

Einwirken von Kühl- und Gefriertemperaturen auf Fleisch

H. Sielaff und H. Schleusener

(Erschienen in: Fleischerei Technik 21.(2005) 1-2, S. 34-39)

Zum kurz- oder längerfristigen Haltbarmachen von Lebensmitteln tierischer Herkunft werden neben chemischen und teilweise auch biologischen vorrangig physikalische Verfahren eingesetzt. Zu diesen zählen das Kühlen und Gefrieren, die Behandlung mit ionisierenden und Ultraviolett(UV)-Strahlen, die Wärmebehandlung (Sterilisieren, Pasteurisieren, thermisches Garen) und das Trocknen. Mit Hilfe dieser Verfahren lassen sich große Lebensmittelmengen bevorraten und in ihrer Qualität, z.B. durch Gefrieren, erhalten. Alle Methoden sind dadurch gekennzeichnet, dass autolytische Abbauvorgänge und unerwünschte mikrobiologische Aktivitäten gehemmt oder gestoppt werden.

Kühlen

Als Kühlverfahren kommen Luftkühlung, Sprühkühlung, Tauchkühlung, Kombinierte Wasser-Luft-Kühlung, Kühlen mit Stickstoff, Kohlendioxid, Wassereis und das Abkühlen in Wärmetauschern zur Anwendung. In der Regel erfolgt das Kühlen der Lebensmittel schnell, so z.B. nach der Milcherhitzung oder dem Sterilisieren. Aus technologischen und hygienischen Gründen wird die Luftkühlung bevorzugt. Bei wasserdampfdicht verpackten Erzeugnissen kann im kontinuierlichen Produktionsdurchlauf aufgrund des Wärmeübergangskoeffizienten die Tauchkühlung in kalter Flüssigkeit und in manchen Fällen die Kombination von Sprüh- und Luftkühlung vorteilhaft sein; letztere ist mit einem relativ hohen Kostenaufwand verbunden.

Speziellere Methoden sind u.a. die kombinierte Wasser-Luftkühlung, das Brine-Chilling (Anwendung eines Salzlake-Nebels bei 0°C) und Sara-Rasant-Verfahren. Es werden Schnell-, Schnellst- und Intensiv-Schnellstkühlung unterschieden. Während man die beiden zuerst genannten Methoden etwa mit Temperaturen zwischen -1 und -10 °C und Luftgeschwindigkeiten zwischen 2 und 3 m/s für Rinder- und Schweineschlachtkörper mit einer Verweildauer von 1,2 bis 1,5 Stunden anwendet, wird die Intensiv-Schnellstkühlung (Schockkühlung) bei Lufttemperaturen von -25°C bis -35°C und Luftgeschwindigkeiten von 2 bis 4 m/s vornehmlich bei Schweineschlachtkörpern eingesetzt.

Durch das Kühlen und die Lagerhaltung bei Temperaturen von 4 °C bis 5 °C wird neben dem Einschränken von Wachstum und Aktivität von Enzymen auch das Vermehren der meisten Lebensmittelvergifter und die Toxinbildung verhindert. Das gesundheitliche Risiko erhöht sich, wenn Kühltemperaturen zwischen 8 °C und 10 °C herrschen. Hierbei kann es innerhalb von 4 bis 5 Tagen zu einer Vermehrung der Keime um einige Zehnerpotenzen kommen. Kältetolerante pathogene Bakterien können sich auch bei Temperaturen um 2 °C vermehren, wie z.B. Listerien und *Yersinia enterocolitica*. Manche Stämme von *Bacillus cereus* und *E. coli* (ETEC) vermehren sich bei Temperaturen von 4 °C bis 5 °C bzw. 1 °C bis 4 °C. Daraus ist abzuleiten, dass bestimmte besonders leicht verderbliche Produkte wie frische Fische und Fischerzeugnisse, Krusten- und Schalentiere, Hackfleisch sowie alle sonstigen zerkleinerten, rohen Fleischprodukte und kühl zu lagernde Fertiggerichte bei Temperaturen zwischen 0 °C und 2 °C aufbewahrt werden sollten. Hierzu ist natürlich ein erhöhter Energieaufwand erforderlich.

Tiefgefrieren

Das Gefrieren erfolgt vornehmlich im Kaltluftstrom z. B. bei Rinder-, Schweine- und Schafschlachtkörpern mit Temperaturen zwischen - 30°C und - 45°C und Luftgeschwindigkeiten von 2 bis 5m/s. Es kommt hierbei im Vergleich zu den Verhältnissen bei den Kühlverfahren zu einem relativ schnellen Wärmeentzug.

Beim Gefrieren von kleinen Schlachtkörpern (Geflügel in Schrumpfbeuteln, Kaninchen), Fleischteilen und Fleischerzeugnissen im Kaltluftstrom ist der kontinuierliche Produktdurchlauf durch die Gefriereinrichtung bevorzugt im Einsatz. Küchenfertige Gerichte, knochenloses Fleisch und an Bord filetierter Fisch werden in Plattengefrierapparaten bei -40 °C gefroren. Rieselfähige kleinstückige Lebensmittel werden in Wirbelschicht-Gefrierapparaten eingefroren. Bei kryogenen Tiefgefrieranlagen werden flüssiger Stickstoff oder flüssiges Kohlendioxid als Kältemittel eingesetzt. Verwendet werden Tunnelgefrieranlagen oder Tauchgefrierer. Damit wird ein extrem schnelles Gefrieren erreicht, dies ist allerdings mit einem hohen Kostenaufwand verbunden.

