

20TH EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS

PACKAGING FRESH AND CURED MEAT

Session J            Quality of Packaged Meat

Rapporteur            Dr. G. Heinz  
                          Bundesanstalt für Fleischforschung  
                          Institut für Technologie  
                          Kulmbach / W.-Germany

In der Sitzung J stehen 7 Beiträge zur Diskussion. Die Beiträge J 1 und J 3 befassen sich mit Qualitätseigenschaften von Rindfleisch, der Beitrag J 6 mit Qualitätseigenschaften von Schaf- und Lammfleisch. Die übrigen 4 Beiträge dieser Sitzung sind Arbeiten über den Einfluß des Rohmaterials auf die Qualität von daraus hergestellten Fleischprodukten. Im einzelnen werden behandelt:

die chemische Zusammensetzung und der Nährwert von Schweinefleisch mit verschiedenem Fettanteil für die Herstellung von Fleischprodukten;

die Eignung des Rückenspecks von Schweinen verschiedener Selektionsgruppen insbesondere für die Herstellung von Rohwurst;

die technologischen Eigenschaften von schlachtwarm eingefrorenem Rindfleisch für die Herstellung von Brühwurst und die Herstellung von gekochtem Schinken aus PSE-Fleisch.

Der Beitrag J 1 von D.E.Hood vom landwirtschaftlichen Forschungsinstitut in Dublin beschäftigt sich mit der Erhaltung der Farbe des frischen Rindfleisches, wenn dieses Rindfleisch in einer Vorverpackung zur Selbstbedienung durch den Endverbraucher angeboten wird.

Nicht zu verwechseln mit dieser Vorverpackung ist die Verpackung von Rindfleischteilstücken in Vakuumbeuteln zum Zwecke der Reifung und Aromabildung. Die Folien dieser Vakuumbutel sollen weitgehend wasserdampf- und sauerstoffdicht sein. Bei der Vorverpackung für die Selbstbedienung soll die den Foodtainer umgebende Folie dagegen sauerstoffdurchlässig sein. Denn die durch die Folie sichtbare Oberfläche des vorverpackten Fleisches soll während der Dauer der Kühllagerung eine für den Verkauf attraktive oxymyoglobinrote Farbe bewahren. An Folienmaterialien werden Polyäthylenfolien oder neuerdings vermehrt PVC-Folien verwendet, die beide ausreichend sauerstoffdurchlässig sind.

Die Möglichkeit des Kontaktes des Luftsauerstoffs mit der Fleischoberfläche bedingt jedoch nicht nur die lockere Anlagerung von Sauerstoff an das Myoglobin des Fleisches und damit die erwünschte Oxymyoglobinfarbe. Bei längerem Kontakt des Sauerstoffs mit dem Fleisch und bei Vorherrschen einer bestimmten erniedrigten Sauerstoffspannung kommt es auch zu einer Oxydation des Myoglobins. Aus dem Myoglobin wird das Metmyoglobin gebildet, was mit einer Verfärbung des Fleisches von Rot nach Braun oder Grau verbunden ist. Farbveränderungen durch Metmyoglobinbildung werden mit zunehmender Lagerdauer intensiver, dadurch wird die Lagerfähigkeit von Rindfleisch in einer Vorverpackung deutlich begrenzt.

In der Praxis ist bekannt, daß die Oberflächen-Verfärbungen, d.h. die Metmyoglobinbildung im Muskelgewebe, bei verschiedenen Muskeln unterschiedlich rasch ausgebildet wird. Beispielsweise sind der *M. psoas major* und der *M. gluteus medius* relativ wenig gegenüber Metmyoglobinbildung beständig, während z. B. der *M. longissimus dorsi* und auch der *M. semitendineus* eine größere Beständigkeit gegenüber Metmyoglo-

binbildung aufweisen. Die Unterschiede im Grad der Metmyoglobinbildung werden mit mehr oder weniger ausgeprägten Metmyoglobinreduzierenden Enzymaktivitäten in den einzelnen Rindermuskeln erklärt. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, daß die Farbhaltung von Rindfleisch umso besser ist, je niedriger die Kühl- lagertemperatur der betreffenden Proben liegt. Auch die Zeitdauer der vorangegangenen Reifung des Rindfleisches hat einen Einfluß auf die Farbhaltung. Je länger gereift wurde, desto weniger beständig ist die Farbe bei anschließender Lagerung des Fleisches in einer Vorverpackung.

