

AKTUELLE FRAGEN DER ROHWURSTFORSCHUNG

FRITZ P. NIINIVAARA

Universität Helsinki Institut für Fleischtechnologie, Helsinki, Finnland

1. EINLEITUNG

Die Herstellung von Rohwurst verschiedener Art ist ein uraltes, ja eines der ältesten Fleischkonservierungsverfahren überhaupt, aber erst nach dem Zweiten Weltkrieg begann man allgemein, dabei auch die Entwicklung der Wissenschaft und der Technologie zu berücksichtigen. Freilich trifft diese Situation ebensogut für alle anderen Lebensmittel-Sektoren zu.

Der Kerngedanke bei der Rohwurstherstellung ist, das Wurstbrät auf einen ausreichend niedrigen a_w -Wert zu trocknen, so dass bei Anwesenheit von Kochsalz und Nitrit ein Produkt mit langer Haltbarkeitsdauer entsteht. Man ist sich schon seit langem darüber im klaren, dass beim Rohwurst-Reifungsprozess Mikroben eine wichtige Rolle spielen; es nimmt deshalb nicht Wunder, dass man versucht hat, u.a. durch Zusatz von Bakterienreinkulturen auf die Mikrobenflora der Rohwurst Einfluss zu nehmen (1, 2, 3). Mit dem Einsatz von Starterkulturen wurde die Produktion von Rohwurst auch im grossen Massstab zu einer sicheren, weitgehend risikolosen Angelegenheit, denn parallel zur Zunahme unserer Kenntnisse über die mit der Rohwurstherstellung verbundenen mikrobiologischen, biochemischen und chemischen Vorgänge fand auch eine beachtliche Weiterentwicklung der einschlägigen Technologie statt. Umfasste der Fertigungsprozess früher Trockenpökeln und Vorreifung, mehrwöchiges Räuchern und Nachreifung mit zahlreichen Phasen und Kniffen, so wird heute der Grossteil der Rohwurst in leistungsfähigen, programmierten Kammern innerhalb von 1 bis 3 Wochen hergestellt.

Im folgenden möchte ich kurz eine Reihe heute mit der Rohwurst verbundener Problembereiche erörtern, wobei meine Darlegungen freilich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben - u.a. deshalb nicht, weil die Rohwurstarten und -sorten eine in hohem Grade heterogene Produktgruppe bilden. So hat man zu unterscheiden zwischen Dauerwurst, deren Herstellung Monate in Anspruch nimmt (z.B. ungarische Salami), einem in Nordeuropa und Deutschland hergestellten, etwas weicheren Wursttyp mit kürzerer Produktionsdauer, der im Schnellverfahren (1 bis 2 Wochen) hergestellten, auf kürzere Haltbarkeitsdauer zugeschnittenen, oft durch chemische Verfahren "gereiften" Rohwurst, sowie dem in Amerika beliebten Semidry-Typ, der bei hoher Temperatur (32-43°C) fermentiert und dessen Fermentation durch Erhitzen abgeschlossen wird. Diese Wursttypen werden in den einzelnen Ländern ausserdem nach recht unterschiedlichen Verfahren hergestellt. Es ist somit klar, dass die im Zusammenhang mit Rohwurst-Untersuchungen erhaltenen Ergebnisse bzw. aufgedeckten Probleme nicht die ganze Produktgruppe betreffend verallgemeinert werden können. Die von mir vorgenommene Einteilung der Probleme ist auchinsofern schwierig zu handhaben, als bei Rohwurst "alles von allem" abhängt; man kann nicht einfach einen Einzelfaktor als Problem hinstellen ohne gleichzeitig auf alle Teile des Ganzen einzugehen.

2. MIKROBIOLOGIE

Die Bakterienflora der Rohwurst ist natürlich durch die Bakterienflora der Rohstoffe vorbestimmt. Fleisch weist einen sehr unterschiedlichen und vielfältigen Bakterienbesatz auf, aber im Zusammenhang mit der Rohwurstherstellung bewirken Temperatur, Kochsalz, Nitrat, Nitrit, sonstige Zusatzstoffe, pH-Wert und Redox-Potential eine kräftige Selektierung, als deren Folge allgemein gesehen die Tätigkeit der gramnegativen Bakterien von der der gram-

positiven Bakterien - in erster Linie Mikrokokken und Laktobazillen - überdeckt wird.

