

2. Verordnung zur Änderung fleischhygienerechtlicher Vorschriften

Vor dem Hintergrund der Änderungen des Fleischhygienegesetzes werden auch Änderungen der Fleischhygieneverordnung sowie der Geflügelfleisch-Hygieneverordnung notwendig.

Diese Neuregelungen stützten sich zudem auf die „Entscheidung 2001/471/EG der Kommission vom 8.6.2001 über Vorschriften zur regelmäßigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäß Richtlinie 64/433/EG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch und Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch“.

Diese Entscheidung verpflichtet den Betreiber eines Fleischbetriebes, regelmäßig zu kontrollieren, ob die Produktionsbedingungen in seinem Betrieb den allgemeinen Hygienenormen entsprechen. Zu diesem Zweck muss er ein ständiges Verfahren einführen und beibehalten, dass den HACCP-Grundsätzen entspricht.

Bedingt durch die Umsetzungsfristen dieser Entscheidung müssen vom 1. 6. 2002 an alle zugelassene Fleischbetriebe diese betriebseigenen Kontrollen nach HACCP-Grundsätzen durchführen; für alle registrierten Betriebe gilt eine Übergangsfrist von zwei Jahren. Dies findet Eingang in die Neufassung der Fleischhygieneverordnung.

Im Zusammenhang der Beschlussfassung über die 2. und 3. Verordnung zur Änderung Fleisch- und Geflügelfleischhygienerechtlicher Vorschriften hat der Bundesrat im übrigen ein vorständiges, tierart-unabhängiges Verbot der Verwendung von Separatorenfleisch zu Fleischerzeugnissen beschlossen, was mithin eine Ausdehnung der bisher in § 4 der Fleischverordnung enthaltenen Verkehrsverbote bedeutet (BLL Aktuell vom 10. 1. 2002). Auf die Auswirkungen dieser Entscheidung wird gegebenenfalls in einem späteren Beitrag näher einzugehen sein.

Aktuelles aus der Rechtssprechung

Stichwort: Unterschiedliche Waagen für rotes und weißes Fleisch

In den Bereich hygienerechtlicher Aspekte passt auch eine Entscheidung des niedersächsischen Obergerichtes Lüneburg vom 19.12.2001 (Aktenzeichen: 11 MB 3455/01). Das niedersächsische OVG hat eine Anordnung des Oberstadtdirektors von Wolfsburg bestätigt, wonach seitens der amtlichen Lebensmittelüberwachung gefordert werden kann, dass weißes Fleisch (Geflügelfleisch) nicht auf einer Waage mit rotem Fleisch (Rind- und Schweinefleisch) abgewogen werden darf, vielmehr eine zweite Waage aufzustellen ist. Zur Begründung führt das Gericht aus, es bestehe eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung, wenn Geflügelfleisch nicht so abgewogen wird, dass Kreuzkontaminationen nicht möglich sind. Gestützt wird diese Entscheidung bzw. diese Forderung auf § 3 Satz 1 in Verbindung mit § 2 Nr. 2 LMHV.

Stichwort: Aufgerissene Verpackung verpflichtet nicht zur Abnahme

Diese vornehmlich den Lebensmittelhandel betreffende Entscheidung hat das Oberlandesgericht Düsseldorf im Jahr 2001 gefällt. Danach ist ein Kunde nicht verpflichtet, Ware zu kaufen und abzunehmen, deren Verpackung er zuvor geöffnet hat. Wenn überhaupt im Einzelfall ein Schaden entstanden sein sollte, hat der Kunde die Pflicht, Schadensersatz für die Wiederherstellung der Verpackung zu leisten (Vergleiche OLG Düsseldorf Az: 6 U 45/00).

Anschrift des Verfassers

Rechtsanwalt Stefan A. Entel, Rechtsanwälte Entel & Kollegen, Benesisstraße 24-32, D-50672 Köln, www.legal-consult.net

Verbesserung der Zartheit von warm entbeintem Rindfleisch

Methode zur Einschränkung der Muskelverkürzung beim Rigor mortis

Kjell Ivar Hildrum, Bjørg Narum Nilsen und Magnus Wahlgren

Die Einschränkung der Rigor mortis-Kontraktion beim *M. longissimus dorsi* (LD) des Rindes wurde mit drei unterschiedlichen Techniken untersucht: 1. Verpackung in eine dünne Polyethylen-Folie, unterstützt durch Umwickeln der Verpackung mit nicht elastischem Material, 2. Verpackung lediglich in eine dünne Polyethylen-Folie allein und 3. Abpacken mit einem kommerzielle angebotenen Verpackungssystem (Pi-Vac®), das

allseits Druck auf den Muskel ausübt. Alle Verpackungstechniken erlauben eine schnellere Kühlung der warm entbeinten Lendenstücke ohne nachteilige Effekte auf deren Zartheit. Ein weiterer Vorteil aller getesteten Verfahren zur Be- bzw. Verhinderung der Muskelkontraktion post mortem ist die Herstellung attraktiv geformter Rinderteilstücke und portionierter Verkaufszuschnitte.

C O D E W Ö R T E R

Rindfleisch · Warmzerlegung ·
Rigor mortis · Kontraktion ·
Beschränkung · Verpackung ·
Zartheit

Die Auswirkungen der Muskelkontraktion während des Rigor mortis (Rigorkontraktur) auf Fleischqualität sind seit langem bekannt (BENDALL, 1951). HERINGE et al. (1965) beobachteten, dass ein isolierter Muskel, der sich während der Entwicklung des Rigor mortis ungehindert verkürzen konnte, auch bei der Weiterverarbeitung zäh blieb. Dagegen wurde ein anderes Stück des gleichen Muskels, bei dem die Verkürzung während der Rigorentwicklung eingeschränkt war, viel zarter als der unbehandelt Muskel, der sich ungehindert kontrahieren konnte. Eine nachfolgende Untersuchung mit dem *M. semimembranosus* (SM) (HERINGE et al, 1967) zeigte, dass der sich verkürzende Muskel auch nach 10 Tagen Reifung keine annehmbare Zartheit erreichte.

Die erst kürzlich zu dieser Thematik durchgeführten Studien stammen von OLSSON et al. (1994), KOOHMARAIE et al. (1996) und DEVINE et

al. (1999). Letztgenannte Autoren untersuchten die sich in kleinen Streifen des LD entwickelnde isometrische Spannung und die isotonische Verkürzung, zum Zeitpunkt als der Muskel bei konstanten Temperaturen (zwischen 15 und 35 °C) den Zustand des Rigor mortis erreichte. Dabei wurde ein Stück der LD-Muskelpaare durch dichtes Umwickeln mit einer dünnen Polyethylen-Folie an der Verkürzung gehindert; das andere Muskelstück konnte sich dagegen ungehindert verkürzen. Die geringste isometrische Spannung und Muskelkontraktion trat bei der niedrigsten Versuchstemperatur (15 °C) auf. Das Fleisch, das bei dieser Temperatur in die Rigorphase übergang, war auch das zarteste. Bei den Fleischstücken, die in den Rigor bei Temperaturen oberhalb von 15 °C übergingen, ließ sich die Zartheit durch die beschriebene Verpackung des Muskels deutlich verbessern. Die zusätzlich umhüllten Muskeln hatten längere Sarkomere als die

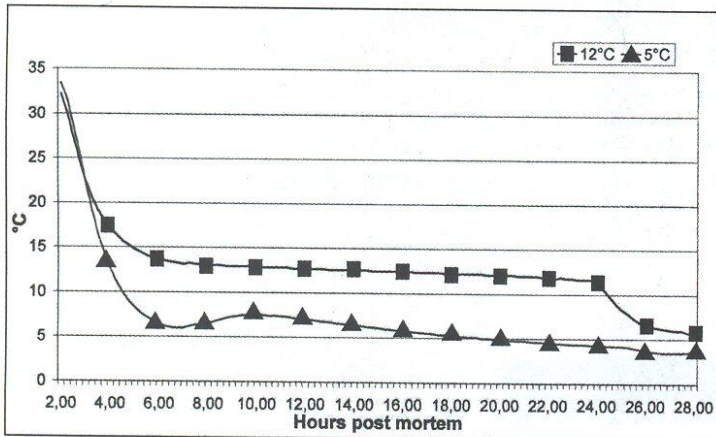


Abb. 1: Kühlungsrate für den *M. longissimus dorsi* (LD) bei schneller und langsamer Kühlung (Kern des Muskels; Exp. 1)

Fig. 1: Chilling rates for *M. longissimus dorsi* (LD) exposed to fast and slow chilling regimes (centre of loin, Exp. 1).

nicht umhüllten. Dies zeigte, dass der Zartheitseffekt der Verpackung eine Folge der eingeschränkten Muskelkontraktion im mikroskopischen Bereich war. Zusätzlich konnte beobachtet werden, dass höhere Temperaturen infolge einer ausgeprägteren Neigung zur Muskelkontraktion die Reifungskapazität des Fleisches zusätzlich negativ beeinflussten (SIMMONS et al., 1996; DEVINE et al., 1999).

