

EINGEGANGEN AM 01. MRZ. 2010

POSTANSCHRIFT Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe
foodwatch e.V.
Brunnenstr. 181
10119 Berlin

Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer
Präsident

HAUSANSCHRIFT Haid-und-Neu-Str. 9,
76131 Karlsruhe
TEL +49 (0)721 6625-201
FAX +49 (0)721 6625-111

BEARBEITET VON Prof. Dr. Klaus Troeger
Dr. Silvia Roser

AZ

E-MAIL praesident@mri.bund.de
INTERNET www.mri.bund.de

vorab per Fax: 030/24 04 76-26

BETREFF **Frischfleisch „unter Schutzatmosphäre verpackt“**

BEZUG Ihre Anfrage vom 16. Februar 2010
DATUM 24. Februar 2010

Sehr geehrter Herr Dr. Bode,
sehr geehrter Herr Wolfschmidt,

nachfolgend erhalten Sie die Stellungnahme des MRI zu Ihrer Anfrage vom 16.2.2010, verfasst von Herrn Prof. Dr. Klaus Troeger, Leiter des Instituts für Sicherheit und Qualität bei Fleisch.

Bei „unter Schutzatmosphäre verpacktem Fleisch“ liegt das Fleisch in Plastikschaalen (PP¹-Monoschaalen, EPS²-Schalen mit EVOH³-Barrierschicht), meist auf einer Vlies- bzw. Saugeinlage, umgeben von einer definierten Gasatmosphäre („Schutzatmosphäre“). Das Verpackungssystem wird auch als MAP (Modified Atmosphere Packaging) bezeichnet. Die Schalen sind durch eine Deckelfolie (Schrumpf-/Verbundfolien) gasdicht versiegelt. Folgende Gasgemische werden eingesetzt bzw. empfohlen: 70 % O₂, 25 % CO₂, 5 % N₂ oder 70-80 % O₂, 30-20 % CO₂ für Rotfleisch (sog. high O₂-MAP) sowie 65-75 % N₂, 25-35 % CO₂ für Frischgeflügel.

Ihre Fragen lassen sich wie folgt beantworten:

1. Der erwünschte Haupteffekt all dieser Gasgemische ist eine Verlängerung der Haltbarkeit des Fleisches. Durch CO₂-Konzentrationen ab etwa 20 % findet eine Unterdrückung der aeroben Verderbnisflora (Pseudomonaden) statt, was eine deutliche Verlängerung des Mindesthaltbarkeitsdatums (MHD) auf etwa 10-12 Tage (Schweinefleisch) erlaubt.
2. Im Gegensatz zu N₂/CO₂-Gasgemischen stabilisieren O₂/CO₂-Gasgemische eine hellrote, „frische“ Fleischfarbe. Die Fleischfarbe ist das Hauptkriterium, aufgrund dessen der Verbraucher über den Kauf eines Stückes Fleisch entscheidet. Es wird eine frische rote bis hellrote Farbe erwartet. Bräunlich-dunklere Farbtöne, auch partiell, werden mit „alt“ oder gar „verdorben“ assoziiert und abgelehnt. Dieses Käuferverhalten stellt für die Fleischindustrie, insbesondere bei

¹ PP: Polypropylen

² EPS: geschäumtes Polystyrol

³ EVOH: Ethylen-Vinylalkohol

SEITE 2 VON 5 (gereiftem) Rindfleisch, ein Problem dar. Um hier im Handel eine frische rote Farbe möglichst lange aufrechtzuerhalten, setzt die Industrie zunehmend auf high O₂-MAP. Der hohe Sauerstoffanteil der „Schutzatmosphäre“ führt zur intensiven Bildung von Oxymyoglobin, welches die gewünschte hellrote Farbe besitzt. Nach unserer Erkenntnis wird high O₂-MAP häufig auch für Geflügelteilstücke (mit Haut) eingesetzt, obwohl hier eine Farbstabilisierung weder notwendig noch möglich ist.

