

6 ZUSAMMENFASSUNG

Vakuumverpackte Räucherforellenfilets haben in den letzten Jahren, auch aufgrund der steigenden Produktion in Aquakulturen, zunehmend an Marktbedeutung gewonnen. Gemäß der Fischhygiene-Verordnung unterliegt dieses leicht verderbliche und risikobehaftete Produkt in den Herstellungsstätten betriebseigenen Kontrollen in Form eines HACCP-Konzepts. Mit Inkrafttreten der Lebensmittelhygiene-Verordnung wurde die Verpflichtung zur Etablierung von Eigenkontrollen auch auf den Lebensmittelhandel ausgedehnt. Die Einhaltung der Kühlkette entsprechend den vorgegebenen Temperaturen bildet hier den entscheidenden Kontrollpunkt, um die Vermehrung von Verderbserregern und pathogenen Keimen zu beherrschen.

Die vorliegende Untersuchung soll dazu dienen, das lebensmittelhygienische Risiko abzuschätzen, wie es durch unsachgemäße Kühlung im Handel entsteht. Nach Ermittlung des Qualitätsniveaus auf Produktions-, Großhandels- und Einzelhandelsebene wurden durch Langzeitmessungen die Lagertemperaturen in Verkaufskühlmöbeln des Lebensmittelhandels erfaßt. Anschließend wurde in Modellversuchen der Einfluß unterschiedlicher Lagerbedingungen auf Produktqualität und Haltbarkeit überprüft sowie das Risiko einer Gesundheitsgefährdung durch *L. monocytogenes* und *Cl. botulinum* charakterisiert.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Bei 28 direkt in Herstellungsbetrieben entnommenen Räucherforellenfilets lag der Median der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl bei $\log 3,10$ KbE/g. Dagegen ergab die Marktanalyse von 44 im Großhandel und 76 im Einzelhandel gezogenen Proben für den Gesamtkeimgehalt einen Median von $\log 6,38$ KbE/g (Großhandel) bzw. $\log 6,80$ KbE/g (Einzelhandel), wobei jeweils Laktobazillen und Pseudomonaden das mikrobiologische Profil dominierten, gefolgt von coliformen Keimen und Hefen.
2. Besondere Aufmerksamkeit verdient die hohe Belastung der untersuchten Räucherforellenfilets mit *L. monocytogenes*. In 138 Proben aus dem Handel betrug die Nachweisrate 31 %. Es bewegten sich 42 % der *L. monocytogenes*-positiven Proben im Bereich 10^2 bis 10^4 *L. monocytogenes*/g, bei 12 % wurden sogar mehr als 10^4 *L. monocytogenes*/g nachgewiesen.

3. Die Langzeitmessungen ergaben in 9 von 12 überprüften Verkaufskühlmöbeln eine unzureichende Kühlung. Als Verlaufstypen wurden zum einen über die gesamte Meßdauer relativ gleichbleibende Temperaturen mit nur geringfügigen Schwankungen beobachtet, die jedoch teilweise deutlich über der jeweils deklarierten Aufbewahrungstemperatur lagen. In anderen Kühlregalen waren die Räucherforellenfilets sehr starken Temperaturschwankungen ausgesetzt, wobei Überschreitungen der vorgeschriebenen Lagertemperatur hauptsächlich während der Abtauphasen auftraten. Die Temperaturüberprüfungen zeigten außerdem, daß weder stichprobenartig durchgeführte Einzelmessungen noch werkseits integrierte Temperaturanzeigen aussagekräftige Daten liefern, da Abtauvorgänge unbemerkt bleiben.

4. Bei Modellversuchen mit vakuumverpackten geräucherten Forellenfilets wurden bei 3,5 °C erst nach Ablauf der dritten Woche mittlere Gesamtkeimgehalte von über 10^6 KbE/g erreicht. Vergleichbare Werte stellten sich bei der 11 °C- Lagerung schon am achten Tag ein. Die von einstündigen Erwärmungen auf 11 °C unterbrochene Aufbewahrung bei 6 °C bewirkte analog zu der 11 °C-Lagerung bereits im Intervall vom fünften zum achten Tag ein kräftiges Keimwachstum auf über 10^5 KbE/g. Aus diesen Resultaten läßt sich eine Haltbarkeit von ca. 14 Tagen bei einer maximalen Lagertemperatur von 4 °C ableiten.

