

45. Kulmbacher Woche

4.-5. Mai 2010

Kurzfassungen der Fachvorträge

Veranstaltet vom

Max Rubner-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Standort Kulmbach

Die Beiträge können ab 6. Mai 2010 unter Nennung der Autoren kostenfrei veröffentlicht werden. Wir erbitten ein Belegexemplar.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Jira, W.	3-MCPD in geräucherten Fleischerzeugnissen 6
Andrée, S., Schwägele, F.	Indirekte Bestimmung von Allergenen in Fleischerzeugnissen mittels Polymerase-Kettenreaktion 7
Münch, S.	Beschleunigte Zartmachung von Rindfleisch durch den Einsatz elektrohydraulischer Stoßwellen? 9
Branscheid, W., Höreth, R., Judas, M.	Neue Schätzformeln zur Bestimmung der Handelsklassen bei Schweinehälften 11
Judas, M., Höreth, R., Branscheid, W.	Röntgen-CT als Referenz für die Handelsklasseneinstufung von Schweinehälften 13
Branscheid, W., Rangnick, U.-B., Troeger, K.	Nebenprodukte der Erzeugung von Fleisch und Fleischwaren – Herausforderungen für die Lebensmittelüberwachung 15
Koenig, M., Hahn, G., Damme, K., Schmutz, M.	Untersuchungen zur Produktqualität von Stubenküken aus Legehybridherkünften 17
Dreyß, C., Troeger, K., Lücker, E.	Erkennung von Qualitätsparametern bei Frischfleisch mittels dielektrischer Zeitbereichsreflektometrie 19
Kabisch, J., Pichner, R., Kador, M., Gareis, M.	Rohwurstherstellung ohne Zusatz von Natriumnitrit: Möglichkeiten und Grenzen 21
Kaspar, D., Eder, D., Scherer, S., Müller, S.	Wirkung von Natriumnitrit auf molekularbiologischer und genetischer Ebene 22
Pichner, R., Schönheit, C., Gareis, M.	Mikrobiologische Sicherheit von marinierten Grillsteaks 23
Böhm, V., Kabisch, J., Pichner, R., Gareis, M.	„Blown Packs“ und psychrophile Clostridien bei vakuum- verpacktem Fleisch 24

Eckardt, S., Kabisch, J., Pichner, R., Gareis, M.	Hygieneprobleme in Fleisch verarbeitenden Betrieben durch psychrophile Clostridien	25
Chernukha, I., Selivanova, E., Kuznetsova, T.	Sensory analysis of meat products: possibilities of "e-nose"	26
Nitsch, P.	Einfluss von F-Wert, Temperatur und Behältergeometrie auf die Konsistenz von Brühwurstkonserven	27
Kröckel, L., Dederer, I., Troeger, K.	Starter- und Schutzkulturen bei Fleischerzeugnissen	29
Hammer, G., Stoyanov, S.	Kuttermesser – unterschiedlicher Anschliff und Gleitwinkel	31
Anschriften der Erstautoren		32

Vorwort

In diesem Jahr werden anlässlich der 45. Kulmbacher Woche 17 Vorträge in 4 Themenbereichen vorgestellt.

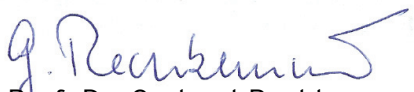
Die „Spezielle Analytik bei Lebensmitteln“ befasst sich mit der zu den Chlorpropanolen gehörenden Verbindung 3-MCPD, die in geräucherten Fleischerzeugnissen nachweisbar ist, und Strategien zu deren Minimierung bei der Räucherung. Weitere Beiträge thematisieren die Bestimmung von Allergenen in Fleischerzeugnissen auf DNA-Basis sowie die Zartmachung von Rindfleisch unter Einsatz elektrohydraulischer Stoßwellen.

In der Sektion „Vermarktungsnormen und Fleischqualität“ werden neue Schätzformeln für Schweinehälften zur Handelsklassenbestimmung und die Verwendung von Röntgen-Computertomographie zu deren Handelsklasseneinstufung präsentiert. Des Weiteren wird aufgezeigt, inwieweit Nebenprodukte bei der Erzeugung von Fleisch und Fleischwaren eine Herausforderung für die Überwachung darstellen und welche Produktqualität Stubenküken aus Legehybridherkünften aufweisen. Die Erkennung von Qualitätsparametern bei Frischfleisch mittels dielektrischer Zeitbereichsreflektometrie schließt das zweite Themengebiet der diesjährigen Kulmbacher Woche ab.

Themen zur „Mikrobiologie und Hygiene“ zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Rohwurstherstellung ohne Zusatz von Natriumnitrit auf und behandeln die Wirkung von Nitrit auf molekularbiologischer und genetischer Ebene. Welche Probleme psychrophile Clostridien bei vakuumverpacktem Fleisch und hinsichtlich der Hygiene in Fleisch verarbeitenden Betrieben bereiten, greifen zwei weitere Vorträge auf. Der Themenbereich wird mit einem Beitrag zur mikrobiologischen Sicherheit von marinierten Grillsteaks abgerundet.

Das vierte Themengebiet „Verarbeitungstechnologie und Produktqualität“ beschließt die Kulmbacher Woche 2010. Kollegen vom allrussischen Fleischforschungsinstitut Gorbатов aus Moskau stellen einen Beitrag zum Einsatz der elektronischen Nase zur sensorischen Bewertung von Fleischprodukten vor. Des Weiteren befasst sich ein Thema mit dem Einfluss von F-Wert, Temperatur und Behältergeometrie auf die Festigkeit von Brühwurstkonserven, die sich von herkömmlichen Brühwürsten nicht unterscheiden sollte. Welche Rolle Starter- und Schutzkulturen bei Fleischerzeugnissen spielen, greift ein weiterer Vortrag auf. Die Bedeutung des Anschliffs und Gleitwinkels beim Kutterschnitt ist Inhalt der abschließenden Präsentation im Rahmen der diesjährigen Kulmbacher Tagung des MRI.

Klar zu erkennen stehen auch im Jahre 2010 wieder kritische Themen der Sicherheit und Qualität bei Fleisch und Fleischerzeugnissen und des damit verbundenen Verbraucherschutzes im Brennpunkt der 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*

3-MCPD in geräucherten Fleischerzeugnissen

JIRA, W.

3-Monochlorpropan-1,2-diol (3-MCPD) stellt die bekannteste Substanz innerhalb der Gruppe der Chlorpropanole dar und wurde erstmals in säurehydrolysiertem Pflanzenprotein (acid-hydrolysed vegetable protein; HVP), das als Aromastoff für die Sojasaucenherstellung verwendet wird, nachgewiesen. Auch zahlreiche erhitzte Lebensmittel wie z. B. dunkel geröstetes Toastbrot weisen hohe 3-MCPD-Gehalte auf. Toxikologische Untersuchungen bei Ratten mit hohen Dosen zeigten, dass 3-MCPD Fortpflanzungsfähigkeit, Nierenfunktion und Körpergewicht beeinträchtigt, zudem konnte bei einer Applikation über einen längeren Zeitraum ein kanzerogenes Potenzial nachgewiesen werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde von wissenschaftlichen Expertengremien der EU sowie von der Weltgesundheits- und Welternährungsorganisation (WHO/FAO) eine tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (Tolerable Daily Intake, TDI) von 2 µg 3-MCPD je Kilogramm Körpergewicht für den Menschen abgeleitet.

In der Europäischen Union gilt für 3-MCPD ein Höchstgehalt von 20 µg/kg (bezogen auf das flüssige Erzeugnis mit 40 % Trockenmasse) für HVP und Sojasaucen. Für Fleischerzeugnisse existiert derzeit kein Höchstgehalt für 3-MCPD und es gibt bislang auch nur sehr wenige veröffentlichte Forschungsergebnisse zum Vorkommen von 3-MCPD in Fleischerzeugnissen. Untersuchungen am Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Stuttgart konnten zeigen, dass 3-MCPD bei der Räucherung von Fleischerzeugnissen entsteht. Dabei konnten in geräucherten Fleischerzeugnissen 3-MCPD-Gehalte im Bereich von 9 bis 133 µg/kg nachgewiesen werden. Am MRI Kulmbach wurden mit Hilfe einer GC/MS-Methode die Gehalte an freiem 3-MCPD in geräucherten Fleischerzeugnissen (insbesondere Rohwurst) untersucht. Die analysierten Proben wurden in den Jahren 2009/2010 im Rahmen von Qualitätswettbewerben gezogen. Die Untersuchungen ergaben 3-MCPD-Gehalte im Bereich von 3 bis 70 µg/kg, die Nachweisgrenze lag bei 2 µg/kg. Durch gezielte Herstellung von geräucherten Fleischerzeugnissen im Technikum des MRI Kulmbach soll nun untersucht werden, welchen Einfluss verschiedene Rezepturen und Räucherbedingungen auf die 3-MCPD-Gehalte in geräucherten Fleischerzeugnissen haben, um Minimierungsstrategien für diese toxischen Substanzen erarbeiten zu können.

