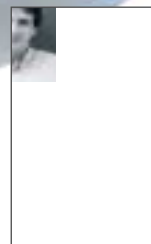


Schlachtkörperkühlung



Fleischqualität



Ing. Agr. FH,
Pierre-Alain Dufey,
Agroscope
Liebefeld-Posieux

deutsch Die Zartheit ist das wichtigste Qualitätsmerkmal von Rindfleisch. Weil dieses viele komplexe Faktoren beeinflusst wird, ist die gleichzeitig die Kontrolle schwierig. Gerade das Vermarktungssegment über den Weg Metzger-Schlachter spielen dabei eine große Rolle. Die Gesamtheit aller Eingriffe von der Schlachtung bis zur vollständigen Kühlung des Schlachtkörpers bestimmt zu einem großen Teil die Zartheit des Endproduktes.

Das Kühlen der Schlachtkörper hat primär zum Ziel eine einwandfreie hygienische Qualität zu gewährleisten, womit seine Lebensdauer maximiert wird. Das Abkühlen des Schlachtkörpers hat eine geringe Muskelkontraktion zur Folge. Fällt die Muskelkontraktion zu stark aus, beeinflusst dies die Zartheit von Rindfleisch beträchtlich. Unerwünschte Muskelkontraktionen lassen sich in drei verschiedene Kategorien unterteilen :

- ▶ Kälteverkürzung (englisch: Cold shortening),
- ▶ Rigorverkürzung (Heat shortening) und
- ▶ Tauverkürzung (Thaw shortening).

Ziel der Fleischbranche ist es, die Gesamtheit der Einflussfaktoren besser kontrollieren zu können, insbesondere aber diejenigen, welche im Zusammenhang mit der Schlachtkörperkühlung stehen damit im Interesse des Konsumenten die noch zu große Variabilität der Zartheit verringert werden kann.

Umwandlung vom Muskel hin zum Fleisch

Für die Muskelkontraktion ist so wie für jeden anderen Vorgang in der Zelle Energie notwendig. Dabei spielt das ATP (Adenosintri-phosphat) eine wichtige Rolle. Energie liegt in der Zelle in Form von Kreatinphosphat und Glyko-

Refrigeration of carcasses, and meat quality

english Tenderness is the most important quality feature of beef. Since this influences many complex factors, its control is also difficult. The marketing segment via the butcher-cum-slaughterer in particular plays an important role. The totality of all stages, from slaughtering through to continuous refrigeration of the carcass, largely influences the tenderness of the end product.

The primary objective of the refrigeration of the carcass is to guarantee the impeccable hygienic quality of the carcass, hence maximising its shelf life. Refrigeration of the carcass results in a small degree of muscle contraction. Should the muscle contraction be too extreme, it considerably influences the tenderness of beef. Unwelcome muscle contractions can be divided into three different categories:

- ▶ cold shortening,
- ▶ heat shortening, and
- ▶ thaw shortening.

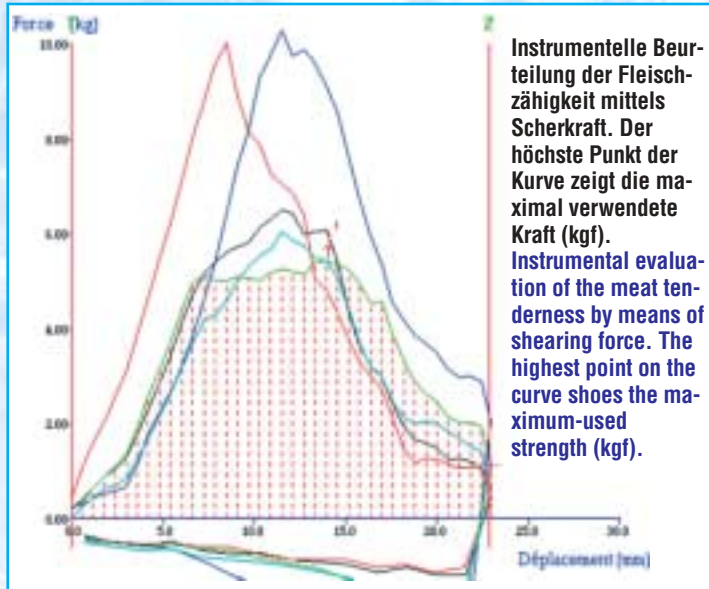
It is the objective of the meat

industry to be in the position to offer better control of the influential factors, especially those associated with the refrigeration of the carcass, in order to be able to reduce the still too-large variability of the tenderness - in the interest of the consumer.