Der Einfluss von Starterkulturen auf die Bildung der Bakterienflora hat sich bezüglich des Geschmacks, der Farbe und der Konsistenz als nützlich erwiesen. Der beste Beweis dafür ist, dass sich die Starterkulturen in nahezu allen Rohwurst herstellenden Ländern durchgesetzt haben. Bezüglich der Starterkulturen besteht jedoch nach wie vor das Problem, neue, wirksamere Stämme zu finden und deren Einsatztechnik so zu entwickeln, dass sie der Wurst in aktiver Form und auf ökonomisch vorteilhafte Weise zugesetzt werden können. Untersuchungen in dieser Richtung laufen gegenwärtig an zahlreichen Instituten.

Die heutigen schnellen Herstellungsverfahren haben zu einer "Verflachung" der geschmacklichen Eigenschaften der Rohwurst geführt. Als einer der Gründe dafür wurde angeführt, dass die rasche pH-Wert-Senkung zusammen mit Nitrit die Tätigkeit der aromabildenden, in erster Linie gramnegativen Bakterien unterbindet. An unserem Institut in Helsinki durchgeführte diesbezügliche Untersuchungen ergaben, dass zugesetzte gramnegative Bakterien eine günstige Wirkung auf die Geschmacks- und Aromabildung haben, so dass sich in dieser Richtung vielleicht Lösungen zur Verhinderung dieser Geschmacksverflachung abzeichnen (4).

Ein Problem bilden auch weiterhin die pathogenen Bakterien; dabei handelt es sich freilich um eine eng mit der Nitrit-Frage verquickte Angelegenheit. Weiter wurde die Bedeutung von Schimmelpilzen in der Rohwurst sowohl als Starterkulturen wie auch als toxikologische Agenzien geklärt (5). Die Schimmelpilzgifte betreffenden Untersuchungen werden offensichtlich weiter zunehmen, denn man ist sich bei weitem noch nicht überall des Existierens dieses Problems bewusst.

3. CHEMIE UND BIOCHEMIE

Die chemischen und biochemischen Untersuchungen laufen sehr häufig Hand in Hand mit mikrobiologischen Arbeiten. Lipolytische und proteolytische Veränderungen werden vorwiegend im Hinblick auf die Aromabildung erforscht, die letztgenannten Veränderungen neuerdings auch im Zusammenhang mit dem Nitrosoamin-Problem. Zunehmende Bedeutung misst man auch der Dynamik des Reifungsprozesses (6), insbesondere der Dynamik der Kohlenhydrate bei.

Wenn die Forschungstätigkeit im chemischen Bereich bisher sehr oft auch nur konstatierenden Charakter hatte, so lässt sich doch auch auf chemischer Basis neue, die bisherige Fabrikationstechnik ergänzende Technologie erarbeiten. Beispielsweise wissen wir über die Dynamik der Starterkulturen unter den verschiedenen Verhältnissen bisher noch viel zu wenig.

Ein Kapitel für sich ist die Toxikologie, auf die ich bereits im Zusammenhang mit den Schimmelpilzen verwies. In diesen Sachbereich gehören u.a. die Nitrosoamine, die beim Räuchern auftretenden karzinogenen Stoffe, andere Mikrobiotoxine und verschiedenartige Rückstände. Mit der Entwicklung der Analysenverfahren könnte dieser Bereich auf lange Sicht reichlich Forschungsmaterial liefern, wobei jedoch vor Inangriffnahme grossangelegter Untersuchungen stets eine kritische Einschätzung der Art des toxikologischen Risikos erforderlich ist.