Neben der gewünschten Wirkung des Sauerstoffs in MAP-Packungen, der Stabilisierung der roten Farbe durch Oxymyoglobinbildung, treten jedoch auch eine Reihe unerwünschter, der Qualität des Fleisches abträglicher Wirkungen auf. Sauerstoff wirkt prooxidativ. Dies betrifft Fette, aber auch Proteine des Fleisches. Als Maß für den Fettoxidationsgrad (Ranzigkeit) können die Thio-barbitursäure-reaktiven Substanzen (TBARS) dienen, bestimmt als µmol bzw. mg Malondialdehyd (MDA) pro kg Fleisch. In einer Reihe von Untersuchungen (JAKOBSEN and BERTELSEN, 2000; JAYASINGH et al., 2002; JOHN et al., 2004; SEYFERT et al., 2004; CLAUSEN et al., 2009) wurden erhöhte MDA-Werte nach Kühlung von Fleisch in high O₂-MAP-Packungen gefunden. So berichteten CLAUSEN et al. (2009), dass nach 6-tägiger Kühlung von Rindersteaks in high O₂-MAP-Packungen die MDA-Werte von 1,7 bis 2,1 µmol (6 Tiere) auf 7,8 bis 13,5 µmol angestiegen waren. Der höchste Wert wurde mit 23,9 µmol nach 20-tägiger Kühlung in 50 % O₂/CO₂ gemessen. Ein Anstieg der MDA-Werte macht sich auch sensorisch bemerkbar, beginnend mit einer Abflachung des Fleischaromas über fehlende Frische bis zu deutlich erkennbaren Fettveränderungen wie Ranzigkeit. Bei der DLG-Qualitätsprüfung für Frischfleisch 2005 wurden bei 35 % der unter Schutzatmosphäre verpackten Frischfleischproben derartige sensorische Mängel beanstandet (LAUTENSCHLÄGER und MÜLLER, 2006). Wie eigene Untersuchungen ergaben, wirkt es sich besonders negativ auf die sensorische Qualität aus, wenn (Hack-)fleisch in high O₂-MAP-Packungen eingefroren und auch nur wenige Monate tiefgefroren gelagert wird. Abweichende sensorische Befunde ergaben sich bereits nach 3-monatiger Gefrierlagerung von high O₂-MAP-Packungen. Die Burger aus diesem Schweinehackfleisch wurden als „ranzig, ölig-tranig“ beschrieben und als nicht mehr verzehrtauglich bewertet. Bei den entsprechenden Burgern aus Rinderhackfleisch wurden ebenfalls deutliche Fettveränderungen festgestellt; die Beurteilung lautete ebenfalls „nicht mehr verzehrtauglich“. Die Untersuchung macht deutlich, dass Hackfleisch in MAP-Packungen nicht eingefroren und im Tiefkühlschrank gelagert werden sollte. Ein entsprechender Verbraucherhinweis auf der Packung wäre wünschenswert.

Der hohe Sauerstoffgehalt in MAP-Packungen birgt auch das Risiko eines Anstiegs der Protein-oxidation. Eine Reihe von Untersuchungen (LUND et al., 2007; CLAUSEN et al., 2009; ZAKRYS et al., 2009) belegen, dass die Lagerung von Fleisch in Gasatmosphären mit hohem Sauerstoffanteil die Zartheit des Fleisches vermindert. Auch die Wasserbindekapazität und damit die Saftigkeit des Fleisches nehmen ab (HUFF-LONERGAN and LONERGAN, 2005). Das Ziel der Untersuchungen von LUND et al. (2009) war es abzuklären, welche Reaktionen des Sauerstoffs, eine Oxidation und Inaktivierung der Protease Calpain und/oder die Oxidation struktureller Proteine für diese Verschlechterung der Fleischtextur verantwortlich sind. Es zeigte sich, dass die erhöhte Festigkeit überwiegend auf eine Vernetzung von Myosin zurückzuführen war, während die

SEITE 3 VON 5 Calpain-Aktivität durch die Gasatmosphäre nicht beeinflusst wurde. Während die Zartheit von Schweinerückensteaks, verpackt ohne Sauerstoff, während der Kühlung zunahm, nahm sie in high O₂-MAP-Packungen beständig ab. Damit wird deutlich, dass Sauerstoff nicht nur das reifungsbedingte Zartwerden des Fleisches verhindert, sondern die myofibrilläre Struktur über die Lagerzeit sogar zunehmend verfestigt.