Bei einer Temperatursenkung von Lebensmitteln unterhalb des Gefrierpunktes bildet sich das gesamte Eis aus dem unterkühlten Wasser nicht auf einem Schlag, Am Anfang des Prozesses bildet sich sehr viel, dann aber bis zum eutektischen Punkt immer weniger Eis. Die löslichen Substanzen konzentrieren sich mehr und mehr in dem verbleibenden Restwasser.

Die Gefriereschwindigkeit ist maßgebend für die Eiskristallbildung. Wenn der Temperaturbereich von -1°C bis -5°C schnell durchlaufen wird, sind die Eiskristalle relativ klein. Der

Prozess läßt sich bei industriellen Einrichtungen gut steuern. In Gefriertruhen im Haushalt ist dies schwieriger und es kommt dort zur Ausbildung größerer Eiskristalle. Langsames Gefrieren zum Zwecke der Bildung größerer Eiskristalle ist zum Erzeugen/Strukturieren von eiweißhaltigen Produkten erforderlich.

Während bei der Kaltlagerung von Lebensmitteln noch eine Reihe von biologisch und abiotisch (vor allem chemisch und enzymatisch) bedingten Qualitätsveränderungen stattfinden, sind biologische Veränderungen bei Tiefkühlkost nicht mehr oder nur in sehr geringem Umfang zu erwarten. Manche Hefen können sich bei bis zu $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ und Schimmelpilze bei bis zu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ oder sogar bis zu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ vermehren. Bei einer Lagertemperatur von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist mit einer Keimreduzierung von 5 % pro Monat zu rechnen. Die Virulenz überlebender krankmachender Erreger wird durch das Einfrieren offenbar nicht beeinflusst. Auch die Toxizität bereits gebildeter mikrobieller Toxine wird nur unwesentlich verändert. Parasiten wie Sarkosporidien, Trichinen und Rinderfinnen werden durch das Tiefgefrieren - mindestens 3 Tage bei $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ - abgetötet. Abiotische und physikalische Prozesse werden durch das Gefrieren des Wassers erheblich eingeschränkt. Die abiotischen Vorgänge können sensorische Veränderungen vor allem eine durch Oxidation des Fettes bedingte Ranzigkeit hervorrufen, wodurch letztlich die Lagerfähigkeit bzw. Haltbarkeit von Tiefkühlprodukten begrenzt wird. Mikrobielle Enzyme können bei bis zu $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ aktiv und an Fettveränderungen mitbeteiligt sein.

Gefahren durch Fehler in der Kühlkette

Da die Haltbarkeit von Erzeugnissen als auch mögliche gesundheitliche Risiken bei allen Manipulationen mit leicht verderblichen Lebensmitteln wesentlich von der Temperatur abhängig sind, sollten Temperaturschwankungen - wo immer möglich - vermieden werden. Produkte mit unterschiedlicher Haltetemperatur sind getrennt zu lagern. Unterbrechungen der Kühlkette sind einer der Gründe, warum die durch Bakterien und Viren verursachten Lebensmittelinfektionen und -vergiftungen in den letzten 25 Jahren weltweit zugenommen haben. Betroffen sind nicht nur Länder mit geringerem Hygienestandard, sondern auch Europa, die USA und andere Regionen.

Zu den am häufigsten Lebensmittelvergiftungen (LV) verursachenden Keimarten zählen Salmonellen, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*arten, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Cl. perfringens* und auch Noroviren. Erwähnt seien ferner *Bac. cereus*, *Cl. botulinum* sowie die BSE verursachenden Prionen. Mit Ausnahme von Erkrankungen durch *Staph. aureus*, *Cl. perfringens* und *Bac. cereus* sind alle genannten In

fektionskrankheiten nach dem Infektionsschutzgesetz in Deutschland meldepflichtig. Sie werden durch das Robert Koch Institut, Berlin, registriert und publiziert.

Bezüglich des Kühlens sind die Erreger zu beachten, die bei Temperaturen um 5 °C (Salmonellen) oder sogar bei 2 °C bis 3 °C wachsen (Listerien) können und gegen bestimmte Desinfektionsmittel resistent sind oder resistent werden. Das Desinfektionsmittel ist dann auszutauschen.

Schlussbemerkungen

Als Ursache für die weltweite Zunahme von LV werden in der Literatur folgende Gründe genannt: Zunahme der Weltbevölkerung und des Reiseverkehrs, Massenproduktion von Lebensmitteln und Massentierhaltung, kontaminierte Futtermittel, wachsender Handel mit Lebens- und Futtermitteln, zunehmend steigende Versorgung in Gemeinschaftseinrichtungen, wo infizierte Lebensmittel LV bei einer größeren Anzahl von Personen verursachen können.

Defizite im Kühlbereich werden hier nicht explizit genannt. Bemerkenswert ist jedoch, dass mehr als ein Drittel der registrierten LV im privaten Bereich auftreten und hier Fehler in der hygienischen Behandlung beim Lagern und Temperieren dominieren. Eine verbesserte Verbraucheraufklärung erscheint notwendig.