Das Entbeinen warmer Rinderschlachtkörper wurde im Verlaufe der letzten zehn Jahre für Schlachtbetriebe in Norwegen immer attraktiver, meist auf Grund seines positiven Einflusses auf die Zufriedenheit der Mitarbeiter mit ihrer Tätigkeit, einer verbesserten Effizienz und Hygiene sowie einer besseren Verarbeitungsqualität und niedrigerer Betriebskosten (PISULA und TYBURCY, 1996). Der Marktanteil warm entbeinten Rindfleischs nahm stetig zu, und gegenwärtig werden ungefähr 20 % aller in Norwegen geschlachteten Rinder vor der Kühlung entbeint. Das Entbeinen macht jedoch die Muskeln in der Prärigor-Phase empfindlicher gegenüber allen Faktoren, die vor oder während der Rigor-Entwicklung zu einer zunehmenden Muskelkontraktion führen. Eine solche Kontraktion kann entweder als Rigorkontraktion der Muskeln oberhalb der optimalen Temperaturen von 10 bis 18 °C entstehen (DEVINE et al., 1999; DEVINE et al. 2002A, DEVINE et al. 2002B) oder als sogenannte Kältekontraktion, die unterhalb dieser Temperaturen eintritt. Die schlimmste Auswir-

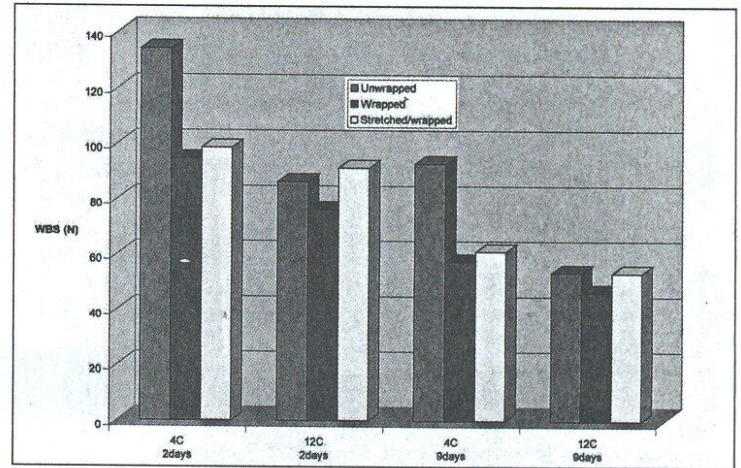


Abb. 2: Effekte der Verpackung mit zusätzlicher Umwicklung und Kühlungsrate auf WBS-Werte vom LD-Muskel nach 2 und 9 Tagen Reifung bei 4 °C (4 °C und 12 °C auf der Abszisse weisen auf ein schnelles bzw. langsames Kühlverfahren während der ersten 24 Std.hin; Exp. 1)

Fig. 2: Effects of wrapping/taping and chilling rate on WBS values of LD-muscles after 2 and 9 days of ageing at 4 °C (4 °C and 12 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 hours; Exp. 1).

kung auf Zartheit des Fleisches hat die Kältekontraktion (cold shortening). Im Hinblick auf die Praxis bedeutet das: Um diese Kontraktion zu minimieren, bedarf es eines kontrollierten Kühlverfahrens. Um die Vorteile des warmen Entbeinens zu erhalten, müssen im Verlaufe der weiteren Behandlung und Verarbeitung Bedingungen eingehalten werden, die einer möglichen Muskelkontraktion entgegenwirken. Nur so lässt sich eine optimale Verzehrrqualität erreichen und sichern.

Die in früheren Studien eingesetzten Verfahren zur Verhinderung der Muskelverkürzung sind ziemlich zeitraubend und arbeitsintensiv. Deshalb besteht ganz offensichtlich ein Bedarf für einen automatisierbaren Prozess. In der vorliegenden Studie wurde daher eine neue, von Pi-Vac® entwickelte Verpackungsmethode untersucht und bewertet, und zwar gemeinsam mit traditionellen Verpackungstechniken unter Einsatz von dünnen Polyethylen Folien und zusätzlichem Umwickeln.

Das Pi-Vac® Verpackungssystem arbeitet mit Plastikfolien-Schläuchen von der Rolle. Die gestreckte hochelastische Folie übt eine nach innen gerichtete Komprimierkraft auf die Rindfleischstücke aus. Diese Kräfte sind nötig um die durch die Längskontraktion verursachte diametrische Muskeldehnung zu hemmen (Weil das Volumen des Muskels bei einer Kontraktion konstant bleibt, wird durch Einschränkung der Zunahme der Muskeldicke auch die Kontraktion eingeschränkt).

Über den Einfluss der Pi-Vac®-Verpackung auf die Qualität von Schweinefleisch wurde bereits früher berichtet (STIEBING und KARNITZSCHKY, 1997). Die wesentlichen Effekte waren: Verbesserung der Farbe und des Gesamteindrucks sowie Reduktion des Tropfsaftverlustes beim verpackten Fleisch. Auch wurde das Schweinefleisch bei dieser Art der Verpackung zarter. Allerdings war die Zartheitsverbesserung beim Rindfleisch ausgeprägter. Details über die Messergebnisse der Zartheit wurden nicht mitgeteilt.

MEIXNER und KARNITZSCHKY (2001) berichteten kürzlich über die Anwendung der Pi-Vac® Verpackung bei warm entbeintem Rindfleisch. Ihre Aussagen über das Pi-Vac® Verpackungssystem und seinen positiven Effekt auf warm entbeintem Rindfleisch basieren hauptsächlich auf einleitenden Ergebnissen zur vorliegenden Studie.

Mit diesem Beitrag erweitern wir die Berichterstattung und fassen die Ergebnisse mehrerer Studien zusammen, die mit warm entbeintem Rindfleisch, in Zusammenarbeit zwischen der Norwegischen Fleischgenossenschaft und der Norwegischen Lebensmittel-Forschungsanstalt (MAT-FORSK) im Verlaufe der letzten drei Jahre durchgeführt worden sind. Zweck dieser Studien war es, die Verzehrrqualität warm entbeinten Rindfleischs zu optimieren sowie wie die Form der Verpackung und andere

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen für wichtige Variablen aus allen drei Experimenten, LD: *M. longissimus dorsi*; SM: *M. semimembranosus*; WBS-Werte sind in N/cm² angegeben

Tab. 1: Means and standard deviations for important variables in all three experiments, LD and SM are *M. longissimus dorsi* and *M. semimembranosus* respectively, WBS values are given in N/cm²

Variable		LD Mittelwert ± Sd	SM Mittelwert ± Sd
Experiment 1	pH ₂	6,54 ± 0,18	6,52 ± 0,23
	pH ₇	6,22 ± 0,23	6,08 ± 0,30
	pH ₂₄	5,60 ± 0,09	5,60 ± 0,08
	SML (µm)	1,86 ± 0,35	–
	WBS-Tag 2	95 ± 22	101 ± 22
	WBS-Tag 9	55 ± 20	78 ± 19
Experiment 2	pH ₂	6,53 ± 0,16	–
	pH ₂₄	5,71 ± 0,16	–
	SML (µm)	1,71 ± 0,25	–
	WBS-Tag 2	84 ± 18	–
	WBS-Tag 8	71 ± 24	–
Experiment 3	pH ₂₄	5,60 ± 0,15	–
	SML (µm)	1,78 ± 0,26	–
	WBS-Tag 2	99 ± 25	–
	WBS-Tag 9	66 ± 24	–

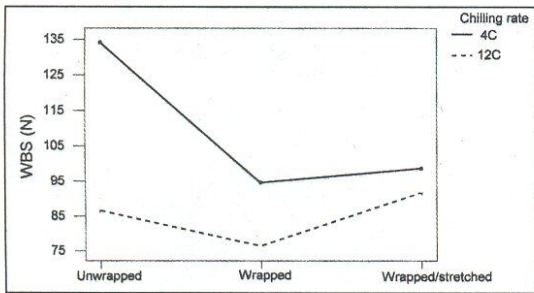


Abb. 3: Wechselwirkung zwischen Kühlverfahren und Verpackung auf WBS-Werte von LD-Proben nach 2 Tagen Reifung bei 4 °C (Exp. 1)

Fig. 3: Interaction between chilling regime and wrapping /taping as for WBS values of LD samples after 2 days of ageing at 4 °C (Exp. 1).

Methoden sind geprüft und mit traditioneller Frischhaltepackung verglichen worden: 1. Verpackung in eine dünne Polyethylen-Folie, unterstützt durch Umwickeln mit Klebeband (um eine Dickenzunahme des Muskels soweit wie möglich auszuschließen und auf diese Weise die Rigorkontraktion zu verhindern); 2. Verpackung in eine dünne Polyethylen-Folie allein und 3. Verpackung mit einem kommerziellen System (Pi-Vac®).

Einleitende Berichte zu Teilaspekten der Studie wurden bereits früher publiziert (HILDRUM et al, 2000; WAHLGREN et al, 2001).