Eine andere Möglichkeit, die Intensität der Metmyoglobinbildung im Muskelgewebe zu hemmen, ist der Zusatz von bestimmten antioxydativen Substanzen. Es ist bekannt, daß Rindfleisch durch Besprühen bzw. durch Eintauchen in Ascorbinsäure-Lösung oder Ascorbat-Lösung nicht so rasch von Metmyoglobinbildung betroffen wird. D. E. Hood hat nun in seinen Experimenten versucht, die Wirkung von Natriumascorbat dadurch zu steigern, daß eine Lösung dieser Substanz den Tieren kurz vor der Schlachtung intravenös eingespritzt wurde. Dadurch erfolgt auf dem Wege über den Blutkreislauf eine Verteilung des oxydationshemmenden Mittels auf das gesamte Körpergewebe, also auch auf das Muskelgewebe. Im Muskelfleisch von so behandelten Tieren, das nach der Schlachtung noch 10 Tage bei 0°C in einer Vakuumverpackung gelagert wurde, konnten Gehalte an Ascorbinsäure von 100 bis 200 mg/kg festgestellt werden. Im Fleisch entsprechender Kontrolltiere konnte keine Ascorbinsäure nachgewiesen werden.

Die Farbhaltung des Rindfleisches, gemessen mit einer spektrophotometrischen Methode, wurde sowohl im Kühllagerbereich von  $+5^{\circ}\text{C}$  als auch von  $0^{\circ}\text{C}$  überprüft. Für den Temperaturbereich von  $+5^{\circ}\text{C}$  konnte festgestellt werden, daß insbesondere Muskeln mit normalerweise schlechter Farbhaltung wie der *M. psoas major* und der *M. gluteus medius* für mindestens 6 Tage bei guter Farbe gehalten werden konnten. Das bedeutet eine Verlängerung der Lagerfähigkeit gegenüber unbehandeltem Kontrollfleisch um 3 - 5 Tage. Bei Muskeln, die normalerweise eine gute Farbhaltung haben, bringt die Behandlung mit intravenös injiziertem Natriumascorbat jedoch keine besonderen Vorteile. Hierdurch läßt sich die Farbhaltung dieser ohnehin farbstabilen Muskeln nicht bedeutend verlängern.

Wurde das vorverpackte Rippfleisch nicht bei  $+5^{\circ}\text{C}$ , sondern bei  $0^{\circ}\text{C}$  gelagert, so zeigte es sich, daß eine Natriumascorbatbehandlung der Tiere unmittelbar vor der Schlachtung keinen großen Einfluß auf die Farbhaltung des Fleisches unter diesen Temperaturbedingungen hatte. Lediglich im Falle des *M. psoas major* ist es auch bei  $0^{\circ}\text{C}$  möglich, nach Natriumascorbat-Applikation die Farbhaltung um etwa 2 Tage zu verlängern.

Lagertemperaturen für vorverpacktes Fleisch von etwa  $0^{\circ}\text{C}$  sind in der Praxis jedoch schwer einzuhalten. In der Regel werden in den Verkaufstruhen Temperaturen von  $+3^{\circ}\text{C}$  vorherrschen. Unter diesen Temperaturbedingungen hat die intravenöse Ascorbatbehandlung der Schlachttiere auf die Farbhaltung des Fleisches einen positiven Einfluß.