Indirekte Bestimmung von Allergenen in Fleischerzeugnissen mittels Polymerase-Kettenreaktion

ANDRÉE, S. und F. SCHWÄGELE

Nahrungsmittel- oder Lebensmittelallergien sind eine besondere Form der Nahrungsmittelunverträglichkeit. Sie sind gekennzeichnet durch eine spezifische Überreaktion gegen bestimmte Stoffe, die in der Nahrung enthalten sind und mit ihr aufgenommen werden. Nahrungsmittelallergien äußern sich in Reaktionen der Schleimhaut, zum Beispiel in Form von Schleimhautschwellungen im gesamten Mund- und Rachenraum, Juckreiz und Anschwellen der Zunge. Symptome im Magen-Darm-Bereich sind Übelkeit, Erbrechen und Durchfall. Nahrungsmittelallergien können aber auch zu Reaktionen der Atemwege (allergische Rhinitis, allergisches Asthma), der Haut (atopische Dermatitis) sowie zu Gelenkserkrankungen (Arthritis) führen.

Um akute und potentiell lebensbedrohliche allergische Reaktionen zu verhindern, sind Betroffene auf eine erfolgreiche Vermeidung der entsprechenden Allergene angewiesen. In diesem Zusammenhang spielt die Kennzeichnung von allergenen Nahrungsmittelbestandteilen eine entscheidende Rolle. Innerhalb der Europäischen Union regeln die Richtlinien 2000/13/EG und 2007/68/EG die zwingend erforderliche Deklaration von Milch, Ei, Fisch, Krustentieren, Erdnüssen, Soja, glutenhaltigem Getreide (z. B. Weizen, Roggen, Gerste), Schalenfrüchten (z. B. Haselnüsse, Walnüsse, Mandeln), Sellerie, Senf, Sesam, Sulfiten, Sesam und Weichtieren sowie bestimmter Erzeugnisse aus den Vorgenannten in Nahrungsmitteln. Allerdings erfasst die oben genannte Gesetzgebung lediglich die wissentliche und absichtliche Verwendung von potentiellen Allergenen in Nahrungsmitteln. Im Kontrast dazu stehen Allergene, deren Präsenz im Nahrungsmittel ungewollt und unbeabsichtigt ist und die z. B. durch Kreuzkontamination bei der Produktion in das Produkt gelangen können. Diese versteckten Allergene, die oft nur in Spuren enthalten sind, stellen ebenfalls eine erhebliche Gefährdung der Gesundheit allergischer Personen dar. Um die Sicherheit potentiell gefährdeter Konsumenten zu gewährleisten, ist eine konzertierte Aktion der Lebensmittelproduzenten, der Legislative und der Kontrollbehörden zwingend notwendig. Eines der dazu notwendigen Werkzeuge ist die Entwicklung verlässlicher Methoden, die in der Lage sind, Allergene bereits in Spuren bei Nahrungsmitteln nachzuweisen.

Derzeit zielen Methoden zum Nachweis von Allergenen in Nahrungsmitteln in zwei prinzipielle Richtungen. Die Mehrzahl der z. Zt. etablierten Methoden basiert auf der direkten immunologischen Detektion des Allergie auslösenden Proteins mittels Enzyme Lin-

ked Immunosorbent Assay (ELISA). DNA-basierende Methoden, wie die Polymerase-Kettenreaktion (PCR), sind sehr spezifisch und stellen ein hoch sensitives Instrument zur Detektion des potentiell allergenen Nahrungsmittels dar. Allerdings detektieren sie nicht das Allergie auslösende Agens direkt. Die Ergebnisse korrelieren also nicht notwendigerweise direkt mit der tatsächlichen allergenen Belastung. Außerdem ist nicht auszuschließen, dass Proteine (Allergene) und DNA innerhalb des Produktionsprozesses unterschiedlich beeinflusst werden. Trotz dieser limitierenden Faktoren bieten DNA basierte Methoden zur Allergenanalytik auch deutliche Vorteile. Der Analyt, die Ziel-DNA, ist bei der Extraktion weniger labil als ein zu extrahierendes Protein. Außerdem ist DNA gegenüber geographischen und saisonalen Einflüssen sehr stabil, während es nicht auszuschließen ist, dass sich die Proteinzusammensetzung unter diesen Umständen verändert.

In der aktuellen Literatur ist eine Vielzahl von PCR-Primersystemen zur Bestimmung von Allergenen beschrieben. Nicht immer ist die Anwendbarkeit dieser Systeme für die Matrix Fleischerzeugnis geprüft bzw. verifiziert worden. Ziel der vorliegenden Arbeit war, in einer breit angelegten Studie die Eignung dieser Systeme zu prüfen und ihre Leistungsfähigkeit bzw. Sensitivität in einer herkömmlichen PCR mit nachfolgender Polyacrylamidgelelektrophorese (PAGE) zu verifizieren. Dabei konnte auf bereits vorhandenes Probenmaterial zurückgegriffen werden.

Im Rahmen des EU-Projektes MolSpec-ID (QLK1-CT-02373) wurde eine Reihe von Fleischerzeugnissen definierter Zusammensetzung hergestellt. Diese enthalten auch potentiell allergene Bestandteile wie Weizen, Gerste, Roggen, Erbse, Soja, Erdnuss und Sellerie in Masseanteilen von 0,01 bis 1 %.

Aus diesen Proben wurde mittels eines modifizierten CTAB-Protokolls DNA extrahiert. Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden potentiell geeignete Primersysteme identifiziert. Diese wurden in einer Polymerase-Kettenreaktion mit anschließender gelelektrophoretischer Trennung und Anfärbung des Polyacrylamidgels mit Ethidiumbromid eingesetzt. Wenn notwendig, wurden Anpassungen im PCR-Protokoll vorgenommen. Außerdem wurden regelmäßig positive und eine Vielzahl von Negativkontrollen mitgeführt. Zum Beispiel gelingt der Nachweis von 0,01 % Erbsenanteil im Fleischerzeugnis sicher. Es traten keine Querempfindlichkeiten mit anderen Analyten auf. Der Nachweis kann somit als spezifisch betrachtet werden.

Ähnliche Ergebnisse konnten mit Primersystemen für weitere Allergene erreicht werden. Zukünftig ist hier noch eine Optimierung der PCR-Parameter erforderlich.

Beschleunigte Zartmachung von Rindfleisch durch den Einsatz elektrohydraulischer Stoßwellen?

MÜNCH, S.

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 von küchenfertigen und schnell zuzubereitenden Erzeugnissen hoher Qualität besteht ein erhöhter Bedarf an Steaks oder kurzgebratenen Fleischteilen. Doch vor allem bei der in Deutschland üblichen Züchtung von Zweinutzungsrasen 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 beruht auf einer mechanischen Vergrößerung der interfilamentären und intramyofibrillären Räume, das Ausmaß der Verbesserung ist von der Intensität der erzeugten Stoßwelle abhängig.

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. Bisher verfügbare Anlagen weisen aufgrund ihrer punktförmigen Stoßwellenerzeugung deutliche verfahrenstechnische Nachteile auf, insbesondere weisen diese einen kleinen Arbeitsbereich und eine inhomogene Verteilung der Behandlungsintensität auf. Eine Weiterentwicklung durch Vergrößerung des Arbeitsbereichs durch Erzeugung ebener Stoßwellen wäre zur Erzielung ausreichender Bearbeitungsmengen wünschenswert. Zur Steigerung des Wirkungsgrades bei der Umsetzung elektrischer Energie in mechanische Arbeit ist der Einsatz eines explodierenden Drahts in Anordnungen aus mehreren Drähten oder explodierenden Folien denkbar.

Neue Schätzformeln zur Bestimmung der Handelsklassen bei Schweinehälften

BRANSCHIED, W., HÖRETH, R. und M. JUDAS

Die derzeit in Deutschland gültigen Schätzformeln zur Bestimmung der Handelsklassen (Muskelfleischanteil) und des Handelswertes (Teilstücke) wurden an einer Stichprobe berechnet, die in den Jahren 1995/96 gezogen wurde. Seither hat in Deutschland ein grundlegender Wandel in der genetischen Zusammensetzung und der Leistungsfähigkeit der Schlachtschweine stattgefunden, der Verzerrungen der bestehenden Schätzformeln begründet. Unter Beteiligung der wichtigsten Interessensgruppen wurden daher ein Zerlegeversuch geplant und durchgeführt, der nun die Grundlage für die erforderlichen Neuberechnungen liefert. Für die Untersuchung wurde eine Stichprobe von 319 Schlachtkörperhälften gezogen, in der die beiden Geschlechter (Börge, weibliche Schweine) sowie 3 Gewichtgruppen (unter 90 kg, 90 bis 100 kg und über 100 kg; mittleres Schlachtgewicht 95 kg) gleichgewichtig vertreten sind. Als Genotypen wurden einbezogen: Dänische Hybriden (Duroc * dänische Sau), Deutsche PIC (Pietrain * PIC), niederländische Topigs (Yorkshire * holländische Sau), BHZP (Pietrain * db Naima) und süd-deutsche Dreifachkreuzung (Pietrain * F1-Sau). Für die Ermittlung der Gewebeanteile wurden die Schlachtkörper von Hand zerlegt, nachdem von ihnen zuvor mit dem Computertomographen Ganzkörper-Spiralscans (Schichtdicke 1 cm) hergestellt worden waren. Gleichfalls wurden die Teilstückgewichte erfasst.