Materialien

Experiment 1: Verpackung in eine dünne Polyethylen-Folie, unterstützt durch Umwickeln

Dafür wurde das Fleisch von 9 Jungbullen (15 bis 18 Monate) der Norwegischen Roten Rasse (NRB) verwendet. Die Schlachtierkörper (273 bis 377 kg) wurden an einem kommerziellen Schlachthof erschlachtet, und zwar ohne Elektrostimulation (Gilde Hed-Opp, Rudshøgda). 9 Muskelpaare vom *M. longissimus dorsi* (LD) und 6 Muskelpaare des *M. semimembranosus* (SM) wurden innerhalb von 2 Std. nach dem Schlachten den Tierkörpern entnommen.

Die 18 Proben des *M. longissimus dorsi* wurden jeweils einer der drei nachfolgend beschriebenen Behandlungsverfahren unterzogen:

1. Unverpackt belassene LD-Proben (Kontrolle),
2. in eine dünne Polyethylen-Folie dicht eingewickelte LD-Proben und
3. in Polyethylen-Folie eingewickelte LD-Proben, die nach einem manuellen Strecken um ca. 10 % verlängert waren.

Um die Eigenschaften der Polyethylen-Folie zu verstärken und die Rigorkontraktion zu verhindern, wurde noch zusätzlich festes Verpackungsband aus Plastik um die verpackten LD-Stücke gewickelt.

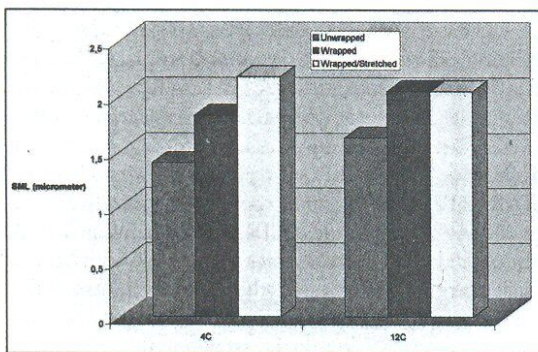


Abb. 4: Effekte der Verpackung mit zusätzlicher Umwicklung und der Kühlrate auf die Sarcomerenlänge (SML) von Proben des LD (Exp. 1)

Fig. 4: Effects of wrapping /taping and chilling rate on sarcomere length (SML) of LD muscle samples (Exp. 1).

optische Aspekte zu verbessern.

Verschiedene Techniken zur Behinderung der Rigorkontraktion wurden geprüft, und zwar bei den Temperaturen, die während kommerzieller Kühlung warm enteinten Rindfleisch üblich sind. Drei verschiedene Methoden

Polyethylen-Beutel verbracht. Die Proben wurde vakuumiert und anschließend in Wasserbäder getaucht, um sie entweder schnell auf eine Temperatur von 4 °C (nachfolgend als schnelles Kühlverfahren bezeichnet) oder langsam auf 12 °C (nachfolgend als langsames Kühlverfahren bezeichnet) abzukühlen. 24 Std. post mortem wurde alle Proben auf Plastiktablets gelegt und bei 4 °C für eine zusätzliche Periode von einem bzw. acht Tagen gereift.

Experiment 2: Verpackung in Polyethylen-Folie allein

Muskelpaare des LD von 12 Jungbullen der Rasse NRB (15 bis 18 Monate, 256 bis 355 kg) wurden innerhalb von 1 Std. post mortem den Schlachtierkörpern entnommen. Auch diese stammten von einem kommerziell betriebenen Schlachtbetrieb (Gilde Hed-Opp, Rudshøgda). Eine Elektrostimulation fand auch hier nicht statt. Die Faszie (Silberhaut) wurde auf den Muskeln belassen. Einer der Muskelpaare wurde mit Polyethylen-Folie (3 Schichten) in seiner ungefähren Restlänge dicht umwickelt. Der andere Muskel diente als Kontrolle und wurde nicht umwickelt. Alle Muskeln wurden in zwei gleiche Teile quer zur Richtung der Muskelfasern geteilt und separat in Polyethylen-Beutel verbracht, die anschließend vakuumiert wurden. Diese wurden in einer Einzelschicht auf Plastiktablets gelegt und entweder einer schnellen Kühlung (Luft auf 4 °C) oder einer langsamen Kühlung (Luft auf 12 °C) unterworfen. 24 Std. post mortem wurden alle Proben auf eine Temperatur von 4 °C heruntergekühlt und für eine weitere Periode von 1 bzw. 7 Tagen gereift.

Experiment 3: Verpackung unter Verwendung von Pi-Vac Elasto-Pack®

LD-Muskelpaare von 12 nicht elektrisch stimulierten Jungbullen von einem kommerziell betriebenen Schlachthof (Gilde Hed-Opp Otta) wurden innerhalb von 1 Std. post mortem entnommen. Alle Muskeln wurden quer durch die Muskelfaserrichtung in zwei gleiche Teile geschnitten und einer von vier Behandlungen zugewiesen. Zwei Stücke von einem der Muskelpaare wurden in Vakuum-Polyethylen-Beutel gepackt. Die anderen zwei Muskelstücke vom gleichen Schlachtierkörper wurden in eine Pi-Vac Elasto-Pack®-Folie (Pi-Vac GmbH Verpackungssysteme, Barleben, Deutschland) gepackt. Nach Versiegeln wurden die Proben in eine Einzelschicht auf Plastik-Tablets aufgelegt und entweder einer schnellen (Luft

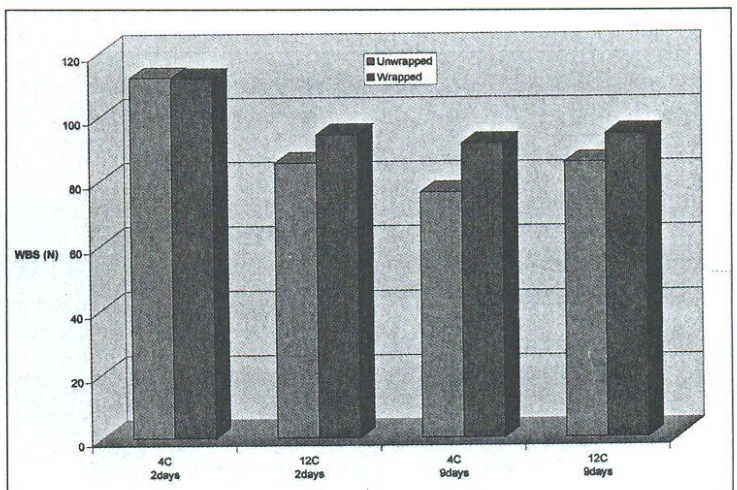


Abb. 5: Effekte der Verpackung mit zusätzlicher Umwicklung und der Kühlrate auf WBS-Werte des *M. semimembranosus* (SM) nach 2 und 9 Tagen Reifung bei 4 °C (4 °C und 12 °C auf der Abszisse weisen auf ein schnelles bzw. langsames Kühlverfahren während der ersten 24 Std. hin; Exp. 1)

Fig. 5: Effects of wrapping /taping and chilling rate on WBS values in *M. semimembranosus* (SM) after 2 and 9 days ageing at 4 °C (4 °C and 12 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 h; Exp. 1)

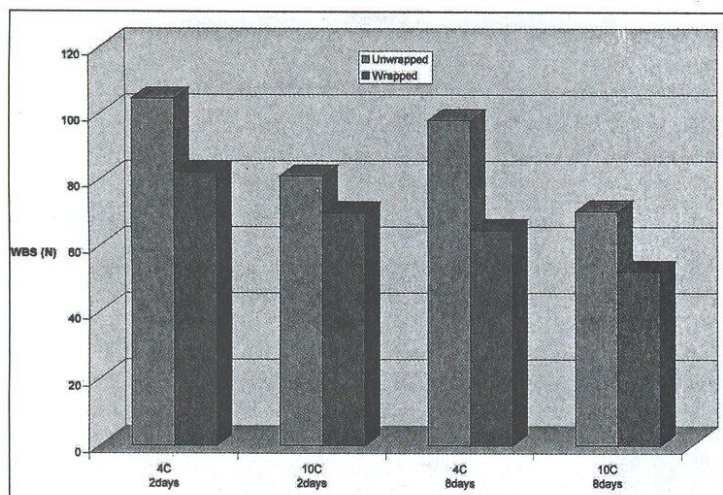


Abb. 6: Effekte des Kühlungssystems, der Verpackung und Reifungszeit auf WBS-Werte von LD nach 2 und 8 Tagen Reifung bei 4 °C und 10 °C auf der Abszisse weisen auf einen schnellen bzw. langsamen Kühlverlauf während der ersten 24 Std. hin; Exp. 2).