Ein weiterer möglicher Nachteil von high O₂-MAP betrifft die mikrobiologische Sicherheit des gegarteten Fleisches. Bei vorverpacktem Fleisch, insbesondere Hackfleisch, findet sich häufig der (oder ein ähnlicher) Hinweis: „Nicht zum Rohverzehr geeignet. Vor dem Verzehr durchgaren.“ Um einen Pasteurisationseffekt zu erzielen und möglicherweise vorhandene pathogene Keime abzutöten, sollte (Hack-)fleisch bei der Zubereitung auf eine Kerntemperatur von mindestens 71 °C erhitzt werden. Verbraucher benutzen bei der Zubereitung im Allgemeinen kein Thermometer, sondern gehen davon aus, dass die Braunfärbung im Inneren des Fleisches ein Indikator für eine ausreichende keimtötende Erhitzung ist. Beim Erhitzen von Rindfleisch kann es jedoch zur sog. frühzeitigen Bräunung kommen. Dabei tritt bereits bei niedrigeren Temperaturen, als sie für einen Pasteurisationseffekt notwendig sind, eine Denaturierung (Braunfärbung) des Myoglobins auf. Die führt zur fälschlichen Annahme, dass eine thermische Keimabtötung stattgefunden hat.

Das Redoxpotential von Myoglobin ist verantwortlich für seine Stabilität gegenüber einer hitzeinduzierten Denaturierung. Deoxymyoglobin ist am stabilsten, Metmyoglobin am instabilsten. Deshalb beeinflusst die Art der Verpackung die Farbe von erhitztem Fleisch. So besteht bei Rindfleisch, welches in Schutzatmosphären-Packungen (MAP) mit hohem Sauerstoffanteil gelagert war, eine Tendenz zur frühzeitigen Bräunung bei der Zubereitung. Das Fleisch erscheint bereits bei einer Kerntemperatur von nur 62 °C als „welldone“, also durchgegart (CLAUSEN et al., 2009). Auch amerikanische Wissenschaftler (SUMAN et al., 2009) fanden einen Zusammenhang zwischen der Verpackung von rohen Hackfleisch-Patties und dem Rotton des Fleisches im Inneren nach dem Garen. Eine Schutzatmosphären-Verpackung (MAP) mit hohem Sauerstoffanteil erhöhte die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von frühzeitiger Bräunung des Fleisches beim Erhitzen (66 °C Kerntemperatur), verglichen mit Hackfleisch aus PVC-Folie oder Vakuumverpackung. Bei Verpackung von Fleisch unter high O₂-Schutzatmosphäre wird die aerobe Verderbnisflora (*Pseudomonas*) bei einem CO₂-Anteil von mindestens 20 % gehemmt. Nach NISSEN et al. (2000) kann sich in high O₂-MAP (70 % O₂; 30 % CO₂) der Lebensmittel-Infektionserreger *Yersinia enterocolitica* bei Kühlschrank-Temperaturen (4 °C) vermehren. In Kombination mit einer Untererhitzung des Fleisches aufgrund frühzeitiger Bräunung könnte hier ein gewisses mikrobiologisches Risiko für den Verbraucher bestehen.

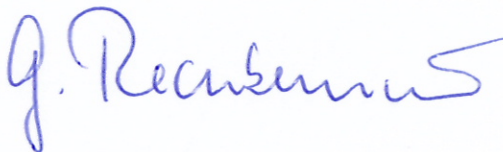
3. Als Alternative zu high O₂-MAP bietet sich bei bestimmten Produkten, insbesondere Geflügelfleisch, MAP ohne Sauerstoffanteil an. Eine weitere Alternative ist die Vakuum/Skinverpackung. Der Begriff Skinverpackung wurde gewählt, weil die Folie dem Fleisch wie eine zweite Haut anliegt. Bei den Vakuum-Skin-Verpackungen des Systems Cryovac Darfresh® sind Ober- und Unterfolie (Folientray) mit Barrierschicht rund um das Produkt vollständig miteinander versiegelt. Das Verpackungssystem wird meist für höherwertigere Produkte wie gereiftes Rind-

SEITE 4 VON 5 fleisch oder Wild eingesetzt und verspricht längere Haltbarkeiten sowie Farbstabilität (dunkelrot) und geringeren Dripverlust. Das benötigte Transportvolumen für diese Packungen dürfte nur etwa die Hälfte dessen betragen, was für entsprechende MAP-Packungen nötig wäre.