Allerdings ist die Frage zu stellen, ob es überhaupt wünschenswert ist, vorverpacktes Fleisch mehrere Tage bis zu einer Woche verkaufsfertig aufzubewahren. Auch wenn es gelingt, die Farbhaltung wesent-

lich zu verbessern, gewinnen bei den hier vorhandenen Lagerbedingungen, vor allem aufgrund des Sauerstoffzutrittes, bestimmte mikrobielle und oxydative Vorgänge an Einfluß. Dadurch können der Frischezustand und die Geschmacksqualität des Fleisches im Laufe der relativ langen Lagerzeit bis zu 6 Tagen nachteilig verändert werden.

In einer Arbeit von Krylowa und Basarowa - J 3 - ebenfalls zum Thema "Rindfleisch" wird versucht, einen Beitrag zur Beurteilung der Fleischqualität von Rindfleisch zu liefern und zwar durch Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren. Den Fettsäuren wird ein Einfluß auf die Aroma- und Geschmackseigenschaften von Fleisch zugesprochen.

Untersucht wurden Proben des *M. longissimus dorsi* von Rindern der Rasse Charolais. Zur Verfügung standen Jungbullen, Färsen und Ochsen, im Alter von 18 Monaten. Es zeigte sich, daß mit Ausnahme der Essigsäure keine Unterschiede im Gehalt an flüchtigen Fettsäuren zwischen Jungbullen-, Färsen- und Ochsenfleisch bestanden. Der Gehalt an Essigsäure war allerdings bei Jungbullen gegenüber Färsen und Ochsen signifikant erhöht.

Im Rahmen dieser Arbeit wäre interessant zu erfahren, ob zwischen den drei untersuchten Fleischarten geschmackliche Unterschiede aus-

geprägt waren, insbesondere ob der höhere Gehalt an Essigsäure im Bullenfleisch spezielle Geschmackseigenschaften bedingt. Verschiedene Untersucher sind der Meinung, daß Essigsäure weniger wichtig ist für die Ausbildung von Geschmacks- und Aromaeigenschaften. In diesem Zusammenhang soll den höheren Fettsäuren die größere Bedeutung zukommen.

Eine weitere Arbeit von russischen Autoren beschäftigt sich mit Qualitätseigenschaften von Schaffleisch. Sokolowa und Mitarbeiter (Beitrag J 6) haben den Nährwert von Fleisch von Schafen unterschiedlichen Alters bestimmt. Neben der Nährwertbestimmung wurde außerdem versucht, Unterschiede in den organoleptischen Eigenschaften des Muskelfleisches von 4-5 Monate alten Lämmern und von 1 1/2 Jahre alten erwachsenen Schafen herauszuarbeiten. Es handelte sich um Fettschwanzschafe einer russischen Rasse.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung des Muskelgewebes - es wurde allerdings nur der M. longissimus dorsi untersucht - waren zwischen Schafen und Lämmern keine großen Unterschiede herauszufinden. Lediglich der Hydroxyprolinegehalt und der Kollagengehalt des Lammfleisches lagen etwas höher.

Größere Unterschiede als bei den chemischen Analysen waren bei den organoleptischen Eigenschaften des Muskelfleisches von Schafen und

Lämmern festzustellen. Wie zu erwarten, hatten die älteren Tiere eine etwas intensivere Fleischfarbe. Hinsichtlich des Geschmackes, der Zartheit und der Saftigkeit wurde jedoch das Lammfleisch günstiger beurteilt. Sowohl für das Fleisch der Lämmer als auch das Fleisch der Schafe gilt, daß ein etwas erhöhter Anteil an intramuskulärem Fett die Geschmackseigenschaften des Fleisches wesentlich verbessern kann. Diese Tatsache gilt allgemein auch für alle übrigen Fleischarten. Keine Unterschiede wurden gefunden zwischen dem Lamm- und dem Schaffleisch hinsichtlich des Gehaltes an verdaulichem Eiweiß, hinsichtlich des Wasserbindevermögens und hinsichtlich der Gewichtsverluste bei der Hitzebehandlung des Fleisches. Diese am *M. longissimus dorsi* erhaltenen Befunde lassen den Schluß zu, daß das Fleisch von Lämmern besser geeignet ist zum Verzehr als das Fleisch von erwachsenen Schafen.