In der Prüfung der bestehenden Schätzformeln zeigt sich, dass alle Geräte derzeit den Muskelfleischanteil unterschätzen. Die Klassifizierungsgeräte nach Anhang 2 der Hkl VO (Einstichsonden, Ultraschallgeräte) weisen mit 0,8 % Muskelfleischanteil (MF) die geringste Fehlschätzung am Gesamtmaterial auf, AutoFOM unterschätzt um 1,6 % MF und das ZP-Verfahren um 3 % MF. Allerdings gibt es Unterschiede der Genotypen; die BHZP weisen bei den meisten Klassifizierungsverfahren die geringste Verzerrung auf, die Pi x PIC die größte. Bei der Schätzung der Teilstücke durch AutoFOM liegen die Fehlschätzungen im erwarteten Bereich. Der Genotyp DU x Dä weicht in seinen Fehlschätzungen jedoch ersichtlich von den anderen Genotypen ab, indem er stärker überschätzt (Schinken und Schinken schier) bzw. weniger stark unterschätzt wird (Lachs, Schulter) als die anderen Genotypen. Die größten, insgesamt auch inakzeptablen Fehlschätzungen treten bemerkenswerterweise beim Bauchgewicht auf.

Neuberechnungen der Schätzformeln wurden nicht nur für die bestehenden Verfahren durchgeführt, sondern auch für zwei in Deutschland noch nicht zugelassene vollautoma-

tische Klassifizierungsgeräte. Dies ist zum einen das Gerät CSB-Image-Meater, das auf der Basis der Videobildauswertung in der Spaltebene und dort auf Höhe des Schinkenspiegels Speck- und Fleischdickenmessungen vornimmt und zur Schätzung nutzt. Das andere Gerät ist eine Fortentwicklung des AutoFOM, das unter der Bezeichnung AutoFOM III auf den Markt kommen soll. Die Anordnung der äußeren Funktionsteile entspricht dem bisher bekannten AutoFOM, die elektronische Mess- und Auswertungs-einheit wurde jedoch völlig überarbeitet. Beide Geräte wurden bereits der PTB zur Zulassung vorgestellt, die der Übernahme der Geräte in den Zerlegeversuch zugestimmt hat.

Im Prinzip erreichen alle Geräte und Verfahren mit den neuen Formeln die von der EU vorgegebenen Zulassungsbedingungen (Schätzfehler RMSEP <2,5 %), obwohl hierzu noch technische Details in den Entscheidungsgremien zu diskutieren sind. Darüber hinaus sollte die Stabilität der Geräte im Routineeinsatz in der Schlachtlinie für die abschließende Beurteilung berücksichtigt werden. Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung wird empfohlen, einen Feldversuch in mehreren Schlachtbetrieben mit den neu berechneten Schätzformeln durchzuführen.

Röntgen-CT als Referenz für die Handelsklasseneinstufung von Schweinehälften

JUDAS, M., HÖRETH, R. und BRANSCHIED, W.

Handelsklassen für die Schlachtkörper von Schweinen basieren auf deren Muskelfleischanteil (MFA). Die online-Bestimmung des MFA erfolgt in Schlachthöfen mit Klassifizierungsgeräten, die von Hand oder automatisiert betrieben werden. Diese erfassen biometrisch mit dem MFA korrelierte Schlachtkörpermaße, die nach Einsetzen in rechtlich festgelegte Schätzformeln die Ermittlung der Handelsklasse zulassen. Um valide Schätzergebnisse liefern zu können, müssen die eingesetzten Geräte einem aufwändigen Kalibrierungs-Verfahren unterzogen werden, wenn eine Änderung in den biometrischen Eigenschaften der Schlachtpopulation zu vermuten ist.

Die Kalibrierung der online-Geräte erfolgt in einem Prozess, der für die Mitgliedstaaten der EU gesetzlich geregelt ist. Sowohl Versuchsplanung als auch Zulassung von Kalibrierungsformeln sind einer Begutachtung durch die EU-Kommission unterworfen. In jüngster Zeit hat die Kommission den Einsatz der Röntgen-Computertomographie als Referenzmethode für die Geräte-Kalibrierung zugelassen. Dies geht auf langjährige internationale Bemühungen zurück, eine zuverlässige und effiziente Alternative für die manuelle grobgewebliche Zerlegung zu finden.

In Deutschland hatte das MRI, Standort Kulmbach, in den letzten Jahren eine Drift in der Messgenauigkeit der online-Messungen festgestellt. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2009 eine umfassende Untersuchung zur Aktualisierung der Schätzformeln der Klassifizierungsgeräte in Deutschland durchgeführt. Durch die geänderte Gesetzgebung war es möglich, den Röntgen-Computertomographen (CT) des Instituts in den Versuch einzubinden. Eine umfangreiche Stichprobe von ca. 300 Schlachtkörpern konnte untersucht werden, die hinsichtlich MFA und genetischer Vielfalt die derzeitige Spannweite der deutschen Schlachtpopulation widerspiegelt. Alle Schlachtkörper wurden mit dem CT untersucht, die Hälfte wurde zusätzlich grobgeweblich zerlegt. Dieser Versuchsansatz verfolgt zwei Ziele. Zum einen kann die CT-Analyse auf die Daten aus der manuellen Zerlegung abgestimmt werden. Dies erfüllt die Anforderung der EU-Kommission, die Eignung des CT als Referenzmethode nachzuweisen. Zum anderen liefert die CT-Methode mit einem Datensatz von 300 Schlachtkörpern ein ausreichend hohes Potential zur Kalibrierung und Validierung allgemeingültiger und robuster Schätzformeln für die online-Geräte.

Die Messung des MFA mit dem CT basiert auf der Abschwächung von Röntgenstrahlung, welche von der Dichte des durchstrahlten Gewebes abhängt und dadurch im Schlachtkörper eine gute Unterscheidung von Fleisch, Fettgewebe und Knochen ermöglicht. Ein Schlachtkörper wird in ca. 140 virtuellen Scheiben von 1 cm Dicke gescannt, woraus Bilder mit einer Pixelauflösung von ca. 1 mm² rekonstruiert werden. Die Bildpixel werden in Graustufen dargestellt, die der spezifischen Röntgenabschwächung entsprechen.

Zur Auswertung der gewonnenen CT-Bilder werden verschiedene Ansätze erprobt. Es können z. B. Methoden der Bildanalyse eingesetzt werden, um Gewebeflächen zu segmentieren und daraus eine Regression mit dem MFA abzuleiten. Im Unterschied dazu setzen wir ein spektralanalytisches Verfahren ein, das in unserem Institut entwickelt und erfolgreich erprobt wurde. Die Analyse nutzt die relative Häufigkeitsverteilung der Grauwerte in den CT-Bildern, ohne die räumliche Anordnung der Pixel zu berücksichtigen. Die statistische Auswertung erfolgt dabei mit Methoden der Spektralanalyse (PLS-Regression). Das PLS-Modell wurde mit den Referenzdaten aus der manuellen Zerlegung kalibriert, die von speziell trainiertem Personal akribisch durchgeführt wurde. Dadurch konnte ein CT-Modell erstellt werden, das mit hoher Genauigkeit den MFA in Schlachtkörpern misst. Der generelle Schätzfehler im aktuellen Versuch beträgt ca. 1 % (0,7 %-Punkte MFA). Für einzelne Versuchsgruppen (Genetik x Gewicht x Geschlecht) kommt es zu leichten systematischen Abweichungen, die z. B. bei den Genetiken maximal -0,5 %-Punkte MFA betragen. Dies liegt im Rahmen der Messgenauigkeit der manuellen Zerlegung.

Durch die erfolgreiche Kalibrierung eines CT-Modells zur virtuellen „Spektralzerlegung“ von Schlachtkörpern steht somit ein sehr großer Datensatz zur Verfügung, um die nationalen Klassifizierungsgeräte EU-konform zu aktualisieren.

Nebenprodukte der Erzeugung von Fleisch und Fleischwaren – Herausforderungen für die Lebensmittelüberwachung –

BRANSCHIED, W., RANGNICK¹, U.-B. und K. TROEGER

In den Jahren 2005 bis 2007 haben zahlreiche Vorkommnisse gezeigt, dass in Deutschland tierische Nebenprodukte und andere Rohstoffe, die nicht für den menschlichen Verzehr geeignet sind, in die Lebensmittelkette eingeschleust werden und daher ein ernsthaftes Problem darstellen. In der Öffentlichkeit haben diese Produkte inzwischen die einprägsame Bezeichnung „Gammelfleisch“ erhalten. Allerdings sind die Vorkommnisse in keinem Fall mit fassbaren gesundheitlichen Risiken verbunden gewesen.

