

## ÜBER DIE VERÄNDERUNGEN DER BAKTERIENFLORA WÄHREND DER REIFUNG DER ROHWURST

M.S. Pohja, Forschungsanstalt der Genossenschaftlichen Schlachthöfe, Hämeenlinna, Finnland

In der Herstellungstechnik der Rohwurst hat in letzter Zeit eine recht beträchtliche Entwicklung stattgefunden. Parallel mit dieser Entwicklung hat man auch in steigendem Mass den bakteriologisch-chemischen Veränderungen Aufmerksamkeit zugewandt, als deren Ergebnis der charakteristische Geschmack, das Aroma und die Farbe der Rohwurst entstehen. Der grösste Teil dieser Rohwurstuntersuchungen bezog sich auf fertige, handelstaugliche und mehrere Wochen alte Rohwurst. Aber verhältnismässig wenig Arbeiten sind jedoch zur Untersuchung der während der Herstellung der Rohwurst auftretenden Mikroben ausgeführt worden. Wenn jedoch die Untersuchung bezweckt zu ergründen, welche Mikroben sich in entscheidender Weise während der Herstellung der Rohwurst an der Säure-, Farb- und Aromabildung u.dgl. mit der Reifung verknüpften Reaktionen beteiligen, muss hier bei ausdrücklich die während der Herstellung herrschende Bakterienflora, nicht nur diejenige des fertigen Produkts studiert werden.

Im Verlauf des Herstellungsprozesses können nämlich gewisse "nützliche" Mikroben z.B. infolge der Räucherung vernichtet werden oder deren Menge wird so gering, dass sich ihr Isolieren schwierig gestaltet. Aus diesem Grunde gilt es zu untersuchen, welcher Bakterienstamm während der Herstellung vorherrschend ist und in

welchem Masse dessen verschiedene Arten an den Reifungsreaktionen beteiligt sind.

Dem Wesen der Mikrobenflora, ihrer Beteiligung an den verschiedenen chemischen Umwandlungen und den in den Mengenverhältnissen der verschiedenen Bakterientypen während der Herstellung stattfindenden Veränderungen hat man nur wenig Beachtung geschenkt. Es liegt doch auf der Hand, dass die Untersuchung zu gleicher Zeit vorgenommen werden muss, zu der sich die chemischen Veränderungen in der Wurst vollziehen, wenn man den Anteil der verschiedenen Bakterien an den biochemischen Umwandlungen in der Rohwurst ergründen will. Es ist recht wahrscheinlich, dass die Zusammensetzung der Mikrobenflora in fertiger Rohwurst eine andere ist als z.B. während der Trocknung, zu Beginn des Räucherns oder am Ende desselben. Die chemischen Milieufaktoren - pH, Redoxpotential, Salzkonzentration, Wassergehalt und die chemischen Stoffe im Rauch - sind Faktoren, deren Einfluss zu Beginn der Herstellung ein ganz anderer als in der lager- oder verkaufstauglichen Wurst ist.

Das Studium der mikrobischen Veränderungen in der Rohwurst während der Herstellung ist indessen keine einfache Aufgabe. Erstens müssen die Untersuchungen auf einem umfangreichen Material aufbauen, da das Geraten verschiedenartiger Bakterien in die Wurst stets zufallsbedingt ist. Eine jede Wurst ist immer ein "Individuum", und niemals wird ihr Bakterienbestand der gleiche wie bei einer zweiten Wurst sein. Daher sind die Untersuchungsergebnisse stets nur richtungsweisend, und zum Ziehen von Schlussfolgerungen ist immer ein verhältnismässig umfangreiches Forschungsmaterial notwendig. Das Isolieren der Bakterien aus der Wurst, ihre

Züchtung und Identifizierung bieten ihre eigenen Schwierigkeiten, und das Hervorbringen der Resultate setzt beschwerliche Manipulationen voraus.

Die Untersuchung, von der ich hier einige Berichte erstatten werde, ist während mehrerer Jahre in der in ~~Verbindung mit~~ unserer ~~Anstalt tätigen~~ Versuchsfabrik ausgeführt worden. Es ist stets versucht worden, die Versuchsbedingungen möglichst genau denjenigen der Praxis im Fleischverarbeitungsbetrieb gleich zu gestalten.

