

Kalt und kälter

Herausforderungen und Entwicklungen bei der Verarbeitung von Gefrierfleisch: Qualitätsaspekte rücken in den Vordergrund.



Die Gefrierlagerung von Fleisch ist altbewährt. Ein Beispiel: Das während der Eiszeit gefrorene Fleisch von Mammuts war noch Jahrtausende später essbar. Heute ist der Zweck des Gefrierens von Fleisch der Ausgleich von Produktions- und Verbrauchsschwankungen und das Anlegen von Materialreserven für kritische Zeiten (Ernteausfälle, Epidemien, Kriege, Naturkatastrophen). Außerdem kann es für das Liquidieren von Parasiten genutzt werden. Für die Rohwurstproduktion wird Fleisch wegen der klareren

SchnittvorderBrätherstellung gefroren. Ein einträgliches Geschäft: Der Absatz von Tiefkühlfleisch in Deutschland betrug 2016 etwa 431.000 t. Mehr als die Hälfte dieser Menge ging an Großverbraucher.

Verfahren

Bei der Gefrierkonservierung sind die Verfahren Gefrieren, Gefrierlagern und Auftauen zu unterscheiden. Gefrierverfahren schonen die Qualität des Fleisches und hemmen autolytische Abbauvorgänge sowie unerwünschte mikrobiologische Aktivitäten. Das Absenken der Temperaturen

Cold and colder

Challenges and developments in the processing of frozen meat: It is all about quality.

The freezing of meat is well established. The frozen meat of mammoths was still edible thousands of years later. Today, the purpose of freezing meat is to compensate for fluctuations in production and consumption and to create material reserves for critical periods (failure of harvests, epidemics, wars, natural disasters). It can also be used

for the liquidation of parasites. For the production of raw sausage, meat is frozen because of the clearer cuts prior to brewing. A lucrative business: In 2016, sales of frozen meat in Germany amounted to about 431,000 tonnes. More than half of this volume was sold to bulk consumers. In the case of freezing preservation, a distinction must be

unter -18°C erfolgt meist durch einen Kaltluftstrom mit -30°C bis -45°C bei Luftgeschwindigkeiten zwischen 2 und 5 m/s. Für Geflügel in Beuteln und Kaninchen bzw. Fleischteile und Fleischerzeugnisse werden vorwiegend kontinuierliche Produktionsabläufe genutzt.

Im Vormarsch sind kryogene Tiefgefrieranlagen. Als Kältemittel werden hier flüssiger Stickstoff oder flüssiges Kohlendioxid eingesetzt. Man erreicht ein sehr schnelles Gefrieren und damit bessere Fleischqualität. Die oft als Nachteil genannten höheren Kosten bedürfen heute einer gründlichen Neukalkulation. Wenn flüssiger Stickstoff, der als Nebenprodukt beim Gewinnen von Sauerstoff anfällt, genutzt werden kann und die geringeren Dripverluste beim Auftauen berücksichtigt werden, sieht die oft kritisierte ökonomische Bilanz anders aus.

Vorgänge beim Gefrieren

Von der Geschwindigkeit des Gefrierens hängt es ab, in welchem Umfang die Struktur des Fleisches verändert wird. Der Wassergehalt von Fleisch beträgt zwischen 50 und 75 %. Den flüssigen Anteil des Wassers finden wir in einer Lösung von Salzen, Eiweißen, Peptiden, Aminosäuren, sowie anderen sogenannten Extraktstoffen. Dieser Fleischsaft beginnt um $-1,5^{\circ}\text{C}$ zu gefrieren. Nach dem Gefrieren der ersten Eiskristalle erhöht sich die Konzentration der Restlösung, diese hat einen niedrigeren Gefrierpunkt. Dieser Prozess setzt sich mit weiteren Eiskristallen fort. Das hat Einfluss auf die Wasseraktivität sowie auf das Mikrowachstum. Bei -5°C sind ca. 75 % und bei -30°C etwa 87 % des Wassers gefroren. Der aw-Wert verringert sich von 0,95 bei -5°C auf 0,75 bei -30°C . Das chemisch gebundene Wasser friert auch bei sehr tiefen Temperaturen nicht vollständig.

Bei schnellem Gefrieren bilden sich nur kleine Eiskristalle und die Zellstruktur bleibt fast

erhalten. Die bei langsamem Gefrieren entstehenden größeren Eiskristalle führen zu meist unerwünschter Muskelstrukturbeschädigung.