Um den Ursachen dieser Problematik näher zu kommen, wurde die vorliegende Untersuchung durchgeführt. Ausgangspunkt der Überlegungen war ein „dreifaktorieller Ansatz“, der mit

- der Gewinnerwartung,
- der Entdeckungswahrscheinlichkeit und
- der zu erwartenden Strafhöhe

die Wahrscheinlichkeit einer Gesetzesübertretung zu erklären versucht. Um für diesen Ansatz Informationen zu gewinnen, wurde eine Befragung von Akteuren der Wirtschaft sowie der staatlichen Überwachung durchgeführt und im Sinne einer Fehleranalyse (FMEA) ausgewertet. Daraus konnte schließlich eine Rangfolge der wichtigsten Risiken abgeleitet werden. Weiter wurde auf der Basis der Definition der Nebenprodukte und ihrer Mengenströme versucht, Einschätzungen des mengenmäßigen Risikopotentials zu gewinnen.

Als Ergebnis der Befragung liegen danach die wichtigsten Fehler bzw. Risiken im Hinblick auf Gammelfleisch in:

- krimineller Energie,
- Mängeln der Kontrollmethoden der staatlichen Kontrollen und der Sanktionen
- Verfahrensfehlern sowie mangelnder Sachkunde und Sachkundenachweisen in der Prozesskette
- fehlende Plausibilitätskontrollen bei Risikoprodukten

¹ Fachberatung fabur, Herten

K3-Material hat für die Befragten geringe Bedeutung, allerdings werden Stichfleisch, Warenüberstände und Retouren häufig als Risiko genannt. Die Nebenprodukte der Schlachtung (Lebensmittel mit geringem Marktwert) werden allgemein nicht für besonders bedeutend gehalten.

Als weitere Ergebnisse der Untersuchung können zum Problem „Gammelfleisch“ festgehalten werden:

- Die nationale und gemeinschaftliche Regelungsdichte reichen aus, um das Problem rechtlich einzugrenzen, wenn man von einzelnen wünschenswerten Ergänzungen absieht (Kennzeichnung Tiefkühlware mit dem Schlacht- und Einlagerungsdatum).
- Die risikoorientierten Kontrollen sind ein richtiger Ansatz. Allerdings scheinen sich die Kriterien und der Geist dieser Kontrollen eher auf hygienische Risiken als auf Risiken der Verbrauchertäuschung zu richten. Für diese sind möglicherweise andere Kriterien heranzuziehen als im Hinblick auf die Hygiene.
- Die privatwirtschaftlichen QM-Systeme dienen wirtschaftlichen Zielen und bieten keinen wirksamen Schutz vor kleiner Kriminalität in großen Serien und großer Kriminalität im Einzelfall.
- Die staatlichen Kontrollen müssen beibehalten und gestärkt werden. Hierzu gehört:
 - Unabhängigkeit der Kontrollinstitutionen
 - Organisatorische Sicherheit der Kontrollinstitutionen und ihrer Mitarbeiter und Abschluss nicht endender Reorganisationsbemühungen
 - Anpassung des Personalbestandes an die Kontrollerfordernisse, die durch die vorhandene Gesetzgebung festgelegt werden.

Sollten aber die Sachverhalte der Verbrauchertäuschung für so wenig bedeutend gehalten werden, dass sie in wesentlichen Teilen dem Zusammenspiel der Wirtschaft überlassen werden können, so sollte auf Basis einer entsprechenden politischen Willensbildung das Rechtswerk angepasst werden, um nachfolgend die Kontrollen rechtskonform in minderm Maße durchzuführen.

Untersuchungen zur Produktqualität von Stubenküken aus Legehybridherkünften

KOENIG, M., HAHN, G., DAMME, K. und M. SCHMUTZ

Im Rahmen der Reproduktion von Legehennen werden Jahr für Jahr in Deutschland über 40 Millionen männliche Legehybriden als Eintagsküken getötet. Diese Tatsache stellt in der heutigen Zeit ein ernstzunehmendes ethisches Problem dar. Im Rahmen eines Forschungsprojektes¹ soll die Mast der männlichen Legehybriden und deren Nutzung als Stubenküken als Lösungsansatz dienen.

Im Zuge mehrerer Mastdurchgänge werden die Wirtschaftlichkeit, geeignete Managementfaktoren sowie die Produkteigenschaften untersucht. Im ersten Versuchsdurchgang wurden vier verschiedene Legehybrid-Herkünfte (mittelschwere Braunleger: Lohmann Brown, Hy-Line Brown; leichte Weißleger: Lohmann Selected Leghorn, Dekalb White) auf Mastleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität geprüft, um die am besten geeigneten Herkünfte zu ermitteln.

In der vorliegenden Untersuchung werden einzelne Kriterien der Produktqualität dargestellt. Hierbei sind vor allem die Ergebnisse der sensorischen Analyse (beschreibend-bewertendes Prüfverfahren mit Skala), der Scherkraftmessungen sowie die Resultate der Farb- und pH-Wertmessungen von Interesse, da diese Fleischqualitätsparameter für die Produktqualität von besonderer Bedeutung sind.

Bei der sensorischen Bewertung des Brustmuskels, wurden die leichten Weißleger LSL und Dekalb bezüglich Saftigkeit (3,1), Zartheit (4,4) und Aroma (3,9) höher bewertet als die mittelschweren Braunleger LB und Hyline (Saftigkeit: 2,9; Zartheit: 3,7; Aroma: 3,7). Werden die Untersuchungen zur Scherkraft (maximal aufgewendete Kraft in N) herangezogen, so verzeichneten ebenfalls die Weißleger mit 12,9 N tendenziell bessere Ergebnisse als die Braunleger mit 17,3 N, da niedrige Scherkraftwerte mit einer höheren Zartheit verbunden sind.

Die pH-Wertmessung wurde an Brust- und Schenkelmuskulatur vorgenommen. Hierbei verzeichneten die Weißleger LSL und Dekalb signifikant höhere Werte als die Braunleger LB und Hyline. Minolta-Farbmessungen erfolgten ebenfalls an Brust- und Schenkelmuskulatur. Eindeutig signifikante Unterschiede zwischen den leichten und mittelschweren

¹ Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über die BLE im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung

Herkünften konnten nur im rot-grün-Wert (a^* -Wert) bei der Messung des Brustmuskels gefunden werden, wobei die Braunleger eine höhere Rotsättigung erreichten.

Aufgrund der Resultate des ersten Mastdurchganges (Mastleistung und Schlachtkörperzusammensetzung) und der hier dargestellten Ergebnisse der Fleischqualität erwiesen sich die mittelschwere Herkunft Lohmann Brown (Braunleger: LB) und die leichte Herkunft Lohmann Selected Leghorn (Weißleger: LSL) als insgesamt am besten geeignete Herkünfte.

Weitere Untersuchungen werden zeigen, inwieweit durch Optimierung der Fütterung und der Mastperiode zusätzliche Verbesserungen bezüglich der Mastleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Produktqualität erzielt werden können.

Diese Untersuchung stellt eine erste Bestandsaufnahme dar, die dazu beitragen soll, die Lösung eines ethischen Problems in der Legehennenproduktion mit der Entwicklung eines wirtschaftlich rentablen und qualitativ hochwertigen neuen Produktes zu verbinden.

Erkennung von Qualitätsparametern bei Frischfleisch mittels dielektrischer Zeitbereichsreflektometrie

DREYß, C., TROEGER, K. und E. LÜCKER

Durch die in den letzten Jahren aufgetretenen Lebensmittelskandale besteht ein verstärktes Interesse an der Entwicklung neuer Technologien für Erfassung und Monitoring von Qualitätsparametern besonders im Frischfleischsektor.

Da die dielektrischen Eigenschaften eines jeden Materials, also auch von Fleisch, charakteristisch sind und von Faktoren wie dem Feuchtigkeitsgehalt, der chemischen Zusammensetzung, der physikalischen Struktur und auch der Temperatur anhängig sind, gibt es bereits seit einigen Jahren verschiedene Forschungsbestrebungen im Bereich der dielektrizitätsbasierten Messmethoden.

Ein von der Firma Sequid® entwickeltes Messverfahren für die Bestimmung der Qualitätsparameter Lagerdauer und eventuell erfolgter Gefrierprozesse bei Fisch basiert auf der dielektrischen Zeitbereichsreflektometrie (im Folgenden kurz TDR, time domain reflectometry, genannt). Die Klärung der Frage, in wie weit dieses Verfahren auch bei Frischfleisch angewendet werden kann, ist das Ziel des Projektes.

Die TDR ist ein Verfahren zur Ermittlung und Analyse von Lauflängen und Reflektionscharakteristika elektromagnetisch erzeugter Wellen und Signale. Ein Impulsgenerator erzeugt eine Abfolge von sehr kurzen, elektromagnetischen Einzel-Impulsen im hochfrequenten Bereich (beispielsweise bei dem im Projekt verwendeten Messgerät bis zu 5 GHz). Über eine als Handgerät konstruierte Messsonde werden die Impulse in den Oberflächenbereich des Materials geleitet und entsprechend der dielektrischen Eigenschaften reflektiert. Die Darstellung der reflektierten Hochfrequenzsignale erfolgt auf einem Monitor als Kurve.