Fig. 6: Effects of chilling regime, wrapping and ageing time on WBS values of LD muscles after 2 and 8 days ageing at 4 °C (4 °C and 10 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 h; Exp. 2).

auf 4 °C) oder einer langsamen Kühlung unterzogen (Luft auf 14 °C für 8 Stunden, gefolgt von 8 °C für 6 Stunden und schließlich 4 °C). Die Proben wurden bei 4 °C gereift bis zum Tag der Zartheitsmessung (2, 9 und 26 Tage post mortem).

Das Pi-Vac-Verpackungsmaschine (Pack-Man®) verfügte über 3 Verpackungsrohre verschiedener Größen. Damit lassen sich unterschiedlich große Fleischzuschnitte abwechselnd verpacken. Bei der verwendeten Elasto-Pack®-Folie handelt es sich um ein Plastik Laminat (PE/PVDC/PE) mit einer Stärke von 140 µm. Die Folie wird als Schlauch auf Rollen mit acht verschiedenen Breiten geliefert. In diesem Experiment wurden 135 mm- und 195 mm-Folienschläuche eingesetzt.

In der Kammer wird beim Verpackungsvorgang auf der Außenseite des elastischen Folienschlauches ein partielles Vakuum erzeugt. Dadurch dehnt sich die elastische Folie so weit aus, bis sie an der Innenwand der Kammer anliegt. Das entspricht einer Ausdehnung von ca. 80 %. Beim Verpacken wird das abzupackende Fleischstück manuell in die Kammer mit dem aufgedehnten Folienschlauch eingelegt und das Vakuum abgeschaltet. Die Folie zieht sich auf ihre ursprüngliche Dimension zusammen und legt sich ganz eng um den Muskel. Beide Enden des Verpackung werden abschließend verschweißt (MEIXNER und KARNITZSCHKY, 2001).

Die Versuchsanordnung der drei Experimente beinhaltet Kühlungsverlauf, Verpackungsmethode, Reifungsdauer, Schlachtkörperseite (rechts/links) wie auch vordere und hintere Teile der Muskeln.

Methoden

Nach einer festgelegten Reifungszeit: 2 Tage (kurze Reifung) oder 8 (Experiment 2) oder 9 Tage post mortem (Experiment 1 und 3; lange Reifung) wurden von jeder Muskelprobe 3,5 cm dicke Scheiben für die Warner-Bratzler-Scherkraft-Messungen (nachfolgend als WBS oder WBS-Analyse bezeichnet) geschnitten. Alle Scheiben wur-

den in Polyethylen-Beuteln vakuumverpackt, danach im Wasserbad 50 Min. auf 70 °C erhitzt und abschließend in Eiswasser 45 Min. gekühlt. Dann wurden die Proben bei -1,5 °C bis zum Tage der WBS-Analyse 4 Tage gelagert.

Am Tag der WBS-Analyse wurden die Proben 20 Min. auf eine Temperatur von 20 °C konditioniert, danach wurden

Scheiben von 1 cm Dicke parallel zum Faserverlauf ausgeschnitten. Der zweite Schnitt erfolgte ebenfalls in Faserrichtung, so dass die Probe schließlich die Dimension von 3 x 1 x 1 cm hatte. Strukturen von sichtbarem Fett oder Sehnen wurden gemieden. Die mittlere Scherkraft wurde quer zur Muskelfaserrichtung mit Einsatz einer WBS-Vorrichtung (dreieckige Version) gemessen, und zwar in einer Instron Materialprüfungsmaschine (Modell 4202, Instron Engineering Corporation, High Wycombe, U.K.). Der Durchschnittswert von 10 Wiederholungsmessungen je Probe wurde für die Datenanalyse benutzt.

Der pH-Wert der Muskeln bei jeder Reifungszeit wurde in festgelegten Abständen durch entsprechende Messungen erfasst, unter Verwendung einer Knick SE 104 Stichelektrode (Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co, Berlin, Deutschland).

Die Proben zur Bestimmung der Sarcomerenlängen (SML) wurden in einer Borat-Lösung fixiert, die 2,5 % Glutaraldehyd enthielt. Die Homogenisierung erfolgte anschließend in einem Polytron PT3000 Homogenisator. Die SML wurden mit einem Bildanalyse-Programm bestimmt (Image-Pro Plus 4,0, Media Cybernetics, Silver Spring, Maryland, USA), und zwar unter Verwendung von Bildern, die mit einer Kamera (Hitachi KP-D50, Color Digital, Hitachi Denshi Ltd, Japan) aufgenommen worden waren, die auf ein Lichtmikroskop (Leica DMLB, Leica Mikroskopie & Systeme GmbH, Wetzlar, Deutschland) montiert war. Die Bestimmung der Myofibrillenlänge (MFL) in Experiment 2 erfolgte im Wesentlichen nach der von OLSSON und TORNBERG (1992) beschriebenen Methode. Un-

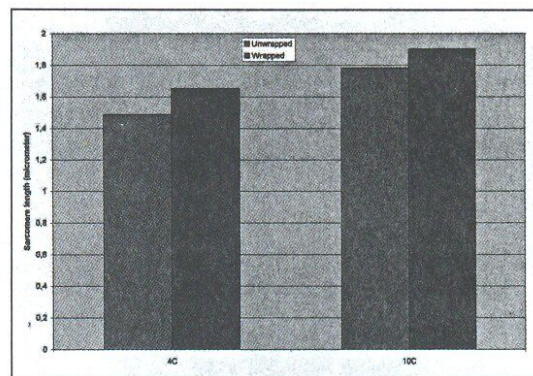


Abb. 7: Sarcomerenlänge in LD-Proben im Hinblick auf Kühlungsrate und Verpackung (4 °C und 10 °C auf der Abszisse weisen auf einen schnellen bzw. langsamen Kühlverlauf während der ersten 24 Stunden hin; Exp. 2)

Fig. 7: Sarcomere length in LD samples with regard to chilling rate and wrapping (4 °C and 10 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 h; Exp. 2)

Tab. 2: Zusammenfassung der durchschnittlichen WBS- (N/cm²) und SML- (µm) Werte mit den jeweiligen Standardabweichungen aus allen drei Experimenten.

Tab. 2: A summary of average WBS (N/cm²) and SML values (µm) with respective standard deviations from all three experiments.

Behandlung	Exp.	WBS-Werte				SML-Werte	
		Kurze Reifung		Lange Reifung		Schnelle Kühlung	Langsame Kühlung
		Schnelle Kühlung	Langsame Kühlung	Schnelle Kühlung	Langsame Kühlung		
Verkürzung nicht eingeschränkt (nicht eingewickelt)	1	134 ± 15	86 ± 9	93 ± 24	54 ± 8	1,40 ± 0,22	1,63 ± 0,19
	2	105 ± 14	81 ± 14	98 ± 21	70 ± 23	1,49 ± 0,15	1,78 ± 0,16
	3	128 ± 12	108 ± 17	97 ± 17	66 ± 19	1,52 ± 0,20	1,69 ± 0,08
Verkürzung eingeschränkt (eingewickelt)	1	95 ± 13	76 ± 14	57 ± 15	46 ± 9	1,83 ± 0,25	2,05 ± 0,33
	2	82 ± 14	70 ± 13	65 ± 13	52 ± 13	1,65 ± 0,25	1,90 ± 0,21
	3	85 ± 17	75 ± 9	54 ± 13	48 ± 11	1,84 ± 0,20	2,05 ± 0,19

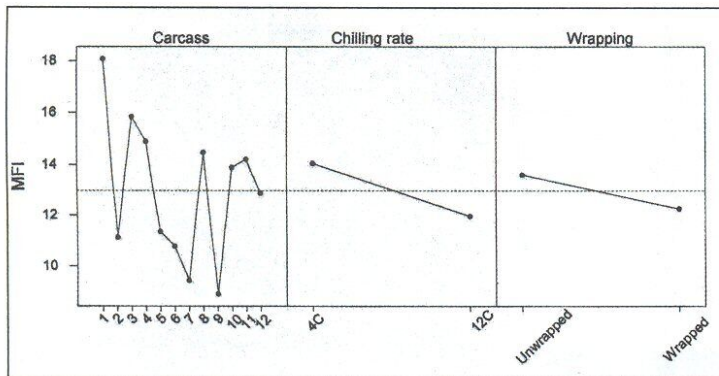


Abb. 8: Effekte der Kühlungsrate, Verpackung und Schlachtkörper auf Myofibrillenlänge (MFI) im LD (4 °C und 10 °C auf der Abszisse weisen auf einen schnellen bzw. langsamen Kühlverlauf während der ersten 24 Std. hin; Exp. 2)

Fig. 8: Effects of chilling rate, wrapping and carcass on myofibrillar length (MFI) in LD (4 °C and 10 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 h; Exp. 2)

gefähr 5 g fein gehackten Fleisches wurde in einem Omnimixer (11000 Upm) mit 50 ml isotonischer Kochsalzlösung 60 sec homogenisiert, danach bei 2 °C bei 1000 g 15 Min. zentrifugiert und der Überstand verworfen. Das Zentrifugat wurde in 25 ml Isolationspuffer (100 mM KCl, 20 mM K-Phosphat, 1 mM EDTA, 1 mM Natriumazid, pH-Wert 7,0) resuspendiert und mit demselben Puffer 25-fach verdünnt. Ein Tropfen der Suspension wurde auf einen Objektträger unter ein Lichtmikroskop (X 100) gelegt. Der Wert für die durchschnittliche MFI wurde für jede Probe aus 150 Wiederholungsmessungen berechnet.

Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe von MINITAB, Version 13 und die Varianzanalyse (ANOVA) unter Verwendung eines allgemeinen linearen Modells. Für die Untersuchung der Wechselwirkungen wurde folgendes Modell benutzt:

$$(WBS/SML)_{ijk} = \mu + C_i + W_j + A_k + C_i \times W_j + C_i \times A_k + W_j \times A_k + A_k \times W_j \times D + e_{ijk}$$

In dem Modell ist μ die Konstante, C_i = Kühlungstemperatur, W_j = Verpackung/Strecken/Packen, A_k = die Reifungszeit und e_{ijk} = restlicher Fehler. In einigen Fällen wurde auch ein 2-Faktor-Modell eingesetzt. Nähere Angaben zum experimentellen Verfahren machten HILDRUM et al. (1999).

Ergebnisse und Diskussion

Experiment 1

Mittelwerte und Standardabweichungen für gemessene Variablen der LD- und SM-Muskeln sind der Tab. 1 zu entnehmen. Der pH-Wert der Proben im frühen postmortalem Stadium (2 bis 7 Std.) zeigte eine größere Variabilität als nach 24 Stunden. Von Schlachtkörpern bedingte Variationen und Temperaturschwankungen im Frühstadium sind wahrscheinlich die Hauptgründe für diese große Variabilität. Die durchschnittlichen pH-Wert-Senkungen in den LD- und SM-Muskeln bewegten sich in ähnlichen Größenordnungen.

Die WBS-Werte zeigten in den LD- ebenso wie in den SM-Muskeln große Variationen von Schlachtkörper zu Schlachtkörper. Die durchschnittliche WBS-Werte im LD und SM nach 2 Tagen Reifung waren jedoch nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$). Die Rate des Zartwerdens war in den LD-Muskeln höher als in den SM-Muskeln ($p < 0,05$), was in dem letztgenannten Muskel auf ein begrenztes Zartheitspotential hindeutet.

Die Kerntemperatur in den Muskeln, die dem schnellen Kühlungsprozess ausgesetzt wurden, war bereits nach 4 Std. post mortem unter 10 °C gefallen. Dies führte am sichersten zu einer Kältekontraktion in den Muskeln (Abb. 1). Ohne Elektrostimulation verlief der pH-Wert-Abfall im LD-Muskel verhältnismäßig langsam. Langsame Kühlung (bei 12 °C)

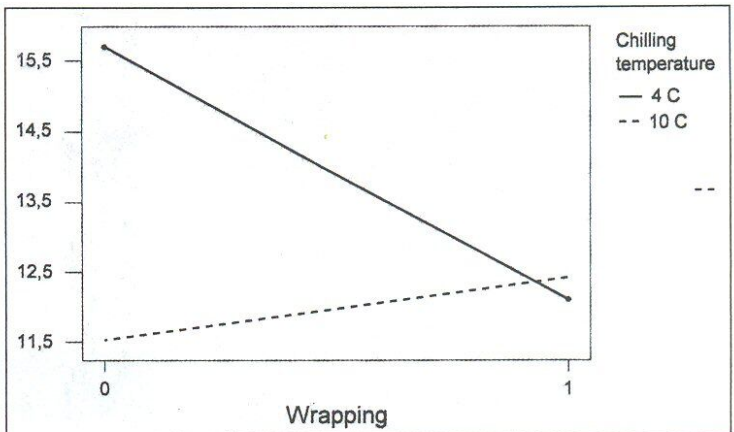


Abb. 9: Wechselwirkung zwischen Kühlungsrate und Verpackung auf MFI in LD. Die „Mean number“ in dieser Abb. gibt die durchschnittliche Länge der Myofibrillen in μ an (Ordinate). (4 °C und 10 °C auf der Abszisse weisen auf einen schnellen bzw. langsamen Kühlverfahren während der ersten 24 Std. hin; Exp. 2)

Fig. 9: Interaction between chilling rate and wrapping regarding MFI in LD. The "Mean number" in this figure gives the average length of the myofibrils in μ (ordinate). (4 °C and 10 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 h; Exp. 2).

führte zu einer schnelleren pH-Wert-Senkung im LD-Muskel im Vergleich zum schnellen Kühlungsprozess. Allerdings waren die Unterschiede nicht signifikant. Da diese Muskeln vor Ablauf von 24 Std. post mortem keinen Temperaturen unter 10 °C ausgesetzt wurden, war lediglich eine minimale Muskelkontraktion zu erwarten. Weder bei den Temperaturen noch bei der pH-Wert-Senkung gab es signifikante Unterschiede zwischen den in Folie eingewickelten und den nicht eingewickelten Proben.

Das Umwickeln der LD-Muskeln führte zu signifikant niedrigeren WBS-Werten ($p < 0,001$) sowohl nach kurzen (2 Tage post mortem) als auch nach langen Reifungsperioden (9 Tage post mortem; Abb. 2). Außerdem bestand eine Wechselwirkung zwischen der Kühlungsrate und der Verpackung, indem ein positiver Effekt der Verpackung auf das WBS nur bei den Proben signifikant war, die dem schnellen Kühlprozess unterworfen worden waren (Abb. 3). Kein Effekt war dagegen bei den LD-Muskeln

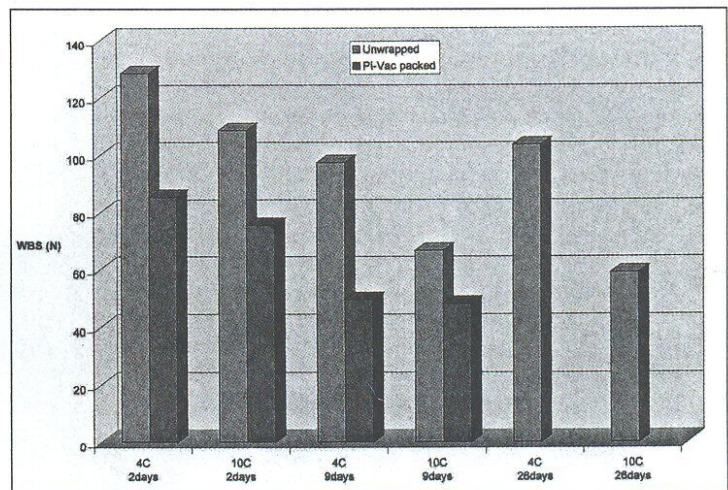


Abb. 10: Effekte der Pi-Vac®-Verpackung bzw. der Vakuumverpackung (nicht eingewickelt) und Kühlungsrate auf WBS-Werte von LD-Muskeln nach 2, 9 und 26 Tagen Reifung bei 4 °C (4 °C und 10 °C auf der Abszisse weisen auf einen schnellen bzw. langsamen Kühlverlauf während der ersten 24 Std. hin; Exp. 3)

Fig. 10: Effects of Pi-Vac packing or vacuum packing (unwrapped) and chilling rate on WBS values of LD muscles after 2, 9 and 26 days of ageing at 4 °C (4 °C and 10 °C in abscissa refer the fast and slow chilling regimes used during the first 24 h; Exp. 3)

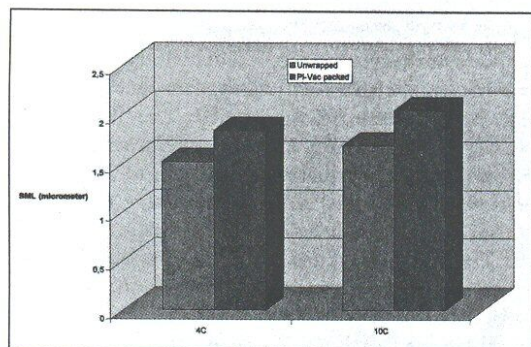


Abb. 11: Effekte der Pi-Vac®-Verpackung oder Vakuumverpackung (nicht eingewickelt) und Kühlungsrate auf SML-Werte von LD Muskeln nach 2, 9 und 26 Tagen Reifung bei 4 °C (4 °C und 10 °C auf der Abszisse weisen auf einen schnellen bzw. langsamen Kühlverlauf während der ersten 24 St. hin; Exp. 3)

Eine ähnliche Größenordnung hatten die Effekte der langsamen Kühlung und der Verpackung auf LD (Abb. 2). Es bestand eine geringe Tendenz insofern, als die Verpackung die Reifung beschleunigte, wie die kleinen WBS-Werte zeigten. Die Wechselwirkung zwischen Verpackung und Reifungszeit war jedoch nicht signifikant. Es gab auch keine signifikante Wechselwirkung zwischen Kühlungsrate und Reifungszeit. Dies bedeutet, dass diese Behandlungsfaktoren hinsichtlich des WBS-Wertes komplementäre Wirkungen ausübten, und dies unterstützt auch die Feststellung, dass der Verpackungseffekt einer kurzen Reifungszeit auch nach einer langen Reifungszeit noch erhalten bleibt.