Neben der Kristallbildung sind weitere Veränderungen zu berücksichtigen. Dazu zählen der Druckanstieg im Innern, die Volumenvergrößerung, der Konzentrationsanstieg der Gewebeflüssigkeit und das Entmischen emulsoider Systeme. Beim Auftauen frei gewordener Fleischsaft geht dem Produkt verloren und ist ein ökonomischer Verlust. Zusammen mit dem Wasser gehen auch lösliche Eiweiße, Peptide, Mineralstoffe, Vitamine und sensorisch wichtige Extraktstoffe verloren. Temperaturen um den Gefrierpunkt schränken die Wachstumsbedingungen von Mikroorganismen erheblich ein. Die Vermehrung wird bei psychrophilen

Bakterien durch Temperaturen unterhalb von -5°C gehindert, bei Hefen sind es -10°C , bei widerstandsfähigen Schimmelpilzen -12°C .

Die unterschiedlichen Temperaturen, bei denen Mikroben ihre Reaktionsfähigkeit reduzieren, stehen in Zusammenhang mit abnehmenden Wasseraktivität. Relativ xerotolerante Schimmelpilze können dafür auch bei niedrigeren Temperaturen wachsen.

Temperaturen um den Gefrierpunkt hemmen die meisten Enzyme. Zu den Ausnahmen zählen Lipasen, die Restaktivitäten noch bei -40°C aufweisen. Das begrenzt die Lagerfähigkeit

made between the methods of freezing, freezing and thawing. Freezing processes protect the quality of meat and inhibit autolytic degradation processes and undesirable microbiological activities.

Processes

Lowering temperatures below -18°C is usually achieved by means of a cold air flow with -30°C to -45°C at air velocities between 2 and 5 m/s. For poultry in bags and rabbits or meat parts and meat products, mainly continuous production processes are used.

Cryogenic deep-freezing systems are gaining ground. Liquid nitrogen or liquid carbon dioxide is used as the refrigerant. Very fast freezing is achieved, resulting in better meat quality. The higher costs, which are often mentioned as a disadvantage, nowadays

After freezing the first ice crystals, the concentration of the residual solution increases, which has a lower freezing point. This process continues with further ice crystals. This has an influence on water activity and microbial growth. At -5°C approx. 75 % of the water is frozen and at -30°C approx. 87 % of the water. The aw value decreases from 0.95 at -5°C to 0.75 at -30°C . The chemically bound water does not freeze completely even at very low temperatures.

In case of rapid freezing, only small ice crystals can form and the cell structure is almost preserved. The larger ice crystals that form during slow freezing usually lead to unwanted muscle structure damage.

In addition to crystallization, other changes must be taken into account. These include the increase in internal pressure, the increase in volume, the increase in tissue fluid concentration and the separation of emulsified systems.

The product is lost when the meat juices are thawed out and is an economic loss. Together with the water, soluble proteins and peptides, minerals, vitamins and sensory important extracts are also lost.

Even temperatures around the freezing point considerably restrict the growth conditions of microorganisms. The propagation of psychrophilic bacteria is prevented by temperatures below -5°C , yeasts -10°C and resistant moulds -12°C . The different temperatures at which microbes reduce their reactivity are associated with decreasing water activity. Relatively xerotolerant moulds can grow even at lower temperatures.

Temperatures around freezing point inhibit most enzymes. The exceptions include lipases, which have residual activity at -40°C . This limits the shelf life of raw fats and fat-containing carcasses. The same applies to extracellular microbial proteases, which paradoxically cause „rotting“ of frozen meat. In case of doubt, enzymes can



require a thorough re-calculation. If liquid nitrogen, which is a by-product of the production of oxygen, can be used and the lower drip losses during defrosting are taken into account, the often criticised economic balance is different.

Processes during freezing

The speed of freezing determines the extent to which the structure of the meat is modified. The water content of meat is between 50 and 75 %. The liquid part of the water is found in a solution of salts, proteins, peptides, amino acids and other so-called extracts. This meat juice starts to freeze at -1.5°C .

higkeit von Rohfetten und fett-haltigen Schlachttierkörpern. Dasselbe gilt für extrazelluläre Mikrobenproteasen, die paradoxerweise ein „Faulen“ von gefrorenem Fleisch verursachen. Mit Hilfe von Enzymen kann im Zweifelsfall darüber entschieden werden, ob Gefrier- oder Frischfleisch vorliegt. Die Enzyme Aconitase, Citratsynthase, Fumarase und andere lassen sich nur bei ehemals gefrorenem Fleischsaft (Exsudat) nachweisen.