Die Versuche gründen sich auf bakteriologische Untersuchungen, die an Würsten vom Salamityp ausgeführt worden sind. Die erste Probe wurde unmittelbar nach der Fertigstellung der Wurstmasse, die folgenden nach der Vortrocknung (8 Tage), nach dem Räuchern (7 Tage) und nach dem Lagern (14 Tage) genommen. Die fertigen Würste waren von guter Qualität und hatten schöne Farbe.

#### Tabelle 1.

Aus Würsten vom Salamityp wurden insgesamt 215 Bakterienstämme isoliert. Unter diesen Stämmen wurden 11 verschiedene Mikrokokken, 3 Sarzinen, 5 grampositive sporenbildende Stäbchen, 3 grampositive sporenlose Stäbchen und 5 gramnegative Stäbchen identifiziert. Dazu befanden sich sog. pleomorphe Stäbchen (Kokkenbazillen) und Streptokokken. Hefen kamen in den Würsten verhältnismässig reichlich vor, aber eine nähere Untersuchung derselben ist in diesem Zusammenhang nicht ausgeführt worden.

Die Bakterienflora der Rohwurst besteht laut den Versuchsergebnissen im Anfangsstadium der Herstellung hauptsächlich aus Mikrokokken. Von diesen ist der grösste Teil nitratreduzierend und

beteiligen sie sich somit an der Farbbildung der Wurst. Von den in der Wurst vorkommenden kurzen grampositiven Stäbchen reduzierte ein Teil ebenfalls Nitrat, während hingegen die langen grampositiven Stäbchen kein Nitratreduktionsvermögen besaßen.

Abb. 1.

Die Bakterienzahl in der Rohwurst nimmt während der Vortrocknung stark zu. Dies ist mit Rücksicht auf die in der Wurst stattfindenden Reaktionen erwünscht, da u.a. die Farb- und die Säurebildung stark von der Bakterientätigkeit abhängig sind. Unter den Mikrokokken fanden sich reichlich nitratreduzierende Arten. Von den grampositiven und gramnegativen kurzen Stäbchen reduzierten nur einige Arten Nitrat. Dagegen reduzieren die sog. Kokkenbazillen, die verhältnismässig reichlich auftraten, kein Nitrat. Hieraus kann die Folgerung gezogen werden, dass die Mikrokokken während der Vortrocknungsphase in ausschlaggebendster Weise an der Farbbildung der Rohwurst beteiligt sind. Da sie ferner Zucker zu Säuren vergären, haben sie auch einen günstigen Einfluss auf den Herabgang des pH-Werts. Die stabförmigen grampositiven Bakterien sind hauptsächlich nur infolge ihres Säurebildungsvermögens nützlich. Da die Nitratreduktion ein rein bakterieller Vorgang ist, setzt die Herstellung von Rohwurst das Vorhandensein von nitratreduzierenden Bakterien, in erster Linie Mikrokokken, voraus.

Während der Räucherung geht die Bakterienzahl in der Rohwurst beträchtlich herab. Am stärksten wirkt sich der Rauch auf die Mikrokokken und die gramnegativen Stäbchen aus. Die Hauptflora setzt sich aus kurzen und langen grampositiven Stäbchen und sog. Kokkenbazillen zusammen.

Die Versuchsergebnisse über die Zusammensetzung der Bakterienflora in der Wurst am Ende der Lagerung zeigten, dass die Bakterienzahl auf ungefähr gleicher Höhe geblieben ist, mit Ausnahme der Mikrokokken, die sich in ihrer Zahl etwas vermehrt haben. Die grampositiven kurzen und langen gekrümmten Stäbchen bilden weiterhin die Hauptflora.

Will man untersuchen, welche Bakterienarten in ausschlaggebendster Weise an der Farb- und Aromabildung und an den anderen mit der Reifung verknüpften Reaktionen beteiligt sind, genügt es nicht, das fertige Erzeugnis zu untersuchen. Deshalb müsste bei den Untersuchungen das Hauptgewicht auf die Tätigkeit der während der Herstellung auftretenden Bakterien gelegt werden.

Die mit Rücksicht auf die Farbbildung unerlässliche Nitratreduktion findet nur durch Einfluss gewisser Bakterien statt. Diese Bakterienarten können in der fertigen Wurst fehlen oder in verhältnismässig geringer Menge vorhanden sein. Dagegen ist ihre Menge während der Vortrocknung hoch. In dieser Herstellungsphase vollziehen sich in der Tat die wichtigsten mit der Reifung verknüpften Reaktionen. Nitratreduzierende Bakterien waren bei den ausgeführten Untersuchungen am meisten unter den Mikrokokken vertreten, wie man in Tabelle 2 ersieht.