In einem Kurvenabschnitt werden nun zwischen 30 und 50 Einzelpunkte ausgewählt und mittels Hauptkomponentenanalyse weiter aufgearbeitet. Anhand der ermittelten Hauptkomponenten lassen sich dann grafische Darstellungen sowie statistische Genauigkeitsbestimmungen der erhobenen Daten durchführen. Auch kann eine Darstellung von Ergebnissen aus konventionellen Qualitätsuntersuchungen (Farbe, pH-Wert, Zartheit, Fettkennzahlen, mikrobiologische Untersuchungen) in Bezug zu den Ergebnissen der Hochfrequenzmessung erfolgen, um mögliche signifikante Beziehungen aufzuzeigen.

Seit Anfang 2009 laufen die ersten Hauptversuchsreihen bezüglich Gefrierprozesserken-
nung (auch im Rahmen eines 18monatigen Langzeitgefrierversuchs), Lagerdauer- sowie
Fremdwassererkennung. Auch wurden bereits erste Vorversuche hinsichtlich Reifegrad-
erkennung von Rindfleisch sowie Erkennung von PSE-Schweinefleisch durchgeführt.
Parallel dazu erfolgt von Seiten der herstellenden Firma eine fortlaufende technische
Weiterentwicklung der Sonden.

Für den Nachweis von Fremdwasser wurde Hähnchenbrustfilets mittels Multinadelin-
jektor und/oder Tumbler in verschiedenen prozentualen Mengen Wasser zugesetzt, bei
der Hälfte der Chargen unter zusätzlicher Verwendung eines Diphosphates. Die Messun-
gen mit der Hochfrequenzsonde wurden nach dreitägiger Kühlung bei 2°C durchge-
führt. Bei der Versuchsauswertung wurde dann anhand verschiedener Kontrollchargen
die Einordnungsgenauigkeit für die mit Wasser versetzten Chargen ermittelt. Je nach
Charge ergaben sich hier Werte für das Bestimmtheitsmaß zwischen 62,5 und 100 %,
wobei der Hauptanteil der Proben mit einer Genauigkeit von über 80 % den richtigen
Chargen zugeordnet werden konnte.

Aus dem noch andauernden Gefrierlagerversuch mit einer Gesamtdauer von 18 Monaten
sollen erste Zwischenergebnisse präsentiert werden. Die Lagerung von drei verschiede-
nen Frischfleischsorten (Schweinebauch, Schweinelachse, Rinderbugstück) erfolgt bei
-12 °C, -18 °C sowie -25 °C vergleichend. Eine Hälfte des Materials wurde vor dem Tief-
gefrieren bei 2 °C für eine Woche gelagert, die andere Hälfte direkt bei Anlieferung ein-
gefroren. Eine abschließende Darstellung der Ergebnisse erfolgt nach Beendigung des
Versuchs im Herbst 2010.

Bei der Genauigkeitsbestimmung der Probeneinordnung in frische, einmal gefrorene und
doppelt gefrorene Chargen (Gefriertemperatur -18 °C) wurden ganze Teilstücke sowie
aufgeschnittene dünnere Scheiben von Schweinelachsen verwendet. Die korrekte Ein-
ordnung der Proben war auch hier mit einer Genauigkeit von bis zu über 95 % möglich.

Diese ersten Ergebnisse aus den Hauptversuchen zeigen, dass bei Fleisch besonders die
Erkennung von Fremdwasserzusätzen bei Geflügelfleisch sowie der Nachweis von Ge-
frierprozessen als Einsatzbereiche der Methode geeignet sind.

Rohwurstherstellung ohne Zusatz von Natriumnitrit: Möglichkeiten und Grenzen

KABISCH, J., PICHNER, R., KADOR, M. und M. GAREIS

In bestimmten Wurstwaren werden Extrakte auf pflanzlicher Basis als Ersatz für Nitritpökelsalz verwendet und die Produkte dementsprechend beworben. Dem Verbraucher gegenüber werden Eindrücke der Gesundheit bei gleichbleibender Lebensmittelsicherheit vermittelt. Tatsächlich enthalten Gewürz- und Pflanzenextrakte jedoch z. T. hohe Gehalte an Nitrat, das in diesen Fleischprodukten durch chemische und mikrobiologische Prozesse zu Nitrit umgewandelt werden kann und damit zur gewünschten Umrötung und Konservierung beiträgt. Dennoch können diese Produkte bislang als frei von Konservierungsstoffen deklariert werden.

Weit problematischer ist jedoch die Tatsache, dass zur mikrobiologischen Sicherheit solcher Produkte keine Angaben gemacht werden können, da i. d. R. wissenschaftliche Studien bislang fehlen.

Ziel des Projektes war daher die Überprüfung des Verhaltens/der Absterbekinetiken von *Listeria monocytogenes* in einem schnittfesten Rohwurstprodukt, das ohne Nitritzusatz unter optimierten Reifetechnologien hergestellt wurde. Als Ersatz dienten zum einen ein kommerziell erhältlicher und ein selbstgewonnener Pflanzenextrakt. In Challengeuntersuchungen wurden hierzu schnittfeste Rohwürste hergestellt, die mit einem Pool aus *Listeria monocytogenes*-Isolaten in unterschiedlichen Konzentrationen belastet waren. Verglichen wurden die Effekte der Pflanzenextrakte (0,5%) mit dem Zusatz von Nitritpökelsalz (0,4-0,5%) sowie der Einfluss von geänderten Reifetechnologien (Temperatur, rel. Luftfeuchte) und Starterkulturen auf das Wachstumsverhalten der *L. monocytogenes*-Isolate.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Zusatz der Pflanzenextrakte keinen antimikrobiellen Effekt auf die pathogenen Mikroorganismen hatte. Nur in Kombination mit geänderten Reifeparametern und einer sehr schnell absäuernden Starterkultur konnte eine Vermehrung von *Listeria monocytogenes* bereits ab dem ersten Reifetag gestoppt werden. Im Unterschied dazu konnte in allen mit Nitrit hergestellten Chargen eine Wachstumshemmung von *L. monocytogenes* beobachtet werden.

Der Vortrag informiert über die Ergebnisse dieser Untersuchungen und macht deutlich, inwieweit ein Verzicht auf Nitritpökelsalz bei gleichzeitiger Optimierung der Herstellungstechnologie ohne Erhöhung des mikrobiellen Risikos gerechtfertigt ist.

Wirkung von Natriumnitrit auf molekularbiologischer und genetischer Ebene

KASPAR, D., EDER, D., SCHERER, S., und S. MÜLLER

ZIEL, Technische Universität München, Abteilung Mikrobiologie, 85354 Freising

Das beim Pökeln verwendete Natriumnitrit wird Fleischerzeugnissen zugesetzt, um das Wachstum pathogener Bakterien zu inhibieren. Tatsächlich führt die Zugabe von Natriumnitrit während des Herstellungsprozesses von Rohwürsten zu einem schnelleren Absterben von *Listeria monocytogenes*.

In *in vitro* Versuchen in BHI Medium resultiert die Zugabe von Natriumnitrit (200 mg/l) in einem verminderten Wachstum von *L. monocytogenes*. Die molekularen Mechanismen dieser Beobachtung sollten aufgeklärt werden.

L. monocytogenes ist laut Annotation des Genoms nicht in der Lage, Nitrat oder Nitrit zu verstoffwechseln und besitzt vermutlich auch keine Regulatoren, die in Abhängigkeit von Nitrat oder Nitrit die Genexpression regulieren. Globale Transkriptionsstudien mittels Microarray-Analysen ergaben jedoch, dass die Zugabe von Natriumnitrit zum Wachstumsmedium nicht nur in einer Hemmung des Wachstums, sondern auch in einer Veränderung des Transkriptionsprofils von *L. monocytogenes* resultiert. In Gegenwart von Nitrit ist die Transkription von 12 Genen aktiviert und von 24 Genen reprimiert.

Unter den Genen, die eine Repression der Transkription in Gegenwart von Nitrit aufweisen, sind die Gene des *pyr*-Operons am stärksten reprimiert (Faktor 7 bis 22) und werden in Gegenwart von Nitrit kaum exprimiert. Diese Gene codieren für Proteine, die eine Funktion bei der Pyrimidin-Biosynthese und somit bei der Nukleinsäure-Biosynthese haben. Die Veränderung der Transkription wurde anhand des Gens lmo1835 (*pyrAB*) mittels qRT-PCR bestätigt. Auf welche Weise Nitrit die Transkription der *pyr*-Gene hemmt, ob durch einen direkten Effekt durch Interaktion mit einem Transkriptionsregulator oder einen indirekten Effekt, z. B. durch Interaktion mit einem Enzym und anschließende Feedback-Hemmung ist noch unklar, soll aber im Weiteren erforscht werden.

Interessanterweise konnte in *in vitro* Versuchen gezeigt werden, dass das Wachstum von weiteren Gram-positiven Infektionserregern wie *Bacillus cereus* und *Staphylococcus epidermidis* nicht bzw. kaum durch die Zugabe von 200 mg/l Natriumnitrit gehemmt wird. Transkriptionsstudien der *pyr*-Gene dieser Organismen ergaben, dass die Transkription dieser Gene nicht durch die Zugabe von Natriumnitrit beeinflusst wird.