Conversion from muscle to meat

Just like every other process, energy is needed in the cell for muscle contraction to occur: ATP (adenosine triphosphate) plays an important part in this. Energy is present in the form of creatine

deutsch gen vor. Das Entbluten nach der Schlachtung entzieht den Muskeln die Energie- und Sauerstoffzufuhr. Sehr schnell ist das eingelagerte Glykogen, die einzige Energiequelle, zur Aufrechterhaltung der Zellfunktionen aufgebraucht. Der Ertrag ist jedoch gering und als „Rückstand“ verbleibt Milchsäure. Mit ansteigender Konzentration an Milchsäure sinkt der pH-Wert des Muskels von 7.2 auf ungefähr 5.5 ab. Die Geschwindigkeit mit welcher der pH-Wert absinkt, hängt stark von der Temperatur des Muskels ab. So verringert sich der pH-Abfall mit zunehmend geringerer Temperatur. Diese Beziehung pH-Wert - Temperatur spielt während der Kühlung des Schlachtkörpers eine entscheidende Rolle. Die ersten 24 Stunden nach der Schlachtung bestimmen das Ausmaß der Muskelkontraktion zum Zeitpunkt der Totenstarre.



Die Totenstarre (rigor mortis)

Die Muskelfasern bestehen hauptsächlich aus Aktin- und Myosinfilamenten.

Das Übereinandergleiten dieser Myofilamente im Inneren der

english phosphate and glycogen. Bleeding following slaughtering stops the supply of energy and oxygen to the muscles. The stored glycogen - the sole source of energy for the maintenance of the cell function - is used up very

quickly. However, the yield is small and lactic acid remains as a „residue“. With an increasing concentration of lactic acid, the pH-value of the muscle diminishes from 7.2 to about 5.5. The speed at which the pH-value diminishes depends to a large extent on the temperature of the muscle. The drop in the pH-value slows down when the temperatures sink. This relationship between the pH-value and the temperature plays a decisive role during the refrigeration of the carcass. The first 24 hours after slaughtering determine the extent of the muscle contraction at the time of rigor mortis setting in.

Rigor mortis

Muscle fibres comprise mainly actin and myosin filaments.

The layering of these myofilaments inside the muscle fibres enables the contraction and the

Maja

Temperaturen und Reaktionen des LD Muskels beim Eintritt des rigor mortis (~ pH 6.0)

Kälteverkürzung < 10°C	ideal oder optimal 12 - 20°C	Rigorverkürzung > 25°C
---------------------------	---------------------------------	---------------------------

(nach Tornberg, 1996)

Zartheit des LD Muskels

ideal bei 7°C ≤ pH 5.7	mittelmässig bei 7°C pH 5.8 - 6.0	problematisch bei 7°C > pH 6.0
---------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------

(nach Hannula und Puolanne, 2004)

LD : Muskel longissimus dorsi (Roastbeef)

deutsch Muskelfasern ermöglichen die Kontraktion und Relaxation des Muskels und dessen Fasern. Mit dem Absinken des Muskel pH-Wertes und dem Verlust an Energie gehen diese Fähigkeiten verloren. Ab einem

kürzung hinsichtlich Ausmaß und Häufigkeit ihres Auftretens die bedeutendste Art der Verkürzung. Mit der Kälteverkürzung wurden diese Phänomene überhaupt erst entdeckt (siehe Kasten). Beim Eintritt des rigor mortis ist die Temperatur zu tief.

Je nach Temperatur kommt es zu einer starken bis sehr starken Verkürzung (Abb. 1). die 20 bis 60 % betragen kann. Das am meisten gefährdete Fleischstück ist das Roastbeef

Begünstigende Faktoren:

► Fleischhygiene: Ziel die Keimzahl so weit wie möglich zu reduzieren. Gebrauch von sehr leistungsfähigen Kühlaggregaten.

► Wirtschaftlicher Druck: Ziel die Verminderung der Gewichtsverluste des Schlachtkörpers durch Evaporation, und schnelles Erreichen einer Schlachtkörpertemperatur von 7°C die es ermöglicht Schlachtkörper zu transportieren.

► Druck von Seiten der Konsumenten: Notwendigkeit den Fettgehalt in Lebensmitteln zu reduzieren.

► Mast von Tieren, die aus der Milchproduktion stammen (Neubenprodukt), wenig fleischig.