Anfang der sechziger Jahre wurde die Rohwurstherstellung um eine Neuerung bereichert: Man verursachte mit Hilfe von GdL eine rasche pH-Wert-Senkung und erhielt dadurch in kurzer Zeit aufschnittfähige Ware. Die Starterkulturen wurden allerdings vom GdL nicht verdrängt; um das zur Rohwurst nun einmal gehörende Aroma herbeizuführen ist eine Mikrokokkenimpfung

im Zusammenhang mit der GdL-Behandlung unerlässlich (7), da durch den schnellen Abfall des pH-Wertes die aromabildenden Bakterien in ihrem Wachstum gehemmt werden. Die auf die Aromabildung gerichtete Forschung fördert vielleicht in nächster Zeit neue, für diesen Zweck noch besser geeignete Bakterienstämme zutage.

4. TECHNOLOGIE

Die Einführung der Starterkulturen und der chemischen Reifung förderte wiederum die Entwicklung moderner Produktionseinrichtungen, welche die volle Nutzung der durch diese beiden Faktoren gegebenen Vorteile zulassen. Neuerdings stehen technische Konzeptionen zur Verfügung, die durch Programmierung der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Luftzirkulation und des Räucherns mit Hilfe leistungsfähiger Apparate und Regeleinrichtungen eine zuverlässige Produktion gewährleisten. Der Forschung blieb es überlassen, diese Programme so auszuarbeiten, dass der mit der Herstellung verbundene biologische Prozess störungsfrei ein optimales Produkt liefert. Was diese Seite betrifft, so liegen also die Lösungen bereits vor, wenn sie auch nicht jedem in allen Details bekannt sind.

Und natürlich wird an den Anlagen und Verfahren weitergearbeitet, wobei besonderes Gewicht auf der Entwicklung der verschiedenen Verfahren und Regelungseinrichtungen liegt.

Von den variablen Eigenschaften der Rohwurst ist, aus technologischer Sicht betrachtet, der pH-Wert die wichtigste. Er ist entscheidend im Hinblick auf Farbe und Konsistenz sowie Mikrobenflora im allgemeinen und pathogene Bakterien im besonderen. In gewissen Fällen ist die Entwicklung des pH-Wertes problematisch: sie verläuft entweder zu schnell oder zu langsam, der pH-Wert bleibt zu hoch bzw. sinkt zu tief, und dies geschieht oft ohne Vorwarnung und scheinbar rein zufällig.

Obgleich es sich hier um ein auch mikrobiologisches Problem handelt, lässt sich die Entwicklung des pH-Wertes jedoch auch technologisch über Zucker, GdL, Nitrat, Nitrit, Temperatur, Feuchtigkeit oder irgendeinen anderen Faktor beeinflussen. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die einzelnen Faktoren dieses zahlreiche Veränderliche enthaltenden Komplexes schwer unter Kontrolle zu halten sind, ganz zu schweigen davon, dass man bei weitem noch nicht alle bei Rohwurst pH-Wert-Änderungen hervorrufenden Grössen kennt. An unserem Institut in Helsinki wurden erste Untersuchungen über die Möglichkeit angestellt, den pH-Wert u.a. mit Hilfe der Temperatur und der Nitrat-Nitrit-Konzentration zu steuern; die Ergebnisse waren in gewissem Grade ermutigend (8).

Die Entwicklung des a_w -Wertes während des Reifungsprozesses der Rohwurst ist Gegenstand des Interesses der Forscher gewesen. So wurde beispielsweise versucht, die Bedeutung des a_w -Wertes als Prozess-Kontrollgrösse und als Kriterium der Produktqualität klarzustellen. Dabei hat man festgestellt, dass die Wirkung des a_w -Wertes als selektiver Faktor mit dem pH-Wert vergleichbar ist. Darum soll man auf die Bedeutung des a_w -Wertes bei der Rohwurstforschung immer Beachtung schenken (9).

