für Lebensmittelhygiene, Vet. med. Fakultät, Universität, An der Tierklinik 35, 04103 Leipzig

Andrée, Sabine, Dr., MRI Kulmbach*, Arbeitsgruppe Analytik

Branscheid, Wolfgang, Dr., MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

Chernukha Irina, Prof., Dr., Dr., GNU, The V.M. Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, 26, Talalikkhina, 109316 Moscow, Russia, e-mail: imcher@inbox.ru

Cholodov, Fedor, GNU, The V.M. Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, 26, Talalikkhina, 109316 Moscow Russia, e-mail: imcher@inbox.ru

Judas, Michael, Dr., MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

Kabisch, Jan, MRI Kulmbach*, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie

Kröckel, Lothar, Dr., MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

Lautenschläger, Ralf, Dr., MRI Kulmbach*, Institut FL, Internationales Kompetenzzentrum für Fleischqualität

Matekalo Sverak, Dr., Vesna, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygine and Technology, 11015 Beograd, Bulevar Oslobodjenja 18, Serbia

Münch, Siegfried, Dr., MRI Kulmbach*, Arbeitsgruppe Analytik

Pichner, Rohtraud, Dr., MRI Kulmbach*, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie

Pipek, Petr, Prof. PhD, Institute of Chemical Technology Prague, Faculty of Food and Biochemical Technology, Department of Food Preservation and Meat Technology Technická 5, 16628 Prague 6 - Dejvice, Czech Republic

Ptschelkina, Victoria, Dr., GNU, The V.M. Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, 26, Talalikkhina, 109316 Moscow, Russia, e-mail: imcher@inbox.ru

Pöhlmann, Margarete, MRI Kulmbach*, Arbeitsgruppe Analytik

Rohlík, Bo-Anne, MSc, Institute of Chemical Technology Prague, Faculty of Food and Biochemical Technology, Department of Food Preservation and Meat Technology Technická 5, 16628 Prague 6 - Dejvice, Czech Republic

Schallschmidt, Kristin, MRI Kulmbach*, Arbeitsgruppe Analytik

Schwägele, Dr., Fredi, MRI Kulmbach*, Arbeitsgruppe Analytik

Vuković, Prof. Dr., Ilija K., Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, 11015 Beograd, Bulevar Oslobodjenja 18, Serbia

*Max Rubner-Institut, Standort Kulmbach, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Tel. 09221/803-0