Durch die Verpackung der LD-Muskeln blieben große SML erhalten ($p < 0,001$, Abb. 4). Das bedeutet, dass der Einfluss der Verpackung auf WBS hauptsächlich auf einer Be- bzw. Verhinderung der Muskelkontraktion im Mikrostrukturbereich der Muskeln beruht.

Keine signifikante Wechselwirkung bestand zwischen Verpackung und Kühlung ($p > 0,05$). Dies deutet darauf hin, dass die Abnahme der SML von nicht verpacktem Fleisch während der Rigorphase für beide Kühlungsarten eine vergleichbare Größenordnung hatte. Mit anderen Worten, bei der Reduktion der myofibrillären Kürzung des LD-Muskels war die Verpackung bei beiden Kühlungssystemen im gleichen Maße wirksam.

Das manuelle Strecken des LD vor dem Verpacken (Nr. 3) führte zu keiner zusätzlichen Reduzierung der WBS-Werte ($p > 0,05$, Abb. 2). Diese Beobachtung bestätigt die Ergebnisse von HERRING et al. (1967), die ebenfalls keinen Effekt auf die Scherkraftwerte bei bis zu 48 % über die ursprüngliche Länge gestreckten SM-Muskel beobachten konnten. Dies steht auch in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der SML-Messungen, die bei gestreckten Muskeln keine signifikante ($p > 0,05$) Erhöhung zeigten. Der Grund hierfür könnte sein, dass wegen der möglicherweise bestehenden mechanischen Begrenzungen, keine wirkliche Streckung stattgefunden hat.

Weder bei kurzer, noch bei langer Reifung führte die Verpackung der SM-Muskeln zu einer signifikanten Verbesserung der Zartheit (Abb. 5). Die Ursache für den eher geringen Einfluss der Verpackung auf den SM-Muskel könnte in der ziemlich unregelmäßigen Anordnung der Myofibrillen in diesem Muskel im Vergleich mit dem *M. longissimus dorsi* sein, und die Tatsache, dass wegen der Aufhängung der Schlachttierkörper an der Achillessehne vor dem Entbeinen, die Muskeln schon verkürzt waren. Eine andere mögliche Erklärung könnte der größere Gehalt an Bindegewebe im *M. semimembranosus* sein. Das langsame Kühlungssystem führte zu signifikant kleineren WBS-Werten bei SM-Muskeln nach kurzer Reifung ($p < 0,05$). Dieser Effekt verschwand jedoch nach 9 Tagen post mortem.

nachweisbar, die langsam gekühlt wurden. Dies bedeutet, dass die Verpackung nur bei solchen Bedingungen wirksam ist, die zu einer verstärkten Muskelkontraktion führen (entweder Rigorkontraktion über 10 bis 18 °C oder Kältekontraktion unter 10 °C). Das Kühlungssystem hat auch einen signifikanten Einfluss auf die WBS-Werte ($p < 0,001$) der LD-Muskeln.

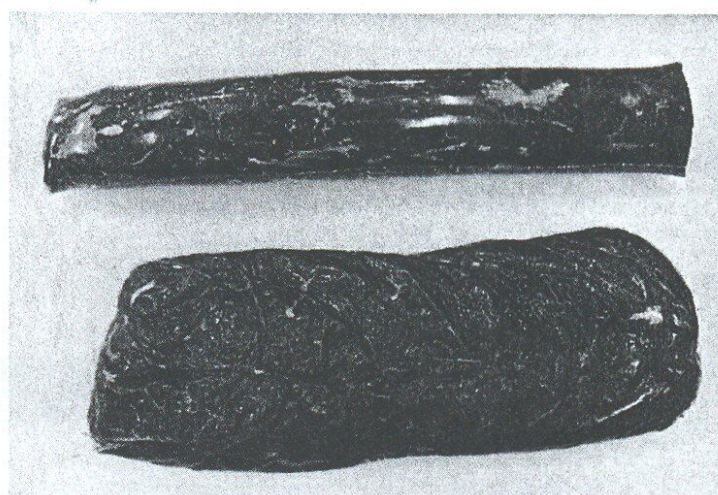


Abb. 12: Ganze warm entbeinte Muskeln nach 9 Tagen Reifung, Pi-Vac®-Verpackung (oberer Muskel) oder in Frischhaltepackung (nicht eingewickelt; unterer Muskel; Exp. 3)

Fig. 12: Whole hot boned muscles after 9 days of ageing that have been Pi-Vac® packed (upper muscle) or vacuum packed (unwrapped; lower muscle; Exp. 3)

Experiment 2

Der durchschnittliche End-pH-Wert für den LD-Muskel war in diesem Exreiment geringfügig höher als im Versuch 1, während die entsprechenden Werte für die SML kleiner waren (Tab. 1).

Der durchschnittliche Zartmachungseffekt am Ende der Reifeperiode (höhere WBS-Werte), war geringer als im 1. Experiment. Der Grund dafür mag in der Tatsache liegen, dass die Reifungszeit hier einen Tag kürzer war (2 bzw. 8 Tage). Dagegen war die Variabilität aller übrigen Eigenschaften ähnlich wie im Experiment 1.

Während im 1. Experiment die Muskelproben entweder nur in Folie eingewickelt oder in Folie eingewickelt und noch zusätzlich fest umwickelt waren, wurden sie in diesem Versuch nur in dünne Polyethylen-Folie (3 Lagen) verpackt. Die Effekte des Kühlungssystems ($p < 0,001$), der Verpackung ($p < 0,001$) und der Reifung ($p < 0,01$) auf die WBS-Werte beim LD waren, wie in Abb. 6 dargestellt, alle hoch signifikant. Sie zeigen, dass sich die Wirkung der Verpackung und der langsamen Kühlung etwa in der gleichen Größenordnung bewegen. Dies bedeutet, dass sich sowohl durch Verpackung des LD-Muskels als auch durch einen langsamen Kühlungsprozess ein größerer Effekt auf Zartheit ausüben lässt als durch Verlängerung der Reifungszeit von 2 auf 8 Tage. Im Gegensatz zu Experiment 1, wurde 2 Tage post mortem keine signifikante Wechselwirkung zwischen Kühlungssystem und Verpackung beobachtet. Die Verpackung übte also bei beiden Kühlungssystemen einen signifikanten Effekt ($p < 0,05$) aus, aber die entsprechende Wechselwirkung war nicht 8 Tagen signifikant. Somit hatte die Verpackung einen beträchtlichen Effekt und war sogar nach einer langen Reifeperiode noch augenscheinlich. Bezieht man beide Reifungstage in das gleiche Modell ein, ist diese Wechselwirkung kaum signifikant ($p = 0,047$). Es gab eine Tendenz, nachdem die Verpackung die Zartmachungsrate von LD zwischen 2 und 8 Tagen erhöhte, obwohl die Wechselwirkung zwischen Verpackung und Reifungszeit nicht signifikant war. Die SML-Messungen zeigten signifikante Effekte im Hinblick auf Kühlungsrate ($p < 0,001$) und Verpackung ($p < 0,05$, Abb. 7). Somit bestätigten sie frühere Beobachtungen, dass Verpackung ebenso wie langsame Kühlung die Myofibrillenverkürzung während Rigorphase reduzieren.

Ein individueller hochsignifikanter Unterschied in der MFL ($p < 0,01$, Abb. 8) wurde zwischen den einzelnen Schlachttierkörpern gefunden. Die Abb. 8 zeigt, dass die durchschnittliche Effekte des Kühlverfahrens und der Verpackung auf die MFL im Vergleich mit der Variation in MFL zwischen den Schlachtkörper eher bescheiden ausfallen. Weder Kühlungssystem noch Verpackung übten signifikante Effekte auf die durchschnittliche

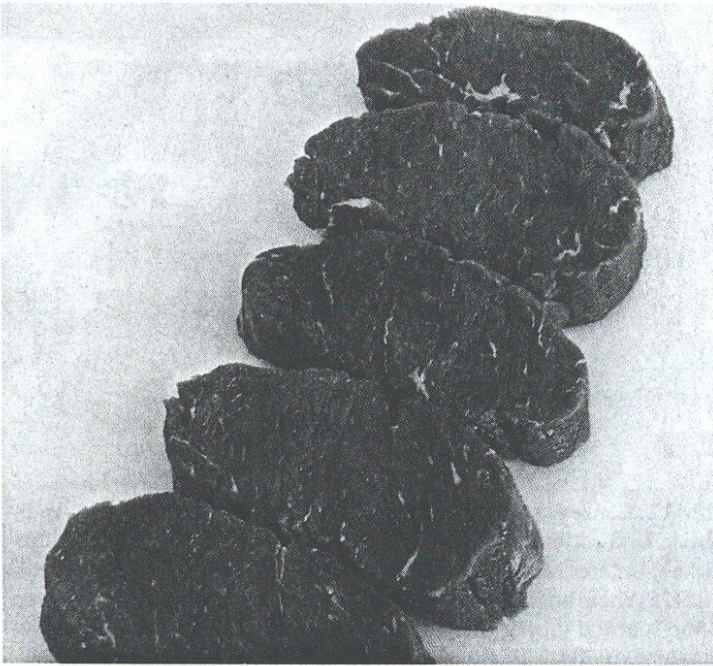


Abb. 13: Geschnittene warm entbeinte Muskeln nach neun Tagen Reifung, Pi-Vac®-Verpackung (Exp. 3)