Einen Beitrag zur Verarbeitungseignung des Rohmaterials Fleisch, jedoch nicht aus technologischer Sicht, sondern aus der Sicht des Nährwertes, bringt die Arbeit J 4 von Krylowa und Mitarbeitern. Untersucht wurden einige chemische Merkmale von magerem, halbfettem und fettem Schweinefleisch unter dem Aspekt des Nährwertes der daraus hergestellten Fleischerzeugnisse. Die Untersuchungen bestätigen unter anderem die Erfahrung, daß der Fettgehalt in magerem Fleisch von Fleischschweinen aufgrund des geringeren Anteils an intramuskulärem Fett niedriger liegt als in dem entsprechenden

Muskelgewebe von Fettschweinen. Dadurch wird naturgemäß auch der Gesamteiweißgehalt des Magerfleisches von Fleischschweinen geringfügig erhöht. Höhere Fettgehalte weisen zudem auch immer die verschiedenen Fettgewebe der Fettschweine im Vergleich zu den entsprechenden Fettgeweben von Magerschweinen auf. Dieser Befund ist mit der größeren Anzahl an Fettzellen zu erklären, die im Fettgewebe von Fettschweinen eingelagert sind. Die Fettgewebe der Fleischschweine haben dagegen höhere Anteile an Gesamteiweiß und auch an Wasser. Außerdem wird die Erfahrung bestätigt, daß im Rückenspeck im Vergleich zum Speck des Schinkens mehr Fett und dafür etwas weniger Gesamteiweiß und Wasser vorhanden sind. Anhand der aus den chemischen Analysen erhaltenen Zahlen für Bindegewebeseiweiß und sog. vollwertiges Eiweiß unternehmen die Autoren den Versuch, den qualitativen Eiweißwert für die verschiedenen Gewebsarten festzulegen. Allerdings muß dazu bemerkt werden, daß der auf diese Weise erhaltene qualitative Eiweißwert nicht immer einem gleichartig einzuschätzenden physiologischen Wert entspricht. Vielfach ist tierisches Gewebe mit einem bestimmten Anteil an Bindegewebeseiweiß in seiner physiologischen Wirksamkeit höher einzustufen als Gewebe, das überwiegend sog. vollwertige Eiweißbestandteile enthält.

Um über den physiologischen Wert der verschiedenen untersuchten Gewebe weitere Anhaltspunkte zu haben, wurde außerdem die Verdaulichkeit in vitro bestimmt. Mit Hilfe der Pepsin- und der Trypsin-Verdauungsmethode wurde festgestellt, daß die Geschwindigkeit der Hydrolyse von Eiweißen, die sich in halbfettem und fettem Schweinefleisch befinden, gegenüber der Hydrolysegeschwindigkeit bei Magerfleisch wesentlich herabgesetzt ist. Diese Untersuchungsergebnisse beziehen sich allerdings auf die im nativen Zustand befindlichen

Gewebsarten. Die Verdaulichkeit kann jedoch in vielen Fällen deutlich gesteigert werden, wenn die Gewebe vorher einem Erhitzungsprozeß unterzogen werden. Bei der Herstellung von Wurstwaren sind mit Ausnahme der Rohwurst Erhitzungsprozesse im Verlauf des Herstellungsganges immer notwendig. Diese Tatsache muß bei der Beurteilung der Verdaulichkeit mit berücksichtigt werden.

Hinweise auf die spezifische Verarbeitungseignung von tierischem Fettgewebe für die Herstellung von Fleischerzeugnissen gibt der Beitrag J 7 von E. Vold vom Institut für Nahrungsmittelforschung in Norwegen.

