

6. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Studie sollte ein Verfahren zur erstmaligen Dokumentation des Fortschreitens der Lipidperoxidation in nativem Rindfleisch während der Reifungsphase (*M. long. dorsi.*) entwickelt werden. Dieses Verfahren sollte es insbesondere erlauben, Produkte der spontanen Oxidation von Lipiden zu erfassen und dabei verschiedene Einflüsse von Lagerungsbedingungen (aerob/Vakuumverpackung mit Stickstoffrückbegasung) zu erforschen.

Gleichzeitig erfolgte eine Darstellung der oxidativen Farbveränderungen des Fleisches, um einerseits gegenseitige Einflüsse dieser parallel ablaufenden Prozesse aufzeigen zu können. Andererseits fand der Einfluß der unterschiedlichen Lagerungsbedingungen auf die Farbstabilität aufgrund der ökonomischen Bedeutung der Fleischfarbe ebenfalls Berücksichtigung.

Ferner wurden Untersuchungen zur Katalyse der Lipidperoxidation angestellt.

Zur besseren Verdeutlichung der Ergebnisse wurden die genannten Parameter sowohl aus Frischfleisch als auch aus homogenisiertem Material bestimmt.

Die Wirkung der Vitamin-E Versorgung und des Fettsäuremusters der Phospholipide auf die Neigung des Rindfleisches zur Oxidation wurde überprüft.

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich vom Schlachttag bis zu Tag 10 p. m. Es wurden Muskelstücke von 16 als tauglich beurteilte Bullen der Rasse DSB gleicher Handelsklasse und annähernd gleichem Zweihälftengewicht verwendet. Bei dieser Arbeit handelte es sich um einen Feldversuch, da weitere Einflußfaktoren, wie beispielsweise die Fütterung, nicht bekannt waren. Die Bestimmung der Vit. E-Versorgung sowie des Fettsäuremusters der Phospholipide dienten deshalb auch der Beschreibung der Tiere. Das Fleisch wurde in Headspace-Gläsern sowohl aerob als auch unter Stickstoff (Simulation der Vakuumverpackung mit Stickstoffrückbegasung) bei 4 °C gelagert.

Zur Gewinnung der Produkte der spontan stattgefundenen Lipidperoxidation wurde die sogenannte Headspace-Technik angewendet. Die anschließende Analyse der Substanzen erfolgte mittels Gaschromatographie. Auf diese Weise konnte die gesamte bis zum Entnahmetag gebildete Menge an Oxidationsprodukten ohne eine Beeinträchtigung der vorhandenen Konzentrations- und Druckverhältnisse erfaßt werden.

Hinsichtlich der methodischen Fragestellung führten die Untersuchungen zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Methode erlaubte es, spontan sich bildende Produkte der Lipidperoxidation, die Indikatorfunktion für das Ausmaß der stattgefundenen Vorgänge besitzen, darzustellen, zu identifizieren und zu quantifizieren. Bei den Produkten der Lipidperoxidation handelte es sich um leicht flüchtige aliphatische Kohlenwasserstoffe (Ethan, Propan, Butan, Pentan). Substanzen mit niedrigerer Flüchtigkeit (Alkohole/Aldehyde) erreichten im Headspace keine der stattgefundenen Lipidperoxidation proportionale Konzentration und eigneten sich für die Fragestellung nicht.
2. Unterschiedliche Lagerungsbedingungen (aerob bzw. Vakuumverpackung mit Stickstoffrückbegasung) konnten in dieser Versuchsanstellung praxisgerecht simuliert und ihr Einfluß auf die oxidative Stabilität von Rindfleisch überprüft werden.

3. Eine Bestätigung der gefundenen Konzentrationsverläufe der Oxidationsprodukte konnte durch parallele Bestimmung TBA-reaktiver Substanzen gefunden werden.