4. Cholesteroloxide (CO): Verschiedenen CO werden eine Reihe gesundheitsgefährdender Eigenschaften zugeschrieben. Eine Vielzahl von Arbeiten belegen im Tierversuch zelltoxische Wirkungen. Manche Autoren berichten zudem von kanzerogenen und mutagenen Merkmalen. Man nimmt an, dass ein Zusammenhang zwischen den mit der Nahrung aufgenommenen CO und Herz-Kreislaufkrankungen besteht. In Tierversuchen ließ sich nachweisen, dass die CO als Initiatoren für atherosklerotische Schädigungen von Blutgefäßen wirken können, wobei es Anhaltspunkte gibt, dass CO weit stärker wirksam sind als Cholesterol.

Bei der Kühlung von Fleisch in high O₂-MAP kam es nach einer Woche zu einer Verdreifachung und nach zwei Wochen zu einer Versechsfachung der CO-Gehalte (FERIOLI et al., 2008). Im Vergleich zu Kühlung unter Luftatmosphäre verdoppelten sich die CO-Gehalte nach Lagerung unter high O₂-Schutzatmosphäre (BOSELLI et al., 2009). Die absoluten Werte bei Frischfleisch sind jedoch im Vergleich zu einer Reihe von Fleischprodukten immer noch niedrig. So stiegen einzelne Cholesteroloxide (7 Beta-Diol) in gegartem Rind- und Schweinefleisch während einwöchiger Kühlung um bis zum Faktor 100 (MÜNCH und ARNETH, 2001).

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer

Anhang

Literatur

- Boselli, E., Rodriguez-Estrada, M. T., Fedrizzi, G., Caboni, M. F. (2009): Cholesterol photosensitised oxidation of beef meat under standard and modified atmosphere at retail conditions. *Meat Sci.* 81, 224-229
- Clausen, I., Jakobsen, M., Ertbjerg, P., Madsen, N. T. (2009): Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. *Packag. Technol. Sci.* 22, 85-96
- Ferioli, F., Caboni, M. F., Dutta, P. C. (2008): Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere. *Meat Sci.* 80, 681-685
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. M. (2005): Mechanisms of waterholding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.* 71, 194-204
- Jakobsen, M., Bertelsen, G. (2000): Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effect of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Sci.* 54, 49-57
- Jayasingh, P., Cornforth, D. P., Brennand, C. P., Carpenter, C. E., Whittier, D. R. (2002): Sensory evaluation of ground beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging. *J. Food Sci.* 67, 3493-3496
- John, L., Cornforth, D., Carpenter, C. E., Sorheim, O., Pettee, B. C., Whittier, D. R. (2004): Comparison of color and thiobarbituric acid values of cooked hamburger patties after storage of fresh beef chubs in modified atmospheres. *J. Food Sci.* 69, 608-614
- Lautenschläger, R., Müller, W.-D. (2006): Frischfleisch und Fleischerzeugnisse in Schutzatmosphärenpackungen – ein Statusbericht. *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach* 45, Nr. 172, 125-133
- Lund, M. N., Lametsch, R., Hviid, M. S., Jensen, O. N., Skibsted, L. H. (2007): High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. *Meat Sci.* 77, 295-303
- Lund, M., Lametsch, R., Miklos, R., Hviid, M. S., Skibsted, L. H. (2009): Protein oxidation in meat during chill storage in high-oxygen atmosphere. *Proc. 55th ICoMST, Copenhagen, Denmark*, 16-21 August 2009, 312-315
- Münch, S., Arneth, W. (2001): Untersuchungen zum Gehalt an Cholesteroloxyden in erhitzten Fleischerzeugnissen. *Mitteilungsblatt BAFF* 152, 177-186
- Nissen, H., Alvseike, O., Bredholt, S., Holck, A., Nesbakken, T. (2000): Comparison between the growth of *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in ground beef packed by three commercially used packaging techniques. *Int. J. Food Microbiol.* 59, 211-220
- Seyfert, M., Hunt, M. C., Mancini, R. A., Krope, D. H., Stroda, S. L. (2004): Internal premature browning in cooked steaks from enhanced beef round muscles packed in high-oxygen and ultra-low oxygen modified atmospheres. *Food Chem. Toxicol.* 69, 142-146
- Suman, S., Mancini, R., Konda, M., Ramanathan, R., Joseph, P. (2009): Effects of packaging and lactate on ground beef cooked color. *Proc. 55th ICoMST, Copenhagen, Denmark*, 16-21 August 2009, 589-591
- Zakrys, P. I., O'Sullivan, M. G., Allen, P., Kerry, J. P. (2009): Consumer acceptability and physicochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. *Meat Sci.* 81, 720-725