Muskelparasiten werden ebenfalls durch hinreichend tiefe Temperaturen abgetötet. Bei Rinderfennen müssen im Inneren des Fleisches mindestens -5°C über 24 Stunden vorgelegen haben. Für das Abtöten von Trichinen sind -25°C und Lagerzeiten von 10 bis 25 Tagen, je nach Dicke, erforderlich. Das ist bei Produkten aus rohem Fleisch (Tatar, Hackepeter) zu beachten, wo auch Toxoplasma vorkommen kann.

Lagern

Das Lagern im Gefrierraum wird generell bei -18 bis -25°C durchgeführt. Die beim Einfrieren erreichte feinkristalline Struktur ist durch eine möglichst konstante Temperatur zu sichern. Etwaige Temperaturschwankungen führen zu unerwünschten größerer Eiskristalle.

Schweinehälften sind unter korrekten Lagerbedingungen bis zu neun Monate, Rinderhälften und -viertel sogar bis zu 24 Monate lagerfähig. Zeitliche Grenzen ergeben sich bei fetthaltigem, tiefgefrorenem Fleisch durch Ranzigkeit (Lipasen, Autooxidation).

Auch das Austrocknen der Oberfläche und der Aromaverlust werden bei längerer Lagerung spürbar. Durch Denaturieren und Oxidieren der Hämpigmente verliert das Fleisch seine typische Farbe.

Sublimation und Gefrierbrand entstehen bei schwankenden Temperaturen und den damit zusammenhängenden Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit. Der beste Schutz gegen Gefrierbrand

ist die Verpackung, die das Fleisch ohne Zwischenräume eng umschließen muss.

Auftauen

Das Auftauen soll den Ausgangszustand des Produktes vor dem Gefrieren weitgehend



wiederherstellen. In welchem Maße dabei Qualitätsveränderungen auftreten, hängt auch von der Geschwindigkeit des Auftauens ab.

Nach dem Auftauen ist mit einem Saftaustritt (Dripverlust) zu rechnen, weil das gefrorene Wasser nicht vollständig vom Gewebe aufgenommen werden kann. Wird schlachtwarm schnell gefrorenes Fleisch aufgetaut, laufen die durch das Gefrieren verlangsamten biochemischen Prozesse, wie etwa der ATP-Abbau, weiter ab. Durch die dabei auftretenden Muskelkontraktionen wird Gewebeflüssigkeit ausgepresst und die Zähigkeit des Fleisches nimmt zu (Taurigor). Hier ist es vorteilhaft, das Einfrieren nach dem Lockern der Totenstarre vorzunehmen. Dies führt zu einem geringeren Saftverlust als beim Einfrieren vor der Totenstarre. Geringere Auftaugeschwindigkeiten sind günstiger, weil mehr Zeit für die Wasserresorption zur Verfügung steht.

Moderne klimatisierte Auftauräume haben eine spezielle Luftführung. In Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur ist durch Steuerung von Temperatur und Umluft-Parametern ein optimales Auftau-

be used to determine whether frozen or fresh meat is present. The enzymes aconitase, citrate synthase, fumarase and others can only be detected with formerly frozen meat



Magurit



juice. Muscle parasites are also killed by sufficiently low temperatures. In the case of bovine fins, at least -5°C for 24 hours must have been present inside the meat. Trichinellae need to be killed at -25°C and stored for 10 to 25 days, depending on their thickness. This must be taken into account for products made of raw meat (tatar, minced meat) where toxoplasma may also be present.

Storage

Storage in the freezer is generally carried out at -18 to -25°C . The fine crystalline structure obtained during freezing must be secured by keeping the temperature as constant as possible. Temperature fluctuations lead to the formation of unwanted larger ice crystals. Under correct storage conditions, pork halves can be stored for up to nine months, cattle halves and quarters up to 24 months. Timing limits are given for fatty, deep-frozen meat due to rancidity (lipases, auto-oxidation).

The drying of the surface and the loss of aroma are also noticeable during prolonged storage. The meat loses its typical colour by denaturing and oxidising the pigments.