5. Innerhalb der zur Zeit üblicherweise deklarierten Haltbarkeitsfristen von z.T. über drei Wochen wäre bei unzureichender Kühllagerung (10 °C) eine Vermehrung von *L. monocytogenes* bzw. Toxinbildung durch *Cl. botulinum* in vakuumverpackten Räucherforellenfilets möglich. Im Sinne eines vorbeugenden Verbraucherschutzes ist für dieses Erzeugnis eine Kühltemperatur von max. 4 °C zu fordern. Außerdem muß dem Kontrollpunkt „Lagertemperatur“ erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

7 SUMMARY

Quality changes in smoked vacuum-packed trout fillets during storage

Smoked vacuum-packed trout fillets have won importance in the market over the last few years, especially because of the increasing production in aqua cultures. According to the fish regulations (Fischhygiene-Verordnung 1994) fish processing factories have to establish the principles of the HACCP-system for this potentially hazardous product. Similar control-plans were laid down also for the food trade in the ordinance about food hygiene (Lebensmittelhygiene-Verordnung 1997). Here, the most important control point is the maintenance of the cold chain according to the declared temperature in order to control the multiplying of spoiling bacteria and pathogenous microorganisms.

The aim of the thesis was to estimate the hazard of insufficient cold storage. First, this study determines the hygienic state of smoked vacuum-packed trout fillets that were taken from fish processing plants, wholesale trade and retail markets. Then, the storage temperatures in chilled cabinets of food handling establishments were controlled by long-term measurements. Afterwards, challenge tests were carried out in order to assess the influence of different temperature conditions on the product quality and shelf life. The hazard caused by growth of *L. monocytogenes* and toxin production of *Cl. botulinum* was discussed.

The results are summarized as follows:

1. The median for the total aerobic bacterial count of 28 samples taken in fish processing plants was log 3,10 cfu/g. The market analysis of 44 samples bought in wholesale trade and 76 samples bought in retail shops showed a median of log 6,38 cfu/g (wholesale) and log 6,80 cfu/g (retail) for the total count. The predominant spoilage bacteria belonged to the group of lactic acid bacteria and *Pseudomonas* spp., followed by coliform bacteria and yeasts.
2. *L. monocytogenes* was isolated in 43 (31 %) smoked trouts from wholesale trade and retail markets. 42 % of the *L. monocytogenes*-positive samples showed levels between 10^2 and 10^4 *L. monocytogenes*/g, in 12 % of the samples levels of more than 10^4 *L. monocytogenes*/g were detected.

3. The long-term measurements of the storage temperature proved insufficient cooling in 9 of 12 chilled cabinets. On the one hand the storage temperature remained constant over the whole period of time but exceeded the declared temperature partly extreme. In other hand the smoked trout fillets were stored at extremely varying temperatures. The labeled storage temperature was mainly exceeded during the defrosting period. Furthermore, the long-term determination showed that neither spot checks of the storage temperature by single measurement nor integrated displays provide meaningful results, because the defrosting can't be recorded.
4. A high total bacterial load ($> 10^6$ cfu/g) was reached at 3,5 °C after 3 weeks storing of commercially produced smoked vacuum-packed trout fillets. A comparable result was attained within 8 days when the samples were stored at 11 °C. In samples stored at 6 °C, interrupted by one-hour storage at 11 °C, the limit of 10^5 cfu/g was exceeded between the fifth and eighth day of storage. The minimum shelf life at a constant temperature of 4 °C should be fixed upon 14 days.
5. Within the usual labeled shelf life of more than 3 weeks *L. monocytogenes* and *Cl. botulinum* will grow to high levels or produce toxin in smoked vacuum-packed trout fillets, if temperature abuse occurs (f.e., storage temperature of 10 °C). Therefore, for this potentially hazardous product a maximum storage temperature of 4 °C has to be settled. This indicates also a contribution to consumer protection. Furthermore, it is concluded from the results of this study that the trade has to be more responsible for the control point "storage temperature".