Die Ergebnisse über die Auswirkung der Lagerungsbedingungen auf die Lipidperoxidation und die Farbhaltung von Rindfleisch sowie über die gegenseitige Beeinflussung dieser beiden Vorgänge, sowie über die Katalyse der Lipidperoxidation lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Mit der Länge der Lagerung nahm die oxidative Instabilität des Rindfleisches zu. Die Lipidperoxidation setzte wenige Stunden p. m. ein und erreichte binnen einer Woche einen Gipfel der Produktionsrate. Die Zerkleinerung spielte hierbei eine herausragende Rolle in Bezug auf die Höhe der Lipidperoxidation.
2. Die Vakuumverpackung mit Stickstoffrückbegasung erbrachte im Vergleich zur aeroben Lagerung keine Verbesserung hinsichtlich der oxidativen Stabilität des Fleisches. Hierfür dürften ganz entscheidend die Höhe des Vakuums und der Anfangskeimgehalt eine Rolle spielen.
3. Auf die Farbe nahm die Vakuumverpackung keinen positiven Einfluß. Auch in diesem Zusammenhang ist die Höhe des Anfangsvakuums ausschlaggebend.
4. Während Metmyoglobin eine prooxidative Wirkung auf die Lipidperoxidationsrate während der Lagerung von Frischfleisch zu entwickeln schien, zeichnete sich im Homogenat eine deutlich oxidationsfördernde Wirkung des 'freien Eisens' ab.
5. Die fortschreitende Lipidperoxidation beeinflusste die Oxygenierung des Myoglobins offenbar negativ.

7. SUMMARY

Antje Warnatz: Investigations of lipid peroxidation and colour stability of beef during the maturation period.

The purpose of this study was to develop a method by which the progression of lipid peroxidation in beef (*M. long. dorsi.*) during the maturation period could be documented for the first time. More particularly, the method was to allow the detection of the products of spontaneous lipid oxidation, and at the same time examine various influences of storage conditions (aerobe/vacuum packaging with refilling of nitrogen). Also, the changes in meat colour due to oxidation were described in order to reveal the influences of these simultaneous processes on each other. Due to the economic importance of meat colour, the influences of different storage conditions on its stability were also taken into account. Furthermore, the catalysis of lipid peroxidation was examined. In order to obtain clear results, all of these parameters were determined both in fresh meat and in homogenized material.

The effects of vitamine E supply and of the pattern of fatty acid of the phospholipids on the tendency of beef to oxidation were investigated.

The time of the study extended from the day of slaughter to the tenth day post mortem. The portions of muscle used came from 16 DSB-bulls passed at meat inspection, with the same grade of quality and much the same weight. As certain influencing factors, such as details of feeding, were unknown, this will be deemed a field study. Therefore, determination of vitamine E supply and the fatty acid pattern of the phospholipids was also used for describing the animals. The meat was stored in headspace glasses at 4 °C both under aerobe conditions and in nitrogen atmosphere.

For the extraction of the products of spontaneous lipid peroxidation the so called headspace technique was used. Subsequent analysis of these substances was done by gaschromatography. Thus, all oxidation products formed before the day of extraction could be detected without impairment of concentration or of pressure conditions.

Regarding method the following results were obtained:

1. The method allowed description, identification and quantification of spontaneously formed products of lipid peroxidation, which function as indicators for the extent to which the process occurred. These products of lipid peroxidation were highly volatile aliphatic hydrocarbons (ethane, propane, butane, pentane). Substances with less volatility (alcohols/aldehydes) did not reach concentrations proportional to the lipid peroxidation which occurred in the headspace and were therefore not suitable for consideration.
2. It was possible to simulate different storage conditions (aerobe /vacuum packaging with refilling of nitrogen) with this method accurately, and to investigate their influence on the oxidative stability of beef.
3. Confirmation of the progression of concentrations of the oxidation products could be obtained by determination of TBA-reactive substances.

The effects of storage conditions on lipid peroxidation and on stability of the colour of beef, and the results on the mutual influences of these two processes on each other, and on catalysis of lipid peroxidation can be summarized as follows:

1. Oxidative instability of beef increased with the time of storage. Lipid peroxidation began some hours post mortem and reached a concentration peak within a week. The degree of cutting up was of major importance to the rate of lipid peroxidation.
2. In comparison with aerobic storage conditions vacuum wrapping with refilling of nitrogen produced no improvement in oxidative stability of meat. This is probably strongly influenced by the degree of vacuum achieved and by the degree of initial bacterial contamination.
3. Vacuum wrapping did not improve meat colour. Again, the degree of vacuum achieved is of importance.
4. While metmyoglobin seemed to have a prooxidative effect on the rate of lipid peroxidation during the storage period of fresh meat, there was clearly an increase in oxidation due to free iron in the homogenized material.
5. Progressive lipid peroxidation obviously had a negative effect on the oxygenation of myoglobin.