Fleischerzeugnisse, die überwiegend oder ausschließlich aus feinstzerkleinerten Bestandteilen bestehen - dazu gehören die meisten Wurstarten - können ohne den Bestandteil Fett überhaupt nicht hergestellt werden. Bei der Rohwurst, z. B. Salami, hat das Fett die Aufgabe die Struktur des Produktes locker und durchlässig zu erhalten. Dadurch werden die erwünschten und notwendigen Vorgänge der Abtrocknung des Wurstgutes, also die Wasserdampfabgabe während der Reifung, in ausreichender Weise ermöglicht. Bei Fleischerzeugnissen des Typs Brühwurst, z. B. Frankfurter oder Mortadella, wird das Fett feinstzerkleinert und deshalb praktisch unsichtbar untergemengt, zum Teil liegt das Fett in emulgierter Form vor. Zweck der Zugabe von Fett zu Produkten des Typs Brühwurst ist es, die Konsi-

stanz dieser Erzeugnisse zu verbessern und ihnen einen erwünschten festelastischen und saftigen Biß zu verleihen. Bei einer dritten Gruppe von Fleischerzeugnissen, den Produkten des Typs Kochwurst, z. B. Leberwurst, soll das zugesetzte Fett möglichst weitgehend in Form einer Emulsion vorliegen, die auch die nachfolgenden Erhitzungsprozesse ohne Entmischung übersteht. Die wichtigste Aufgabe der Fette in Erzeugnissen des Typs Leberwurst ist es, die einzelnen feinzerkleinerten Produktbestandteile, wie Leber und Muskulatur verschiebbar zu halten, d.h. das Produkt soll für den Verbraucher streichfähig bleiben.

Für die Fleischwarenherstellung hat sich das Fett des Schweines als am besten geeignet erwiesen, es hat gegenüber dem Fett des Rindes einen niedrigeren Schmelzpunkt, etwa  $+24^{\circ}\text{C}$ , dadurch eine bessere Geschmeidigkeit und Emulgierbarkeit und schließlich ist es auch geschmacklich gegenüber dem mehr talgig schmeckenden Rinderfett zu bevorzugen. Vold beschäftigt sich in seiner Arbeit speziell mit dem Rückenspeck des Schweines. Der Rückenspeck zählt neben dem Schinkenspeck zu den sogenannten harten Speckpartien am Tierkörper des Schweines. Unter Speck ist nur das äußere, subkutane Fett an den Tierkörpern zu verstehen, nicht Depotfette wie Bauchhöhlenfett oder Nierenfett. Ein weiches subkutanes Fett stellt der Bauchspeck dar.

Die harte, feste Konsistenz macht den Rückenspeck besonders gut geeignet für die Herstellung von Rohwurst. Speck von fester Konsistenz ist für die Rohwurstherstellung einerseits deshalb notwendig, weil die Speckpartikel sich im Schnittbild der Rohwurst klar von den Magerfleischpartikeln abgrenzen sollen. Dazu gehört auch, daß die

Speckpartikel sich glatt und ohne zu schmieren von den Kuttermessern schneiden lassen. Auf der anderen Seite werden Rohwürste oftmals längere Zeit gelagert. Damit während dieser Lagerzeit keine unerwünschte Ranzigkeit des Fettes eintritt, soll Ausgangsmaterial verwendet werden, das möglichst wenig oxydationsanfällig ist. Weichere Speckteile sind reicher an ungesättigten freien Fettsäuren und deshalb dafür verantwortlich zu machen, daß solcher Speck leichter zum Ranzigwerden neigt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Fettsäurezusammensetzung des Rückenspeckes von Schweinen verschiedener Selektionsgruppen zu untersuchen. Die eine Gruppe wurde nach dünner Rückenspeckschicht und großer täglicher Zunahme selektiert. Die andere Gruppe wurde in entgegengesetzter Richtung selektiert. Jede Gruppe bestand aus weiblichen Tieren sowie aus Kastraten. Die Schlachtung erfolgte bei einem Lebendgewicht von 88 bis 92 kg.

Der Rückenspeck des Schweines reicht von der der Rumpfmuskulatur aufliegenden Fascia lumbodorsalis bis zu der auch als Schwarte bezeichneten Oberhaut. Der Rückenspeck des Schweines wird durch die Fascia trunci superficialis in eine Außenschicht und eine Innenschicht unterteilt. Aus Literaturarbeiten ist bekannt, daß die Konzentration an ungesättigten Fettsäuren in der äußeren Schicht des Rückenspeckes am größten ist.