In weiterführenden Arbeiten soll die differentielle Wirkung von Nitrit auf unterschiedliche Gram-positive Infektionserreger aufgeklärt werden.

Mikrobiologische Sicherheit von marinierten Grillsteaks

PICHNER, R., SCHÖNHEIT, C. und M. GAREIS

Ziel des Vorhabens war es, fundierte Daten über das Vorkommen pathogener Mikroorganismen in vorverpackten marinierten Schweinefleischzubereitungen und damit über die bakteriologische Sicherheit zu gewinnen.

Hierfür wurden 2008 und 2009 zunächst zwei Marktstudien (jeweils n = 150 Proben) durchgeführt und eine Einteilung der Produkte entsprechend vorherrschender Würz-/Hauptgeschmacksrichtungen in drei Kategorien vorgenommen: Steaks mit 1) Senf-/Bier-, 2) Paprika- und 3) Kräutermarinaden. Jeweils zum Zeitpunkt des Erwerbs und am Ende des MHD wurde der mikrobiologische Status erfasst. Daneben wurden je Produktgruppe 10 Flüssigmarinaden (n=30) untersucht. Zusätzlich zur Markterhebung wurde in einer Tenazitätsstudie die Überlebensfähigkeit von *Salmonella* spp. und *Listeria monocytogenes* in artifiziell kontaminierten Flüssigmarinaden jeder Kategorie während einer Lagerung für 42 Tage bei 4 und 22 °C überprüft.

In zwei Prozent der Handelsproben wurden Salmonellen und Shigatoxin bildende *Escherichia coli* nachgewiesen. *L. monocytogenes* und *Staphylococcus aureus* wurden in 1,7 % (bis zu 95 KbE/g) bzw. in 8 % (bis 340 KbE/g) der Proben detektiert. *Bacillus cereus* und sulfitreduzierende Clostridien waren in 21 % bzw. 24 % der Steaks mit Keimzahlen bis ca. 500 KbE/g vorhanden. In den Flüssigmarinaden waren nur Sporenbildner (bis zu 40 % positive Proben mit Keimzahlen bis ca. 230 KbE/g) nachweisbar.

Bei der Tenazitätsstudie wurde eine kontinuierliche Keimreduktion für beide Pathogene festgestellt: Salmonellen starben dabei in Senfmarinaden schneller als in Paprika- bzw. Kräutermarinaden sowie mit einer deutlicheren und schnelleren Keimzahlreduktion bei 22 °C als bei 4 °C ab. In allen Marinadenkategorien und bei beiden Lagerungstemperaturen war ein Rückgang der *L. monocytogenes*-Keimzahlen mit einer stärkeren Ausprägung der Keimreduktion in den Senfmarinaden sowie bei höherer Lagerungstemperatur (22 °C) zu beobachten.

Die Ergebnisse der Studie belegen für die untersuchten Produkte die Verwendung von Ausgangsmaterialien mit prinzipiell guter hygienischer Qualität. Da jedoch Lebensmittelinfektionserreger in den Produkten vorkommen und auch überleben können, sollte bei der Zubereitung solcher Produkte auf eine Vermeidung von Kreuzkontaminationen und vor dem Verzehr auf eine vollständige Durcherhitzung geachtet werden.

„Blown Packs“ und psychrophile Clostridien bei vakuumverpacktem Fleisch

BÖHM, V., KABISCH, J., PICHNER, R. und M. GAREIS

Fälle von Verderb bei vakuumverpacktem Rindfleisch durch kälteliebende (psychrophile) Vertreter des Genus *Clostridium* wurden erstmalig 1989 bekannt (Dainty et al., 1989; Kalchayanand et al., 1989). Im Englischen wird für diese Verderbssymptomatik, die mit äußerst unangenehmen Gerüchen und der Bildung zum Teil erheblicher Mengen Gas einhergeht, die Bezeichnung „Blown Pack Spoilage“ verwendet. Als Erreger bislang am häufigsten nachgewiesen wurde *Clostridium estertheticum*, ein psychrophiler, anaerober Sporenbildner, der in der Lage ist, vakuumverpacktes Fleisch auch bei Kühltemperaturen von -1,5 °C innerhalb weniger Wochen zu verderben.

Im deutschsprachigen Raum existieren zurzeit nur sehr wenige Daten über die Häufigkeit und Verbreitung dieser psychrophilen Mikroorganismen in vakuumverpacktem Rindfleisch.

Ziel unserer Arbeiten war es daher, festzustellen, wie häufig in Deutschland erhältliches Fleisch unterschiedlicher Herkunft mit *Clostridium estertheticum* kontaminiert ist. Dazu wurden neben Verdachtsproben auch aus dem Handel erworbene Rindfleischstücke in Vakuumverpackungen auf das Vorkommen von *Clostridium estertheticum* untersucht.

Von den 92 bearbeiteten Rindfleischproben waren in der PCR 88 % *Clostridium estertheticum*-positiv und nur 12 % negativ.

Zudem wurden Wild-, Lamm-, Schweine- und Putenfleisch auf das Vorkommen von *Clostridium estertheticum* untersucht. 75 % der Wildfleischproben, 50 % der Lammfleischproben, 58 % der Schweinefleischproben und 60 % der Putenfleischproben konnten als *Clostridium estertheticum*-positiv eingeordnet werden.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die Kontamination von vakuumverpacktem Rindfleisch mit *Clostridium estertheticum* weitaus größer ist als angenommen und diese Verderbsproblematik mittlerweile kein ausschließliches Problem von Rindfleisch exportierenden Ländern (Brasilien, Neuseeland, USA) mehr ist, sondern Deutschland und Europa in weiten Bereichen erfasst hat. Darüber hinaus belegen die Untersuchungen, dass „Blown Pack Spoilage“ nicht nur bei vakuumiertem Rindfleisch auftreten kann.

Hygieneprobleme in Fleisch verarbeitenden Betrieben durch psychrophile Clostridien

ECKARDT, S., KABISCH, J., PICHNER, R. und M. GAREIS

Kälteliebende Clostridien wie *Clostridium estertheticum* haben in jüngster Vergangenheit eine wachsende Bedeutung als Verderbserreger von vakuumverpacktem Rindfleisch erlangt. Mittlerweile zeichnet sich ab, dass es sich dabei um ein weltweites Problem handelt. Da es vor allem bei hochwertigen Teilstücken vom Rind (Filet, Roast Beef) zu Verderberscheinungen kommt, sind sehr hohe wirtschaftliche Schäden für die Fleischindustrie die Folge.

Über die genauen Eintragsquellen und Kontaminationswege von psychrophilen bzw. psychrotrophen *Clostridium* spp. in Fleisch verarbeitenden Betrieben liegen bislang nur wenige Kenntnisse vor. Allerdings belegen unsere bislang durchgeführten Untersuchungen, dass Schlacht-, Zerlege- und Fleisch verarbeitende Betriebe jeglicher Größe und Struktur vom Problem verdorbener, aufgegaster Vakuumverpackungen mit Rindfleisch („Blown Pack Spoilage“) betroffen sein können.

Unsere Arbeiten konzentrieren sich daher auf die Identifizierung der Eintragswege und Kontaminationsstellen für Clostridien in der Produktionslinie mit dem Ziel, geeignete Sanierungs- und Präventionsmaßnahmen abzuleiten. Besonders problematisch ist hierbei die Kontamination von Oberflächen mit Clostridien sporen, die sehr widerstandsfähig gegenüber Umwelteinflüssen und Reinigungsmaßnahmen sind.

In Kooperation mit insgesamt vier Problembetrieben unterschiedlicher Größe wurden Beprobungen nach definierten Vorgaben durchgeführt, kritische Stellen lokalisiert und der Erfolg von speziellen Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen kontrolliert.

Am konkreten Beispiel eines Betriebes wird die Vorgehensweise dargestellt und gezeigt, dass eine Kontamination von frischer Ware durch Hygienemaßnahmen erheblich gesenkt werden kann, eine komplette Sanierung aber mit hohem Aufwand und vorübergehender Betriebsschließung verbunden sein wird.

Sensory analysis of meat products: possibilities of “e-nose”

CHERNUKHA, I., SELIVANOVA E. and T. KUZNETSOVA
GNU The V.M. Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russia

Sensory evaluation by human sensory organs is a common method for the determination of food quality. Objective sensory analysis can also be performed by use of modern analytical instruments, for example, multi-sensory systems (“electronic nose”). Sensory systems are currently used in Russia in many industries – food industry, medical industry, armaments industry, etc. However, there is almost no application in meat industry. Nevertheless, its potentials allow to solve issues of qualitative and quantitative analysis of multi-component mixtures of volatile substances, forming the odor of food products.

As the results of investigations have shown, “electronic nose” can be of importance in the evaluation of meat freshness. It is known that the decomposition products of proteins, fats and carbohydrates, namely carbon dioxide, ammonia, hydrogen sulfide, volatile fatty acids, peroxides, aldehydes, ketones, oxygen acids, mercaptans and other substances (the level can vary in dependence upon different factors) are the main volatile substances, forming the spoilage odor of raw meat. Based on multisensory analysis of qualitative and quantitative composition of volatile components, forming meat odor during storage, a technique for freshness evaluation of raw meat of different slaughter animals using the sensory system “VOCmeter” has been developed. The detection limits of sensors for the corresponding freshness categories of raw meat materials (muscular and fatty tissues separately) were determined on the basis of the results of traditional methods of physico-chemical and sensorial analysis. Criteria for evaluation of meat freshness were determined using principal component analysis (PCA).