#### Tabelle 2.

Diese Bakterien bilden ferner Säuren aus verschiedenen Zuckern und fördern somit den für die Nitratreduktion notwendigen Herabgang des pH-Werts. Demzufolge beteiligen sich die Mikrokokken in entscheidendster Weise an den Farbbildungsreaktionen. Dagegen reduzieren die grampositiven langen Stäbchen vom Lactobacillus-

Typ und die sog. Kokkenbazillen kein Nitrat und haben demgemäss keinen entscheidenden Einfluss auf die Farbbildung. Diese Bakterien bilden Säuren und fördern demzufolge die Reduktion des Nitrits zu Stickstoffoxyd. Diese Reaktion erfolgt ja in saurem Milieu ohne Bakterieneinfluss.

Welche Wirkung die in der Wurst normalerweise vorkommenden Mikroben auf die Entstehung des angenehmen und charakteristischen Aromas der Wurst haben, ist in diesem Zusammenhang noch nicht untersucht worden. Viele der an der Bildung des Rohwurstaromas beteiligten Bakterien sind nach zeitigeren Untersuchungen kleine gramnegative Stäbchen. Arten dieses Typs kamen auch in den untersuchten Rohwürsten in verhältnismässig reichlicher Menge während der Vortrocknung vor (siehe Tab. 2).

Als Zusammenfassung kann man feststellen, dass die Bakterien, deren Anwesenheit in der Rohwurst wünschenswert ist, vor allem Mikrokokken und gramnegative Stäbchen sind. Diese Bakterien beteiligen sich auf entscheidende Weise an den Umrötungsprozessen, der Arom- und Säurebildung der Rohwurst. Diese Untersuchungen werden in unserem Laboratorium fortgesetzt.

Tabelle 1.

Aus Würsten vom Salamityp wurden insgesamt 215 Bakterienstämme isoliert, unter denen befanden sich

- 11 verschiedene Mikrokokken: *M. caseolyticus* *M. ureae*
- M. conglomeratus* *M. flavus*
- M. aurantiacus* *M. varians*
- M. pyogenes* var. *aureus* *M. epidermidis*
- M. candidus*
- M. pyogenes* var. *albus* I und II

Tabelle 2.

Einige Eigenschaften der aus den Würsten...

Bezeichnung der Bakterienart	Anteil an Mikrokokken	Anteil an Stäbchen	Anteil an Sporenbildnern	Anteil an Gramnegativen	Anteil an Sporenbildnern	Anteil an Gramnegativen
- 3 verschiedene Sarcinen:						
<i>Gaffkya tetragena</i>						
<i>Sarcina lutea</i>						
<i>Sarcina citrea</i>						
- 5 verschiedene grampositive sporenbildende Stäbchen:						
<i>B. subtilis</i>					7 (schwach)	11 (schwach)
<i>B. sphaericus</i>						
<i>B. cereus</i>						
<i>B. cereus</i> var. <i>mycoides</i>						
<i>B. megatherium</i>						
- 3 verschiedene grampositive sporenlöse Stäbchen:						
<i>Streptococcus faecalis</i>						
<i>Lactobacillus plantarum</i>						
<i>Lactobacillus leichmannii</i>					2 (schwach)	3
- 5 verschiedene gramnegative Stäbchen:						
<i>Alcaligenes faecalis</i>						
<i>Alcaligenes metalcaligenes</i>						
<i>Achromobacter butyri</i>						
<i>Aerobacter aerogenes</i>						
<i>Flavobacterium arborescens</i>						

Tabelle 2. Einige Eigenschaften der aus den Rohwürsten isolierten verschiedenen Bakterienarten.

Bezeichnung der Bakterien	Anzahl der identifizierten Bakterienarten	Anzahl der identifizierten Bakterienarten, die						
		reduzieren		vergären			verursachen	
		Nitrat zu Nitrit	Glycogen	Glucose	Saccharose	Gelatine-Verflüssigung	NH <sub>3</sub> -Bildung	Arom-Bildung
Mikrokokken	11	7	1	11	8	7(schwach)	11(schwach)	-
Sarzinen	3	1	-	2	1	1	3	-
Stäbchen, gram+ sporenbildende	5	3	2	4	4	4	4	1
Stäbchen, gram+ sporenlose	3	-	-	3	3	-	-	-
Stäbchen, gram-	5	3	1	3	1	2(schwach)	3	5