Der Rückenspeck, der als Rohmaterial für die Herstellung von Fleischwaren verwendet wird, besteht aus der äußeren Speckschicht und dem überwiegenden Teil der inneren Speckschicht. Bei sehr mageren Schlachtschweinen allerdings besteht der Rückenspeck praktisch nur aus der Außenschicht, die reich ist an ungesättigten Fettsäuren. Bei

weiblichen Tieren, die auf dünnen Rückenspeck gezüchtet wurden, konnte ein signifikant erhöhtes Vorkommen der Linolsäure im Rückenspeck festgestellt werden. Demgegenüber wurde an Kastraten, die auf dicken Rückenspeck gezüchtet waren, der niedrigste Gehalt an Linolsäure aller vier Tiergruppen festgestellt. Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß der Speck von kastrierten Schlachtschweinen mit großer Speckdicke sich am besten eignet für die Produktion von Fleischerzeugnissen, bei denen die Gefahr besteht, daß bei längerer Lagerung Ranzigkeit des Fettes eintreten kann. In erster Linie betrifft das Rohwurstprodukte. Allerdings sind zu diesem Komplex auch die Einflüsse der Fütterung auf die Zusammensetzung des Rückenspecks der Schweine mit zu berücksichtigen.

Bei der Gefrierlagerung von Speckproben der vier verschiedenen Selektionsgruppen der Schweine war erwartungsgemäß der Speck mit dem höchsten Gehalt an ungesättigten Fettsäuren, also von den auf dicke Speckschicht gezüchteten weiblichen Tieren, am frühesten ranzig. Der Speck dieser Tiere wies jedoch auch die umfangreichsten Abbauerscheinungen durch Hydrolyse auf. Dafür dürften Unterschiede in der biologischen Funktion der fettbildenden Gewebe der vier Selektionsgruppen verantwortlich sein.

In dem Beitrag J 5 der jugoslawischen Autoren Skenderovic und Rankov werden einige technologische Möglichkeiten der Verarbeitung von schlachtwarm eingefrorenem Rindfleisch zu Brühwurst überprüft. Für die Herstellung von Brühwurst, also von Produkten wie Frankfurter, Mortadella usw. kann man, wenn die Möglichkeit dazu besteht, das gute Wasserbindevermögen und das gute Fettemulgiervermögen von schlachtfischem Rindfleisch nützen. Es ist bekannt, daß Rindfleisch bis zu 6 Stunden post mortem noch ausreichend große Vorräte an ATP enthält. Diese fleischeigene Phosphatverbindung ist in der Lage, den Eiweißkomplex Aktomyosin in seine Bestandteile Aktin und Myosin zu trennen. Durch die Auftrennung in die Eiweißsubstanzen Aktin und Myosin sind gewisse Vorgänge der Quellung des Eiweißes und auch des Inlösungsgehens des Eiweißes leichter möglich. Die Vorgänge der Quellung und Lösung sind von grundsätzlicher Bedeutung für die Wasserbindung und für die Fettbindung in Produkten vom Typ einer Brühwurst. Physikalisch-chemisch besteht die Brühwurstgrundmasse aus mindestens drei Systemen:

1. Suspension von Zellen oder gröberem Gewebebestandteilen im zugefügten Fremdwasser
2. Gel aus Eiweißkörpern des Muskel- und Bindegewebes
3. Emulsionsartige Bindung der zugesetzten Fette.

Nun ist es möglich, die Vorteile des schlachtwarmen Rindfleisches mit seinem hohen ATP-Gehalt für die Herstellung von Brühwurst dadurch zu konservieren, daß man das Rindfleisch wenige Stunden post mortem gefriert. In gefrorenem Zustand sind die Vorgänge des ATP-Abbaues weitgehend gehemmt. Allerdings muß das Rindfleisch auch in gefrorenem Zustand zur Verarbeitung gelangen, denn bei einem Auftauen des schlachtwarm eingefrorenen Fleisches würden die ATP-Vorräte sehr rasch abgebaut werden.