Studies on raw meat during storage allowed to assess the limitations of PCA, corresponding to each category of freshness both of muscular and fatty tissue. Calibration plots of multi-sensory evaluation on freshness of muscular and fatty tissues of different slaughter animals were elaborated. The developed technique enables a relatively fast objective evaluation of the freshness of raw meat (not longer than 30 min.).

Multisensory analysis allowed also to differentiate frozen raw meat stored for varying periods. Comparative investigations have shown promising results for instrumental sensory evaluation of meat odor allowing to eliminate the influence of human sensory evaluation in the future. The benefits of these analytical methods are simplicity and velocity.

Einfluss von F-Wert, Temperatur und Behältergeometrie auf die Konsistenz von Brühwurstkonserven

NITSCH, P.

Hauptbeanstandungskriterium sind bei Qualitätsprüfungen von Fleischwarenkonserven mit weitem Abstand Konsistenzmängel, die sich bei Brühwurst in einer produktuntypischen Weichheit bis Streichfähigkeit ausdrücken. Nach KLETTNER (1988 u. 1991) sind Farbe aber auch Festigkeit ausschlaggebende Qualitätsparameter für Brühwurst, wobei ein festlockerer Biss erwartet wird. Bei der Erhitzung von Fleisch erfolgt eine temperaturabhängige Festigkeitszunahme mit einem Maximum bei 80 °C, der oberhalb von 75 °C eine erhitzungszeitlich abhängig einsetzende Festigkeitsabnahme durch den erhitzungsbedingten Ab- und Umbau in lösliches Kollagen (= Gelatine) entgegenwirkt und diese laut SEUSS u. HONIKEL (1987) überkompensiert. Erhitzungsbedingte Konsistenzveränderungen sind auch bei Fleischwaren zu finden. Die Temperaturhöhe scheint aber hier entgegen landläufiger Meinung wenig ausschlaggebend, denn KLETTNER (1991) konnte bei Brühwurstfrischware nach Art einer Lyoner keinen Einfluss der Kerntemperatur in Bereichen zwischen 65 °C und 90 °C auf die Festigkeit nachweisen. Wichtiger scheint eine Temperatur-Zeit-Beziehung zu sein (WIRTH, 1962; LANGE, 1972), wobei bei gleichem Abtötungseffekt (= F-Wert) niedrigere Temperaturen zu deutlicheren Veränderungen resp. Abnahmen der Produktqualität führen (NITSCH et al., 1974). Allgemein wird im Zusammenhang mit dem C-Wert (= „Cooking value“), welcher mathematisch analog zum F-Wert ein Maß für die Kochschädigung einer Erhitzung darstellt, eine Zeit-Temperatur-Kombination als maßgeblich angesehen. SIELAFF (1996) spricht zudem von Einflüssen der Behältergeometrie auf den sensorischen Status von in antimikrobiell identischer Hinsicht auf gleiche F-Werte erhitzten Konserven. Allgemein wird Konservenbehältern mit einer großen Oberfläche im Bezug auf ihr Füllvolumen (= große spezifische Oberfläche) neben günstigen geschmacklichen Aspekten auch ein positiver Einfluss auf die Konsistenz nachgesagt, die sich in vergleichsweise höherer Festigkeit in Kombination mit geringeren Festigkeitsunterschieden zwischen Rand- zu Kernzone äußern sollen. Allgemein gibt es jedoch bisher dazu keinerlei systematischen Arbeiten, die zumindest eine diesbezügliche Wirkung nur eines der diskutierten Faktoren quantifiziert. In der vorliegenden Arbeiten sollte daher erstmals anhand eines dreifaktoriell-dreistufig abgestimmten Versuchsdesign nach Box u. Behnen (1960) die Einflüsse von Erhitzungs- resp. Sterilisationstemperatur, spezifischer Konservenbehälteroberfläche und – anhand des F-Wertes – Erhitzungsintensität auf die Konsistenz feinerzkleinerter Brühwurstkonserven durch Festigkeitsmessungen systematisch untersucht und in ihrer Einflussstärke bestimmt werden. Ziel dabei war, zum einen die o. a. Widersprüchlichkei-

ten dazu aufzuklären und zum anderen das Potential rein konserventechnologischer Maßnahmen zur Konsistenzbeeinflussung auszuleuchten. Zusätzlich wurden auch noch Parameter der Produktfarbe, des Produktaromas und der Lipidumsetzung gemessen.

Entgegen bisheriger Lehrmeinung, dass hohe Temperaturen und bzw. oder eine geringe Konservenbehälteroberfläche über schlechteren Wärmeein- und -austrag sich in weicher Konsistenz und ausgeprägten Festigkeitsdifferenzen zwischen Rand- und Kernbereich äußern würde, erwiesen sich eine die Wärmeleitung effizienter gestaltende Behältergeometrie und die Höhe der Temperatur zumindest in den untersuchten Variationsmöglichkeiten erstaunlicherweise als nahezu wirkungslos im Bezug auf eine kalkulierbare Konsistenz- resp. Festigkeitsveränderung. Der F-Wert hingegen zeigt deutliche Wirkung. So stellt er u. a. auch ein indirektes Maß für die auf das Füllgut einwirkende Wärmemenge oder Energie dar. Als C-Wert wurde daher schon seit langem versucht, dieses Messprinzip weg von mikrobiellen hin zu sensorisch-qualitativen Aspekten zu modifizieren, was allerdings aufgrund der Problematik auszuwählender Richtwerte und deren Quantifizierung nie generalisierbar funktionierte. Zumindest aber steigern niedrige C-Werte allgemein die sensorische Produktqualität. Somit ist zur Erlangung einer möglichst hohen Festigkeit der Wärmeeintrag mittels genau angepasster Mess- und Regeltechnik exakt auf das absolut mikrobiell notwendige Mindestmaß zu minimieren, wobei Behälterform und Erhitzungstemperatur bis zu einer Höhe von 120 °C frei gewählt werden können. Allerdings beschränkt sich dies nur auf den Aspekt der Festigkeit und nicht unbedingt auf die Vielzahl anderer, sensorischer Parameter.

Starter- und Schutzkulturen bei Fleischerzeugnissen

KRÖCKEL, L., DEDERER, I. und K. TROEGER

Fleischverarbeitern steht heute im Vergleich zu früher eine größere und differenziertere Auswahl an bakteriellen Starter- und Schutzkulturen zur Verfügung. Der Handel bietet neben den üblichen Rohwurststartern auch Kulturen mit probiotischen Eigenschaften, bacteriocinogene Schutzkulturen für streichfähige Rohwurst und vorverpackte Aufschnittware (Kochschinken, Brühwurst) sowie spezielle Kulturen für Rohschinken an. In der industriellen Produktion von Rohschinken werden heute nach einschlägiger Auskunft Starter- und Schutzkulturen nahezu routinemäßig eingesetzt. Rohwürste mit probiotischen Kulturen findet man dagegen im Handel nach wie vor eher selten. In welchem Umfang Schutzkulturen für vorverpackten Kochschinken- und Brühwurstaufschnitt eingesetzt werden ist derzeit nicht bekannt.

Mit dem Einsatz solcher Kulturen werden eine Reihe unterschiedlicher Ziele verfolgt. Für Rohwurst steht eine breite Palette von Starterkulturen zur Auswahl, die zur mikrobiologischen Absicherung und Standardisierung des Herstellungsprozesses beitragen (Absenkung des pH-Wertes, Umrötung, Aromabildung). Probiotische Kulturen sprechen darüber hinaus auch den gesundheitsbewussten und/oder "wellness"-orientierten Konsumenten an. Von solchen Kulturen wird erwartet, dass sie zum Zeitpunkt des Verzehrs in einer Keimzahl vorliegen, die eine probiotische Wirkung wahrscheinlich machen (mindestens 1 Mio. Keime pro Gramm). Schutzkulturen sollen vor allem die Vermehrung pathogener Mikroorganismen während der Herstellung und/oder Lagerung der Fleischerzeugnisse verhindern, etwa von *Staphylococcus aureus* beim Rohschinken oder *Listeria monocytogenes* in vorverpackter Aufschnittware. Insbesondere bei Erzeugnissen wie vorverpackter Aufschnittware, wo Milchsäurebakterien auch zum Verderb beitragen können, muss darauf geachtet werden, dass die eingesetzte Kultur nicht selbst zu sensorisch nachteiligen Ergebnissen führt. Mildsäuernde, homofermentative Kulturen ohne auffällige kometabolische Eigenschaften können hier am ehesten überzeugen. Wie sich insbesondere die neueren Kulturen in der Praxis bewähren ist weitgehend unbekannt.