Fig. 13: Sliced hot boned muscles after nine days of ageing that have been Pi-Vac® packed (Exp. 3)

MFL aus, obwohl die Kühlungsrate nahe am einem Signifikanzniveau von 0,05 ($p = 0,087$) lag. Zwischen Kühlungsrate und Verpackung ließ sich jedoch eine signifikante Wechselwirkung ($p < 0,05$) nachweisen (Abb. 9). Während beim langsamen Kühlverfahren die Verpackung keinen signifikanten Effekt auf MFL ausübte, war der Effekt der Verpackung bei schnellen Kühlungsverfahren signifikant ($p = 0,025$). Abb. 9 zeigt, dass die Verpackung den gleichen mindernden Effekt auf die MFL bei dem schnellen Kühlverfahren hatte wie die langsame Kühlung auf LD. Dieses zeigt, dass die Effekte, die sowohl durch das Einwickeln des Fleisches als auch durch eine langsame Kühlung durch den gleichen Mechanismus ausgeübt werden, nämlich durch Zerschneiden von Myofibrillen während der Fleischreifung.

Experiment 3

Bei allen drei Variablen, nämlich Verpackungsmethode, Kühlungsverfahren und Reifungszeit konnte gezeigt werden, dass sie die Zartheit des LD-Muskels signifikant beeinflussen (Abb. 10). Die größte Wirkung auf WBS zeigten die Messergebnisse der Proben, die mit dem Pi-Vac®-Verfahren verpackt und lange gereift wurden (einschließlich der längeren Reifungszeit über 26 Tage bei unverpackten Proben). Dies zeigt sich deutlich durch die große Verbesserung der Zartheit 2 Tage post mortem beim Pi-Vac® verpackten Rindfleisch im Vergleich zu vakuumverpacktem Rindfleisch, das ebenfalls einem schnellen Kühlungsprozess unterzogen wurde. Der Effekt der Reifungszeit wurde durch den großen Abfall der WBS-Scherkraft-Werte zwischen 2 und 9 Tagen post mortem demonstriert. Dieses Ergebnis zeigt, dass sowohl Verpackungsmethode als auch Rigor-Temperatur auf die sich ausbildende Zartheit der warm entbeinten LD-Muskeln einen zusätzlichen Einfluss hatten. Eine übereinstimmende Beobachtung war, dass bei Reifung bis zu 26 Tagen in Frischhaltepackung und schneller Kühlung beim LD nur eine geringfügige Verbesserung der endgültigen Zartheit bewirkte. Diese Beobachtung bestätigt, dass Muskeln, mit starker Kältekontraktion nur in begrenztem Maße zart werden können. Die Verpackungsmethode hatte bei beiden Kühlverfahren auf SML einen signifikanten Effekt (Abb. 11). Dies bedeutet, dass das Pi-Vac®-Verpackungssystem fähig ist, während der Rigorentwicklung die Muskelkontraktion zu reduzieren oder weitestgehend zu verhindern, und tatsächlich übte diese Verpackungsmethode eine größere Wirkung auf SML aus als der langsame Kühlprozess. Sämtliche Ergebnisse dieses Experimentes

machen deutlich, dass die Pi-Vac®-Verpackungsmethode die Zartheit warm entbeinten Roastbeefs stärker verbesserte als ein kontrolliertes Kühlungssystem. Die Vorteile des Pi-Vac®-Verpackungssystems für die Fleischbranche sind vor allem darin zu sehen, dass damit ein schnelleres Kühlungssystem mit einem höheren Durchsatz, bei besserer Hygiene und einem insgesamt niedrigeren Tropfsaftverlust zur Verfügung steht. Ferner wurde beobachtet, dass die mit dem Pi-Vac®-Verpackungssystem abgepackten warm entbeinten LD-Muskeln eine sehr ansprechende runde und attraktive Form hatten. Dies ist bei traditionellen Vakuumverpackungssystemen nicht immer der Fall, wenn warm entbeintes Rindfleisch, z.B. warm entbeintes Roastbeef konventionell in Boxen oder Plastiktrays verpackt wird und dabei infolge des Druckes von umgebenden Rindfleisch-zuschneiden gewöhnlich ihre natürliche Form verlieren. Die attraktive runde Form blieb sogar dann erhalten, nachdem die elastische Folie entfernt und der LD-Muskel in verbrauchsfertigen Steaks geschnitten wurde (Abb. 12 und 13).

Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse aller drei Experimente sind in Tab. 2 zusammenfassend dargestellt. Sie zeigen, dass die relative Beziehung zwischen den Versuchen im Hinblick auf WBS- und SML-Werte vorhanden waren, mit einigen allerdings nicht signifikanten Unterschieden. Dies zeigt die hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zwischen den Versuchen. Dies trifft auf die Auswirkung der Kühlungsrate ebenso zu, wie auf die Techniken zur Einschränkung der Muskelverkürzung. Falls die Kühlung zu schnell stattfand (nicht verpackte Proben), wurden die warm entbeinten Rindfleisch-zuschneite zäh und selbst Reifungszeiten bis zu 4 Wochen hatten nur einen geringen reduzierenden Einfluss auf deren Zähigkeit. Sowohl ein langsames Kühlungsverfahren als auch alle Methoden, welche Muskeln daran hinderten ihren Querschnitt zu vergrößern, waren in der Lage, bei warm entbeinten Muskeln eine ausgeprägte Kontraktion zu verhindern, und auf diese Weise die Zartheit günstig zu beeinflussen. Darum wird so behandeltes Fleisch in einer frühen postmortalen Phase zart und das Niveau der Zartheit kann so gesichert werden.

Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass bei Verwendung einer wirksamen Methode zur Be- oder Verhinderung der Muskelkontraktion, warm entbeinte Rindfleisch-zuschneite, ohne nachteilige Effekte auf die Zartheit, einem schnelleren Kühlprozess unterzogen werden können. Sowohl das Verpacken des Fleisches in eine dünne Polyethylen-Folie als auch der Einsatz des Pi-Vac®-Verpackungssystems erfüllten die Anforderungen, die an ein gutes Verfahren zur Be- bzw. Verhinderung einer Muskelkontraktion zu stellen sind.

Die Verpackungstechnik mit der Folie ist ein einfaches System, aber auch mühsam und zeitaufwendig, da die Rindfleisch-zuschneite nach dem Einwickeln noch in traditionelle Vakuumbeutel gesteckt werden müssen. Das verursacht den Betrieben zusätzliche Produktionskosten. Dagegen lässt sich mit der Elasto-Pack®-Folie von Pi-Vac® auf Grund ihrer gerichteten Elastizität nicht nur die Muskelkontraktion vermeiden, sondern die Folie besitzt auch dieselben physikalischen und mikrobiellen Barriereigenschaften wie traditionelle Vakuumbeutel. Alle untersuchten Verpackungsmethoden zur Einschränkung der Muskelverkürzung ergaben runde, attraktiv geformte Packungen der warm entbeinten Muskeln, und zwar auch dann, wenn diese in Endverbraucher-fertige Stücke geschnitten waren.

Resümee

Das Umwickeln warm entbeinter Muskeln dicht mit Polyethylen-Folie und zusätzlicher Unterstützung mit plastischem Band reduzierte die Warner-Bratzler Scherkraft (WBS) signifikant, sowohl nach 2 als auch nach 9 Tagen post mortem. Verpackung allein mit einer Polyethylen-Folie erbrachte ein vergleichbares Ergebnis. Der Effekt der Verpackung auf WBS ergab Scherkraft-Werte in der gleichen Größe wie die Erhöhung der Kühltemperatur bei nicht eingewickelten LD-Muskeln von 4 °C auf 10 bis 12 °C. Die Verpackung des LD führte auch zu signifikant größerer Sarcomerlänge (SML) bei den schnell gekühlten Muskeln. Kein signifikanter

Effekt der Verpackung auf WBS konnte bei *M. semimembranosus* (SM) beobachtet werden. Weder Kühlungsrate noch Verpackung zeigten signifikante Gesamteffekte auf die Länge der Myofibrillen (MFL). Eine signifikante Wechselwirkung auf MFL wurde jedoch zwischen Kühlungsrate und Verpackung beobachtet. Während die Verpackung bei langsam gekühlten LD-Muskeln keinen Effekt auf MFL zeigte, wurde bei dem schnellen Kühlsystem ein signifikanter Effekt gefunden. Dies zeigt, dass sowohl das Einwickeln als auch die langsame Kühlung die Fragmentierung (Aufspaltung) von Myofibrillen während Reifung gleichermaßen gefördert.