5. NITRAT UND NITRIT

Die Nitrosamin-Frage stellte in der Fleischbranche in den letzten Jahren den wohl bedeutendsten Einzelforschungsgegenstand dar. Auch bezüglich Rohwurst liegen derartige

Arbeiten vor. Im allgemeinen fanden sich in der Rohwurst, von einzelnen Fällen abgesehen, keine Nitrosoamine (10, 11, 12). In Bundesrepublik Deutschland und in den USA hat man diese Frage in sehr breiter Form sowohl unter technologischen als auch unter mikrobiologischen Aspekten untersucht; dabei ergab sich, dass Rohwurst eine gewisse Menge Nitrit sowohl im Hinblick auf ihre mikrobiologische Unbedenklichkeit als auch aus technologischen Gründen zwecks Erzielens eines Produkts mit "den guten alten Eigenschaften" benötigt. Auch an unserem Institut sind wir der Sache unter Berücksichtigung der spezifischen finnischen Verhältnisse nachgegangen und haben - genau wie unsere deutschen Kollegen - festgestellt, dass die heute üblichen Nitrit- und Nitratzusätze reduziert werden können, ohne dass sich dadurch ein erhöhtes gesundheitliches Risiko ergibt (13, 14) oder der Herstellungsprozess technologisch an Sicherheit verliert. Allerdings ist der Einfluss der zugesetzten Nitrit- und Nitratmengen auf den pH-Wert zu berücksichtigen (8).

Bei Verringerung der Nitrat- und Nitritmengen ist es wichtig, mit Starterkulturen zu arbeiten, denn in mehreren Untersuchungen (13, 14, 15) wurde festgestellt, dass diese das Wachstum der pathogenen Bakterien hemmen. Auf diese Weise wird ein mikrobiologisch unbedenkliches und technologisch gelungenes Produkt erzielt.

LITERATUR

1. NIINIVAARA, F.P. 1955. "Über den Einfluss von Bakterienreinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst. Acta Agr. Fennica Nr. 85.
2. NIVEN, C.F.Jr., DEIBEL, R.H. & WILSON, G.D. 1955. The use of pure culture starters in the manufacture of summer sausage. Ann. Meeting Amer. Meat Inst. Found. 5 p.
3. NURMI, E. 1966. Effect of bacterial inoculations on characteristics and microbial flora. Acta Agr. Fennica Nr. 108.
4. PETÄJÄ, E. Persönliche Mitteilung
5. LEISTNER, L. & MINTZLAFF, H.-I. 1972. Schimmelpilze als Starterkulturen bei der Rohwurstherstellung. Starterkultur-Symposium, S. 45-67. Helsinki.
6. PYRCZ, J. & PEZACKI, W. 1970-1975. Die technologische Steuerung der Rohwurstreifung. Sehe die Fleischwirtschaft 55: 1431-1439
7. TJABERG, T. 1972. Versuche mit Starterkulturen in der norwegischen Fleischindustrie. Starterkultur-Symposium, S. 95-105.
8. PUOLANNE, E. Persönliche Mitteilung
9. LEISTNER, L. & RÜDEL, W. 1974. Die Wasseraktivität (a_w -Wert) als Kriterium für die Beurteilung von Rohwurst. Die Fleischwirtschaft 54:1039-40
10. KUEPER, T.V. & TRELEASE, R.D. 1974. Variables affecting botulinum toxin development and nitrosamine formation in fermented sausages. Proc. of the Meat Ind. Res. Conf., Chicago. p. 57-60.
11. NAGATA, Y. & MIRNA, A. 1974. Einfluss der Verarbeitung auf die Bildung von Nitrosaminen in Fleischwaren. Die Fleischwirtschaft 54:1781-1789
12. PANALAKS, T., JYENGAR, J.R., DONALDSON, B.A., MILES, W.F. & SEN, N.P. 1974. Further Survey of cured meat products for volatile N-nitrosamines. J. Assoc. Dffic. Anal. Chem. 57:806
13. LEISTNER, L., HECHELMANN, H., BEM, Z. & ALBERTZ, R. 1973. Untersuchungen zur Reduktion des Nitritzusatzes zu Fleischerzeugnissen. Die Fleischwirtschaft 53: 1751-1754.
14. SIRVIÖ, P., NURMI, E., PUOLANNE, E. & NIINIVAARA, F.P. 1976. Der Einfluss von Nitrat und Nitrit mit und ohne Starterkulturen in der Rohwurst. Im Druck.
15. NISKANEN, A. & NURMI, E. 1976. Effect of Starter Culture on Staphylococcal Enterotoxin and Thermolysin Production in Dry Sausage. Applied and Environmental Microbiology 31: 11-20.