Im Rahmen eines Projektes, das Möglichkeiten zur Herstellung qualitativ hochwertiger und mikrobiologisch sicherer Produkte aus dem Fleisch von Altschafen erkundet, wurden Salami-Würste mit verschiedenen Starterkulturen und Rohschinken mit Starter- und Schutzkulturen hergestellt. Die Rohwurst wurde aus 80 % Schafffleisch und 20 % Speck unter Zusatz von 2,6 % Nitritpökelsalz (NPS), Gewürzen und den Milchsäurebakterien *Lactobacillus sakei* (moderne Kultur), *Lactobacillus plantarum* (überlieferte Kultur) und *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* (probiotisch) in Verbindung mit *Staphylococcus carnosus/xylosus* hergestellt. Nach erfolgter Fermentation, Räucherung und 35 % Abtrocknung wurden die Würste in Folienverpackung unter Vakuum bis zu 9 Monate bei

7 °C gelagert und in Abständen mikrobiologisch und sensorisch geprüft. Eine Produktion ohne Starter stellte sich unter den gewählten Reifebedingungen (3 d 23 °C/90 % rF, 7 d 18 °C/90 % rF, 7 d 18 °C/85 % rF, 7 d 15 °C/80 % rF) als mikrobiologisch und technologisch riskant heraus (Wachstum Lezithinase positiver Staphylokokken, zu weiche Wurst). Dagegen erwiesen sich alle Chargen mit Starterkulturen als mikrobiologisch sichere und sensorisch ansprechende Erzeugnisse, auch nach längerer Lagerung. Erwartungsgemäß hielt sich die *L. sakei* Kultur während der gesamten Lagerdauer auf hohem Niveau ($> 10^8$ KBE/g), während die beiden anderen Kulturen teilweise bereits nach 3 Monaten die Schwelle von 1 Mio. KBE/g erreichten und von fleischeigenen Stämmen aus der *L. sakei/curvatus* Gruppe abgelöst wurden. Problematisch für das Überleben der nicht fleischtypischen Kulturen *L. plantarum* und *L. paracasei* ist auch eine zu starke Abtrocknung der Produkte. In einem Fall lag die Keimzahl der probiotischen Kultur bereits nach abgeschlossener Abtrocknung unter 1 Mio. KBE/g, bei zwei anderen Herstellungen konnte dagegen auch nach 9 Monaten noch eine akzeptable Keimzahl nachgewiesen werden. Wer Würste mit probiotischen Kulturen bewerben möchte, sollte daher den spezifischen Keimgehalt im Rahmen der betrieblichen Qualitätskontrolle entsprechend überprüfen. Eine unter ähnlichen Bedingungen hergestellte und zur Verkostung auf der Internationalen Grünen Woche 2010 in Berlin (IGW 2010) gereichte probiotische Salami aus Rind- und Schweinefleisch enthielt 19 Tage nach Herstellung 100 Mio. KBE/g *L. paracasei* und nach 71 Tagen immer noch 30 Mio. KBE/g. Die *L. plantarum* Kultur in der Vergleichscharge war dagegen bereits nach 4 Wochen unter die 1 Mio. KBE/g Schwelle gesunken und durch fleischeigene *L. sakei/curvatus* Stämme verdrängt worden.

Bei geräuchertem Rohschinken (3-4 Wochen Trockenpökeln im Vakuumbbeutel bei 7 °C, 35 % Abtrocknung), zeigten sich keine sensorischen Unterschiede zwischen den Chargen mit und ohne Starter- und Schutzkulturen. Der eingesetzte *Lactobacillus pentosus* Starter war bereits am Ende der Pökelfase nicht mehr nachweisbar. Die *L. sakei* Schutzkultur war dagegen mit 10^8 – 10^9 KBE/ml und *S. carnosus* mit 10^6 – 10^7 KBE/ml in der Pökellake enthalten. Mit Kulturzusatz lagen die pH-Werte der Lake stets niedriger als ohne. Die MSB-Keimzahlen der fertigen Schinken lagen mit Kulturzusatz tendenziell höher und die der Staphylokokken niedriger. *S. aureus* verdächtige Kolonien und *Listeria* spp. lagen stets unter der Nachweisgrenze von 100 KBE/g. Bei einem unter ähnlichen Bedingungen mit Kulturzusatz hergestellten und zur Verkostung auf der IGW 2010 gereichten Rohschinken aus Schweinefleisch enthielt die Lake am Ende der Pökelfase 6-11 Mio. KBE/g *L. sakei* und 10-20 Mio. KBE/g *S. carnosus*, die *L. pentosus* Keimzahl war $< 0,1$ Mio. KBE/g, der pH-Wert der Lake 5,7-5,8.

Schutzkulturen für vorverpackten Brühwurstaufschnitt stehen die Verbraucher, wie eine Besucherbefragung auf der IGW2010 zeigte, überwiegend positiv gegenüber. Den strengen Kriterien geprüfter Sensoriker hält allerdings nicht jeder Stamm stand.

Kuttermesser – unterschiedlicher Anschliff- und Gleitwinkel

HAMMER, G. F. und S. STOYANOV

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) geförderten Forschungsvorhabens¹ soll der den Erfolg des Kutters entscheidende komplexe Schneidvorgang transparent gemacht werden und insbesondere soll der Bräthersteller einen physikalisch fundierten Leitfaden zur Auswahl von Kuttermessern bekommen. Im Rahmen des Projektes stellte sich heraus, dass von den üblicherweise 6 zum Kuttern verwendeten Messern, aufgestellt auf der Welle in drei Messerebenen, höchstens zwei, es sind die der ersten Messerebene, ganze Segmente von Brätstrang abscheren können. Die restlichen Messer durchziehen an der Schüssel klebende Brätsreste. Ob nur ein oder ob beide Messer der ersten Messerebene zwischen innerem und äußerem Füllrand der Schüssel Segmente abscheren, wird von der Drehgeschwindigkeit von Welle und Schüssel sowie vom axialen Abstand zwischen den beiden Messern auf der Welle bestimmt. Nur wenn die beiden Messer quasi „Kopf an Kopf“ ohne axialen Abstand auf der Welle sitzen, können sie diese Aufgabe überhaupt erfüllen.

Der gestalterischen Kreativität der Messerhersteller scheint kaum eine Grenze gesetzt zu sein. Jedenfalls halten sie wohl hunderte unterschiedliche Messerformen vor, wobei die Messer sich auch noch mit verschiedenen Anschliffwinkeln und mit durchbrochener Seitenfläche versehen lassen. Um die Suche nach einer optimalen Geometrie, ausgestattet mit einem optimalen Anschliffwinkel, zu systematisieren und um nicht beliebige ausgewählte Messergeometrien mit variablen Anschliffwinkeln zu untersuchen, wurden Messer mit Schneiden in Form einer logarithmischen Spirale konstruiert und hergestellt. Einzig bei einer solchen Schneidenform bewegt sich jeder Punkt an ihr in einem konstanten Winkel zum Fleisch. Diese Gleitwinkel der Schneiden waren 20, 45 und 70°. Nun ist der an den Messern anzubringende Anschliffwinkel keineswegs derjenige, in welchem das Zerkleinerungsgut auch tatsächlich geschnitten wird. Um die Messerwirkung auf das Brät dahingehend vergleichbar zu halten, in welchem Winkel sie Fleisch schneiden, um also eine echte Vergleichbarkeit der verschiedenen Geometrien zu erreichen, wurden die Anschliffwinkel der Schneiden so ausgewählt, dass das Schneiden von Fleisch jeweils im Winkel von 10, 20 und 30° stattfand.

Die Versuche mit den 9 Messern (3 Gleitwinkel x 3 Anschliffwinkel) wurden mit 3 verschiedenen Brühwurstrezepturen dreimal unter optimierten Einstellungen von Wellen- und Schüsselgeschwindigkeit durchgeführt. Die hinsichtlich der Produktparameter erzielten Ergebnisse und die mögliche Einsparung an Kutterzeit bei ähnlicher Zerkleinerungsintensität der Bräts durch unterschiedliche Geometrien und Anschliffwinkel der Messer werden dargestellt.

¹ Das Forschungsvorhaben (AIF 15 658 N) wurde im Rahmen zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI) gefördert.

Anschriften der Erstautoren

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

Böhm, Verena, MRI Kulmbach*, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie

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

Chernukha Irina, GNU, The V.M. Gorbатов All-Russian Meat Research Institute,
26, Talalikkhina, 109316 Moskau, Russland, e-mail: imcher@inbox.ru

Dreyß, Cornelia, MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

Eckhardt, Susanne, MRI Kulmbach*, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie

Gareis, Manfred, Dr. Dr. habil, MRI Kulmbach*, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie

Hammer, Günther, Dr. Dr. habil, MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

Jira, Wolfgang, Dr., MRI Kulmbach*, Arbeitsgruppe Analytik

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

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

Kaspar, Daniela, ZIEL - Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung,
Abteilung Mikrobiologie, TU München – Weihenstephan, Weihenstephaner Berg 3,
85350 Freising

Koenig, Mirjam, MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

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

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

Nitsch, Peter, Dr., MRI Kulmbach*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

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

* Max Rubner-Institut (MRI), Standort Kulmbach, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Tel. (09221) 803-0