Auch die 3. Methode zur Einschränkung der Muskelkontraktionen, unter Einsatz eines kommerziellen Verpackungssystems, das auf eine elastische Laminat-Folie (Pi-Vac Elasto-Pack®) basiert, reduzierte die Rigorentwicklung. Dabei wurden eine Verminderung der Muskelkontraktion, eine signifikant verbesserte Zartheit sowie erhöhte SML und verminderte WBS-Werte beobachtet. In allen drei Experimenten gab es eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und alle untersuchten Techniken zur Einschränkung der Muskelkontraktion erwiesen sich als leistungsfähige Hilfsmittel zur Reduktion der unerwünschten Effekte der Kältekontraktion infolge zu schneller Kühlung von warm entbeinten LD-Muskeln.

Literatur

1. BENDALL, J. (1951): The shortening of rabbit muscles during rigor mortis: its relation to the breakdown of adenosinetriphosphate and creatine phosphate and to muscular contraction. *J. Physiol.* 114, 71-88. – 2. DEVINE, C. E.; N. M. WAHLGREN und E. TORNBERG, E. (1999): Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef *m. longissimus thoracis et lumborum*. *Meat Sci.* 51, 61-72. – 3. DEVINE, C. E.; S. R. PAYNE und R. W. WELLS (2002a): Effect of restraint on sheep meat tenderness with rigor mortis at 18 °C. *Meat Sci.* 60, 155-159. – 4. DEVINE, C. E.; S. R. PAYNE; B. M. PEACHEY; T. E. LOWE; J. R. INGRAM und C. J. COOK (2002b): High and low rigor temperature effects on sheep meat tenderness and ageing. *Meat Sci.* 60, 141-146. – 5. HERRING, H. K.; R. G. CASSENS und E. J. BRISKEY (1965): Sarcomere length of free and restrained bovine muscles at low temperatures. *J. Sci. Fd. Agric.* 16, 379-384. – 6. HERRING, H. K.; R. G. CASSENS; G. G. SUESS; V. H. BRUNGARDT und E. J. BRISKEY (1967): Tenderness and associated characteristics of stretched and contracted bovine muscles. *J. Fd. Sci.* 32, 317-322. – 7. HILDRUM, K. I.; M. SOLVANG; B. N. NILSEN; T. FRØYSTEIN und J. BERG (1999): Combined effects of chilling rate, low voltage electrical stimulation and freezing on sensory properties of bovine *M. longissimus dorsi*. *Meat Sci.* 52, 1-7. – 8. HILDRUM, K. I.; B. N. NILSEN; T. ANDERSEN und N. M. WAHLGREN (2000): Improving beef tenderness by restricting rigor mortis contraction. *Proc. 46th ICoMST*, Buenos Aires, Argentine, 445-446. – 9. KOOHMAIAIE, M.; M. E. DOUMIT und T. L.

WHEELER (1996): Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *J. Anim. Sci.* 74, 2935-2942. – 10. MEIXNER, H. W. und I. KARNITZSCHKY (2001): Warmfleisch richtig verpackt. *Fleischwirtsch.* 81 (9), 30-31. – 11. OLSSON, U. und E. TORNBERG (1992): The interrelationship between myofibril fragmentation and tenderness for beef meat. *Proc. 38th ICoMST*, Clermont-Ferrand, France, vol. 3, 399-402. – 12. Olsson, U.; C. Hertzman und E. Tornberg (1994): The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor, ageing and tenderness of beef muscles. *Meat Sci.* 37, 115-131. – 13. PISULA, A. und A. TYBURCY (1996): Hot processing of meat. *Meat Sci.* 43, 125-134. – 14. SIMMONS, N. J.; K. SINGH; P. DOBBIE und C. E. DEVINE (1996): The effect of prerigor holding temperatures on calpain and calpastatin activity and meat tenderness. *Proc. 46th ICoMST*, Lillehammer, Norway, 414-415. – 15. STIEBLING, A. und I. KARNITZSCHKY (1997): A new way of packaging fresh meat without using vacuum. *Fleischwirtsch.* 76, 1087-1092. – 16. WAHLGREN, N. M. und K. I. HILDRUM (2001): Improving the tenderness of hot-boned strip loins using a novel packaging method. *Proc. 45th ICoMST*, Krakow, Poland, 116-117

Anschrift der Verfasser

Kjell Ivar Hildrum und Bjørn Narum Nilsen, Matforsk – Norwegian Food Research Institute, Osloveien 1, N-1430 Ås, Norway; Magnus Wahlgren, Norway Meat, P.O. Box 396 Økern, N-0513 Oslo, Norway

Improving the tenderness of hot boned beef muscles

Restriction methods of rigor mortis contraction can reduce the effects of cold shortening

K. I. Hildrum and B. Narum Nilsen, Matforsk – Ås and M. Wahlgren – Oslo/Norway

Code words: beef · hot boning · rigor mortis · contraction · restriction · chilling · tenderness

Restricting rigor mortis contraction of bovine *M. longissimus dorsi* (LD) has been studied by three different techniques: 1. wrapping with a thin polyethylene film supported with taping, 2. wrapping with a thin polyethylene film alone and 3. packing with a commercial system (Pi-Vac®) that applies lateral pressure to the muscle. These techniques proved to offer possibilities for chilling hot boned-strip-loins faster without detrimental effects on tenderness. A more attractive shape for whole beef cuts as well as consumer portioned steaks from the restrained muscles was an additional benefit of all muscle restriction methods tested.

Nahrungsmittel-induzierte Histaminosen in Europa

D. Grotheer und J. Stockemer (2001): Nahrungsmittel-induzierte Histaminosen in Europa – Studie zum Auftreten und zur Symptomatik · Archiv für Lebensmittelhygiene 52 (6), 129-134

Im Rahmen einer Studie zum Auftreten und zur Symptomatik von Nahrungsmittel-induzierten Histaminosen sind in Europa Gesundheitsministerien, Informationszentralen, Verbraucher- und Gesundheitsorganisationen, Forschungseinrichtungen und Ämter sowie WissenschaftlerInnen verschiedener Disziplinen angesprochen worden, mit dem Ziel, einen möglichst umfassenden Überblick der im europäischen Raum aufgetretenen Krankheitsfälle dieser Unverträglichkeitsreaktion auf Nahrungsmittel zu erhalten. Hierbei haben die Untersuchungen gezeigt, dass in Europa keine einheitlichen Regelungen zur Erfassung von Nahrungsmittel-induzierten Histaminosen Nachweisverfahren beschränkt. Die erforderliche Anreicherung kann durch die immunomagnetischen Dynabeads® anti-*E. coli* O157:H7 erreicht werden. Eine Quantifizierung der EHEC ist auf Grundlage der Reaktion des bakteriellen ATP mit Luziferin/Luziferase-Reagenz möglich. In dieser Studie wurde die Kombination von Immunomagnetischer Separation und ATP Biolumineszenz verwendet. Dabei wurde ein zufriedenstellender Korrelationskoeffizient von $r = 0,8308$ zwischen Koloniezählverfahren und ATP Biolumineszenz erreicht.

Nachweis hydrolysierter Gelatine in Fleischerzeugnissen

S. Littmann-Nienstedt: Nachweis und Bestimmung von hydrolysierter Gelatine in Fleischerzeugnissen und Zusatzmitteln für Fleischerzeugnisse · Deutsche Lebensmittel-Rundschau 97 (2) 2001, 60 ff.

Es wird ein Verfahren zum Nachweis des für Fleischerzeugnisse unzulässigen Zusatz von hydrolysierter Gelatine beschrieben. Denn auf Grund eines Hinweises aus der amtlichen Lebensmittelüberwachung wurde darauf aufmerksam gemacht, dass zur Herstellung von Fleischerzeugnissen unter anderem auch hydrolysierte Gelatine eingesetzt wird. Nach § 4 Fleisch-Verordnung ist der Zusatz jedoch nicht zulässig. Zur Entwicklung einer Nachweismethode lagen entsprechende Zusatzmittelgemische vor. Die Probe wird wie bei der Bestimmung des Nichtproteinstickstoffgehaltes mit 20 % iger Trichloressigsäure extrahiert. In diesem Extraktionsmittel ist auch hydrolysierte Gelatine löslich, die charakteristisch hohe Mengen an Hydroxyprolin enthält. In einem Teil des Extraktes wird der Gehalt an Hydroxyprolin bestimmt. Nicht löslich in 20 % iger Trichloressigsäure ist das von Natur aus in Fleisch enthaltene Bindegewebsweiß, in dem ebenfalls die Aminosäure Hydroxyprolin in charakteristisch hohen Mengen enthalten ist. Der aus diesem Teil des Fleischerzeugnisses stammende Gehalt an Hydroxyprolin wird also mit dieser Methode nicht erfasst. In einem hohen Anteil der untersuchten Handelsproben wurden für diesen Parameter Werte von 0,1 bis 1,76 % festgestellt.