Ist es nicht möglich, Rindfleisch in schlachtwarmem Zustand zu Brühwurst zu verarbeiten oder das Rindfleisch schlachtwarm einzufrieren, so können die post mortem abgebauten ATP-Vorräte auch durch Zusetzen von anorganischen Polyphosphaten wieder erneuert werden. Dadurch erhält dieses sog. Kaltfleisch auch wieder eine gute Eignung für die Brühwurstherstellung. Die erlaubten Zusätze von Polyphosphaten sind in den einzelnen Ländern lebensmittelrechtlich unterschiedlich geregelt.

In der Arbeit der jugoslawischen Autoren wird nun überprüft, wie sich der Zusatz von Polyphosphaten bei der Verarbeitung von schlachtwarm eingefrorenem Rindfleisch zu Brühwurstherzeugnissen auf das Wasserbindevermögen und das Fettemulgiervermögen der Masse auswirkt. Die Möglichkeit der Verwendung von Polyphosphaten zu schlachtwarmem Fleisch ist in den einzelnen Ländern ebenfalls unterschiedlich geregelt. Zum Beispiel ist in Deutschland die Kombination von schlachtwarmem Fleisch und anorganischen Polyphosphaten nicht zulässig.

Aus theoretischen Überlegungen heraus wäre zu erwarten, daß Brühwurstbrät, das aus schlachtwarmem Rindfleisch hergestellt wird, bei zusätzlicher Mitverarbeitung von Polyphosphaten eine bedeutende Steigerung in seinem Wasserbindungs- und Fettemulgiervermögen erfährt. In den Experimenten der jugoslawischen Autoren wurde Rindfleisch verwendet, das im Prä-rigor-Zustand mit 2 % Salz vermischt eingefroren sowie ohne Salz eingefroren wurde. Zur Kontrolle wurde entsprechendes Post-rigor-Fleisch der gleichen Tiere ebenfalls mit eingefroren. Die fertiggestellten Brühwurstmassen wurden zur Prüfung ihrer Hitzestabilität zweierlei Erhitzungsverfahren unterzogen, einmal bei  $+80^{\circ}\text{C}$  und zum anderen bei  $+116^{\circ}\text{C}$ .

Aus den erhaltenen Untersuchungsergebnissen ist zu entnehmen, daß die Kombination des Warmfleischieffektes mit zusätzlich zugegebenem Polyphosphat meist keine Verbesserung des Wasserbindevermögens und Fettemulgiervermögens der geprüften Brühwurstmassen ergibt. Die Versuchsprodukte aus Warmfleisch, das mit 2 % Kochsalzzusatz eingefroren wurde, hatten in jedem Fall höhere Mengen an Absatz von Gelee und Fett als die entsprechenden Versuchsprodukte, die aus Post-rigor-Rindfleisch hergestellt wurden. In diesem Fall scheint also die Kombination von natürlichem organischem ATP und künstlich zugeführten anorganischen Polyphosphaten sogar einen Nachteil gegenüber der Verwendung von Polyphosphat zu Kaltfleisch zu bedeuten. Bei Warmfleisch, das ohne Zusatz von Kochsalz eingefroren wurde, brachten nur einige derjenigen Versuchsprodukte, die mit einer erhöhten Menge an Fett- bzw. Wasserzusatz hergestellt wurden, Vorteile im Gelee- und Fettabsatz gegenüber den entsprechenden Versuchsprodukten aus Kaltfleisch. Interessant ist auch die Angabe, daß bei Untermischung von größeren Fleisch- und Speckpartikeln unter die feinzerkleinerte Brühwurstgrundmasse deren thermische Stabilität wesentlich vermindert wird. In diesem Fall war ein deutlich höherer Absatz an Fett und Gelee festzustellen, als bei der thermischen Behandlung nur des feinzerkleinerten Grundbrätes. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß während der Erhitzung aus den untergemischten größeren Fleisch- und Speckteilchen Fleischsaft und Fett ausgeschieden werden, die sich störend auf das Wasserbinde- und Fettemulgiervermögen auswirken.