Sublimation and freezing fire occur at fluctuating temperatures and the associated fluctuations in relative humidity. The best protection against freeze bake is the packaging, which must enclose the meat tightly without gaps.

Thawing

The thawing process is intended to restore the original state of the product before freezing. The extent to which quality changes occur depends on the speed of thawing.

After thawing, juice leakage (drip loss) is to be expected because the frozen water cannot be completely absorbed by the tissue. If frozen meat is thawed at high temperatures, the biochemical processes, such as ATP degradation, which are slowed down by freezing, continue to take place. The muscle contractions that occur during this process cause tissue fluid to be squeezed out and the toughness of the meat increases (Taurigor). Here it is advantageous to freeze the product after loosening the rigor mortis. This leads to a lower loss of juice than when freezing before the rigor mortis. Lower thawing speeds are more fa-

ergebnis erreichbar. Mit unterschiedlichen Luftgeschwindigkeitsprofilen lassen sich alle Fleischpartien etwa zeitgleich auftauen. Man verwendet Luft von 0 bis -5°C und Befeuchtung mit Dampf anstelle von Wasser, um einen Keimeintrag zu vermeiden.

Die Mikrowellenerwärmung ist ein unerwünschtes, weil ungleichmäßiges Auftaufverfahren. Es bewirkt ein schnelles Auftauen, das zu einem Verlust an Fleischsaft führt.

Gefrierfleischverarbeitung

Es ist zur bevorzugten Methode geworden, gefrorenes Fleisch bei der Wurstproduktion ohne vorherige Auftauen zu verarbeiten. Gefrorenes Fleisch kann vorgeschrotet und anschließend gekuttert werden. Während des Kutterns taut gefrorenes Fleisch auf. Dafür sorgen die Wärme, welche durch die Reibung der Schneidmesser entsteht oder

das Zugeben von lauwarmem Wasser (< 40°C). Wenn „warmes“ Fleisch vor dem Rigor mortis sehr schnell zerkleinert, eingefroren und nach der genannten Methode (vorgeschrotet und dann gekuttert) genutzt wird, entsteht ein Rohmaterial, dessen Viskosität zur Brühwurstherstellung sehr gut geeignet ist.

Zusammenfassung

Die Bedeutung des Gefrierens von Fleisch und Fleischerzeugnissen liegt nicht nur in seinem zunehmenden Einsatz als Haltbarmachungs- und Bevorratungsverfahren. In immer stärkerem Maße rücken Qualitätsaspekte in den Vordergrund der technologischen Forschung und Entwicklung, welche die Gestaltung des Gefrier- und Auftauprozesses beeinflussen und zu verbesserten Produkten führen.

Prof. P. Pipek &
Dr. H. Schleusener

unvermeidbar, weil unfavourable because more time is available for water absorption. Modern air-conditioned storage rooms have a special air ducting. Depending on the surface temperature, an optimum defrosting result can be achieved by controlling the temperature and the circulating air parameters. With different air velocity profiles, all meat portions can be defrosted at about the same time. Air from 0 to -5°C and steam humidification instead of water are used to prevent the ingress of germs. Microwave heating is an undesirable because of the uneven thawing process. It causes rapid thawing, which leads to a loss of meat juice.

Frozen meat processing

It has become the preferred method of processing frozen meat in sausage production without prior thawing. Frozen meat can be pre-ground and then chewed. Frozen meat

thaws during the cutter. This is ensured by the heat generated by the friction of the cutting blades or by adding lukewarm water (< 40°C).

If „warm“ meat is quickly comminuted and frozen before the Rigor mortis and used according to the method described above (pre-scraped and then chewed), a raw material is produced whose viscosity is very well suited for the production of cooked sausage.

Summary

The importance of freezing meat and meat products lies not only in their increasing use as preservation and storage methods. Quality aspects are becoming increasingly important in technological research and development, which influence the design of the freezing and thawing process and lead to improved products.

Prof. P. Pipek &
Dr. H. Schleusener

- Automatisierungstechnik
- Intralogistik/Lagertechnik
- Rohrbahnfördertechnik
- Behälter-/Kartoffördertechnik
- Zerlegetechnik
- Sonderlösungen



Maschinenbau Helters GmbH
Dörfel Lebensmitteltechnik GmbH & Co. KG



Fürstenaue Weg 70
49090 Osnabrück
Tel: 0541-139020
info@maschinenbau-helters.de
www.maschinenbau-helters.de