2. Rigorverkürzung (Heat shortening):

Beim Eintritt des rigor mortis ist die Temperatur zu hoch. Je



2. Sternomandibularis Muskel vor und nach der Rigorverkürzung (Heat shortening). / Sternomandibularis muscle before and after heat shortening.

english relaxation of the muscle and its fibres. These abilities disappear upon reduction of the muscle's pH-value and the loss of energy. From a pH-value of 5.7 to 5.8, the myofilaments irreversibly bond (actomyosin complex), the muscles of the carcass stiffen, and we talk about the „setting in of rigor mortis“. The degree of overlapping of the myofilaments at this point in time determines the extent of the muscle contraction.

The following types of muscle shortening are undesirable:

1. Cold shortening:

In practice, cold shortening is the most important type of shortening with regard to the extent and the frequency of its occurrence. These phenomena were only discovered with cold shortening (see boxes). The temperature is too low upon setting-in of rigor mortis. Depending on the temperature, an extreme to very extreme shortening amounting to between 20 and 60% occurs - see illustration no. 1. The meat most susceptible to this is roast beef.

Factors which favour cold shortening:

► meat hygiene: the objective is to reduce the number of germs as far as possible. The use of highly-efficient refrigeration units.

► economic pressure: the objective is the reduction of the weight losses of the carcass caused by evaporation, and quickly reaching a carcass temperature of 7°C, which enables the transportation of carcasses.

► consumer pressure: the necessity to reduce the fat content of food.

► fattening of animals originating from milk production (by-product), less meaty.

2. Heat shortening:

The temperature is too high upon setting-in of rigor mortis. Depending on the temperature, a more or less extreme, fast shortening amounting to between 20 and 40% occurs - see illustration no. 2. The muscles of the leg are most affected.

Factors which favour cold shortening:

► very high carcass weight and / or very meaty carcass

► full cold store and / or too few efficient refrigeration units

► deboning of the warm carcass (muscle doesn't stick to the skeleton any more) and slow cooling-down

3. Thaw shortening:

A part of the muscle or the entire muscle is already frozen upon setting-in of rigor mortis. Extreme shortening amounting to between 60 and 80% occurs upon thawing: this shortening is accompanied by transversal torn muscles and considerable fluid losses (see illustration no. 3).

Solutions and recommendations

► Refrigeration regulation: adequate setting of the equipment, and consideration of the relationship between the pH-value

1. Sternomandibularis Muskel vor und nach Kälteverkürzung (Cold shortening). /

Sternomandibularis muscle before and after cold shortening.

pH-Wert von 5.7 bis 5.8 verkleben die Myofilamente irreversibel miteinander (Aktomyosin-Komplex), die Muskeln des Schlachtkörpers versteifen und man spricht vom „Eintreten der Totenstarre“. Der Überlappungsgrad der Myofilamente zu diesem Zeitpunkt bestimmt das Ausmaß der Muskelkontraktion.

Folgende Muskelverkürzungen sind unerwünscht:

1. Kälteverkürzung (Cold shortening):

In der Praxis ist die Kältever-

www.metzgerfahrzeug.de

Kress



3. Sternomandibularis Muskel vor und nach Tauverkürzung (Thaw shortening). / Sternomandibularis muscle before and after thaw shortening.



4. Sternomandibularis Muskel vor und nach einem optimalen Kühlung mit minimaler Verkürzung. / Sternomandibularis muscle before and after optimum refrigeration with minimum shortening.

Das Phänomen der Kälteverkürzung wurde Anfang der sechziger Jahre in Neuseeland entdeckt. Im Jahr 1882 exportiert Neuseeland zum ersten Mal Schafsfleisch nach England. Wegen des langen Lieferwegs wurden die Schlachtkörper fast ausschließlich tiefgefroren transportiert. Nach dem Zweiten Weltkrieg bedingt der starke Anstieg der Nachfrage ein so enormes Exportvolumen, dass die Tiefgefrierkapazitäten nicht mehr ausreichten.

Sie wurden durch neue größere und deutlich leistungsfähigere Anlagen ersetzt, in welche die Schlachtkörper gleich nach der Schlachtung überführt wurden. Aufgrund von Beschwerden betreffend der Fleisch Zartheit, widmeten sich die Wissenschaftler diesem Problem und das Phänomen der Kälteverkürzung wurde entdeckt.

deutsch nach Temperatur kommt es zu einer mehr oder weniger starken und schnellen Verkürzung (Abb. 2), die bei 20 bis 40 % liegt. Die Muskeln der Keule sind am stärksten betroffen.