Einen Beitrag über die Probleme der Verarbeitung von PSE-Schweinefleisch zu Kochschinken liefern Klingbiel und Mitarbeiter vom Fleisch- und Milchwissenschaftlichen Forschungsinstitut in Südafrika in der Arbeit J 2. Es ist bekannt, daß neben der Rückenmuskulatur gerade in der Schinkenmuskulatur des Schweines PSE-Veränderungen am häufigsten ausgeprägt sind.

Für die Untersuchungen wurden 12 Schinken ausgewählt, deren pH-Werte bereits 1 Stunde nach der Schlachtung deutlich unter 6,0 lagen, die also eindeutig PSE-Konditionen aufwiesen. Zur Kontrolle wurden außerdem 12 Schinken mit Fleisch ohne PSE-Erscheinungen in die Untersuchungen einbezogen. Die pH-Werte nach einer Stunde lagen bei dieser Gruppe noch bei 6,8 bis 7,1.

Während des Kochprozesses der gepökelten Schinken, der bei einer Temperatur von 85°C bis zu einer Kerntemperatur von 70°C im Schinken durchgeführt wurde, traten bei PSE-Schinken 19,9 % und bei Normal-schinken 15,9 % Kochverlust auf, d.h. eine Differenz im Kochverlust von 4 %. Dieser Wert steht in Einklang mit den Ergebnissen anderer Untersucher. Die deutlich höheren Kochverluste des PSE-Fleisches sind zurückzuführen auf das verminderte Wasserbindevermögen. Auch die bei Wasserbindungsproblemen in der Fleischtechnologie sehr nützlichen Polyphosphate können dem PSE-Fleisch keine bedeutende Erhöhung des Wasserbindevermögens verleihen. Eine positive Wirkung der zugesetzten Polyphosphate wird durch den außerordentlich niedrigen pH-Wert des PSE-Fleisches weitgehend verhindert. Auch andere technologische Hilfsverfahren, z. B. das Tumbler-Verfahren, lassen immer noch Unterschiede bei den Kochverlusten von PSE- und Normal-kochschinken bestehen.

Neben den wirtschaftlich ins Gewicht fallenden Unterschieden bei den Kochverlusten zwischen PSE- und Normalschinken sind noch andere Nachteile des PSE-Fleisches für die Herstellung von gekochten Pökelfleischwaren zu verzeichnen. Durch den erhöhten Fleischsaftaustritt in PSE-Fleisch wirken solche Schinken beim Verzehr sehr trocken. Häufig schmecken sie sogar etwas säuerlich. Außerdem ist die ausgebildete Pökelfarbe im PSE-Fleisch immer etwas blasser als in Normalfleisch. Bei ganzen Schinken entsteht wegen des unterschiedlichen Befalls der einzelnen Muskeln mit PSE-Veränderungen deshalb eine sehr ungleichmäßige Ausbildung der Pökelfarbe. Aus allen diesen Gründen sollte nach Möglichkeit auf die Herstellung von gekochten Pökelfleischwaren aus PSE-Fleisch verzichtet werden.

Für rohe Pökelfleischwaren unterliegt die Verwendung von PSE-Fleisch ebenfalls gewissen Einschränkungen, da auch hier die Pökelfarbe nicht den kräftigen Farbton erreicht wie bei unverändertem Fleisch. Ohne Bedenken zu verwerfen ist demgegenüber PSE-Fleisch für bestimmte Fleischerzeugnisse aus feiner zerkleinertem Fleisch. Bei Rohwurst, z. B. Salami, und bei Brühwurst, z. B. Luncheon Meat oder Frankfurters, sind keine oder nur sehr geringe Einflüsse auf die Qualität zu erwarten. Das beruht vor allem auch darauf, daß bei den genannten Produkten nicht nur Schweinefleisch, sondern auch Rindfleisch mit verarbeitet wird. In solchen Mischprodukten aus Schweinefleisch und Rindfleisch werden die technologisch ungünstigen Eigenschaften des PSE-Fleisches weitgehend kompensiert.