Begünstigende Faktoren:

- Sehr hohes Schlachtkörpergewicht und/oder sehr fleischige Schlachtkörper
- Gefülltes Kühlhaus und/oder zu wenig leistungsstarke Kühlaggregate
- Warmentbeinen (Muskel haftet nicht mehr am Skelett) und langsames Abkühlen

3. Tauverkürzung (Thaw shortening):

Beim Eintritt des rigor mortis ist ein Teil des Muskels oder der ganze Muskel bereits gefroren. Beim Auftauen kommt es zu sehr

starken Verkürzungen, die bei 60 bis 80 % liegen und mit transversalen Muskelrisen und bedeutenden Flüssigkeitsverlusten einhergehen (Abb. 3).

Lösungen und Empfehlungen

► Kältereulation: Adäquate Einstellung der Anlage unter Berücksichtigung der Beziehung zwischen pH-Wert und Temperatur während der ersten 24 Stunden (s. Tab. 1, Abb. 4). Wichtig ist zudem die Flexibilität der Kühlanlage, die die Verwendung mehrerer Programme ermöglicht, je nach Füllung des Kühlhauses, Beschaffenheit der Schlachtkörper (leicht oder schwer) und der gewählten Strategie (kontinuierliche oder abgestufte Kühlung).

► Elektrostimulation der Schlachtkörper: Je nach Kühlverfahren muss Strom verwendet werden, um das Absinken des pH-Wertes zu beschleunigen. Diese Anlage ist vorgesehen, um eine Kälteverkürzung zu vermeiden. Es wird Niedervolt empfohlen (< 100V).

Es können in der Schlachtkette weitere Elektrostimulationen zu anderen Zwecken eingesetzt werden, insbesondere beim Entbluten, um die Schlachtkörper zu immobilisieren sowie beim Enthäuten, um die Schlachtkörper zu versteifen und damit Muskelrisse und Knochenbrüche zu vermeiden. Im letztgenannten Fall, ist die Stimulation für das Roastbeef häufig ausreichend, da die Elektrode im Rückenbereich angebracht wird.

► Ausmastgrad: Muss ausreichend sein, dies entspricht 5 bis 8 mm subkutanem Fettgewebe

Temperatures and reactions of the LD muscle upon setting-in of rigor mortis (~ pH 6.0)

Cold shortening	Ideal / optimal	Heat shortening
< 10°C	12-20°C	> 25°C
(according to Tornberg, 1996)		

Tenderness of the LD muscle

Ideal at 7°C	Average at 7°C	Problematic at 7°C
≤ pH 5.7	pH 5.8-6.0	> pH 6.0
(according to Hannula and Puolanne, 2004)		
LD : the longissimus dorsi muscle (roast beef)		

english and the temperature during the first 24 hours (see table 1, illustration no. 4). A further important aspect is the flexibility of the cooling installations to enable several programs which depend on the fullness of the cold store, constitution of the carcass (light or heavy) and the selected strategy (continuous or graded refrigeration).

► electrostimulation of the carcass: depending on the refrigeration method, electricity must be used in order to speed up the reduction of the pH-value. This unit is provided in order to avoid the occurrence of cold shortening. Low voltage (< 100v) is recommended.

Further electrostimulations can be used during the slaughtering chain for other reasons, in particular for bleeding, in order to immobilise the carcass and for skinning, in order to stiffen the carcass and, hence, to prevent torn muscles and broken bones. In the latter case, the stimulation is frequently sufficient for the roast beef, since the electrodes are attached to the back.

► degree of fattening: must be sufficient: this corresponds to 5-8mm of subcutaneous fatty tissue

(12th/13th rib). It has an insulating effect, and reduces losses caused by evaporation.

► abolition of degreasing: this process involves the removal of the subcutaneous fatty tissue of certain parts of the carcass before it is admitted to the refrigeration chamber.

Pierre-Alain Dufey,
agricultural engineer, FH,
Agroscope Liebefeld-Posieux

The phenomena of cold shortening were discovered at the start of the 1960s in New Zealand. New Zealand first exported mutton to England in 1882. Due to the long transport route, the carcasses were transported in an almost exclusively frozen state. Following the Second World War, the great increase in demand required such an enormous export volume that the freezing capacities were no longer sufficient.

They were replaced by new, larger and considerably more efficient units to which the carcasses were transferred immediately after slaughtering. Due to complaints about the meat tenderness, scientists devoted their work to this problem, and the phenomena of cold shortening were discovered.