2. ARBEITSTAGUNG EUROPÄISCHER FLEISCHFORSCHER

Kulmbach 29. Juli - 2. August 1956

## Mikrobiotische Vorgänge bei der Rohwurstreifung

Von

Prof. Dr. M. Lerche

Institut für Lebensmittelhygiene der Freien Universität Berlin - Deutschland

## Referat

Die Rohwurstherstellung ist zwar nicht in allen Ländern Europas üblich.

Gleichwohl erscheint mir in diesem internationalen Kreise eine kurze Betrachtung der Rohwurstvorgänge deshalb besonders zu einer wissenschaftlichen Aussprache geeignet, weil sich die Probleme, denen der Wissenschaftler beim Fleisch und bei den Fleischwaren gegenübersteht, aufs deutlichste herausbeben.

Über die Mikroben der Rohwurst ist seit Jahrzehnten viel geschrieben worden, aber die meisten Autoren begnügten sich mit der Feststellung von Bakteriengruppen oder Keimzahlen und sahen die vorliegenden Bakterien als unerwünscht an. Ja, es wurde zum Teil sogar vorgeschlagen, die Würste mikroskopisch auf Bakterien zu prüfen und auf Grund der Keimzahl entsprechende Rückschlüsse auf die Wurstqualität und auf die Hygiene des herstellenden Betriebes zu ziehen.

Heute wissen wir, daß es völlig unmöglich ist, ein keimfreies Fleisch für die Wurstherstellung zu gewinnen.

Bei der Wurstherstellung werden Mikroben, die oft in dichten Rasen auf der Fleischeberfläche lagern, dem Wurstgut beigemengt. Hinzukommt eine gewisse Keimerhöhung durch die Zugabe von Salz, Gewürz, Zucker und durch das Einbringen des Wurstgutes in Naturdärme. Gerade die natürlichen Wursthüllen enthalten in großer Zahl die verschiedensten Keimarten, die sich später im Wurstgut wiederfinden.

In frischem Wurstbrät fanden wir nicht weniger als 50 verschiedene Keimarten, unter denen überwiegend Pseudomonas-Koli-Intermedius-, Proteus-Bakterien, Mikrokokken, auch Streptokokken, Mesentericus-Subtilis-Bazillen und Hefen vorlagen. Ihr Vorkommen variiert je nach Betrieb, Arbeitsweise und Wurstart. Die Zahl der anfangs in 1 g Wurstbrät vorhandenen Keime ist ungeheuer groß. Sie beläuft sich mach unseren Untersuchungen auf Millionen bis Millarden.

Bei der Wurstreifung ändert sich aber das Mikrobenbild völlig. Die gramnegative Flora geht weitgehend zugrunde und die grampositive Flora beherrscht das Bild. Unerwünschte, als Fäulniserreger bekannte Keime verschwinden hierbei ebenfalls, und zwar tun sie es auch dann, wenn man der Wurst solche Keime künstlich in großer Zahl zugibt. Es ist auffallend, daß Pseudomonas-, Escherichia-, Proteus-Bakterien und Mesentericus-Subtilis-Bazillen nach reichlicher Zugabe nun nicht etwa regelmäßig zu Fehlfabrikaten führen, sondern anderen Bakterienarten das Feld räumen. Am Schluß der Wurstreifung sind nur noch wenige Keimarten übrig, die dann in ganz außerordentlich großer Zahl vorliegen. Es sind dies Refen, Mikrokokken und vor allem Laktobazillen. Mit der Alterung verbleiben nur Laktobazillen und wenige Mikrokokken. Auf die Reifung der Wurst hat die Bakteries flora des verarbeiteten Fleisches einen entscheidenden Einfluß. Man kann dies sehr schön beweisen, indem man Fleisch möglichst keimfrei zu gewinnen versucht und nun mit den verschiedenartigsten Keimzusätzen arbeitet.

Ein völlig keimfreies Wurstbrät herzustellen ist allerdings ein sehr schwieriges Experiment, das kaum gelingt. So haben wir zu diesem Zweck Schweine vor der Schlachtung gut ausruhen lassen, für gute Ausblutung gesorgt und danach die Fleischoberfläche des gebrühten Schweines desinfiziert, die Schweinehälften gut durchgekühlt und schließlich zur Zerkleinerung möglichst steril Muskulatur aus der Tiefe des Schinkens entnommen. Trotzdem gelang es nicht, eine völlige Keimfreiheit zu erzielen. Das frische Brät erschien dann zwar bei Anwendung von Agarkulturen keimfrei. Aber schon nach wenigen Tagen tauchten im Wurstgut Keime auf. In einigen Versuchen erhielten wir auf diese Weise Proteus-Bakterien, in einem anderen Kokken und Pseu omonas-Bakterien.

Des besseren Verständnisses wegen gebe ich einen Versuch, bei dem mit bestimmten Bakterienzusätzen gearbeitet wurde, in einer Tabelle wieder.

Zugegebene Keimart	Bakterienbefunde									
	Brät	Luftgetrocknete Wurst				Geräucherte Wurst				
		Hefen	Mikro- kokken	Lakto- baz.		Hefen	Mikro- kokken		Gram- neg.	
ohne Zusatz (Kontrolle)	-	-	++	0	+	<u>+</u>	+	+	+++	
Hefen	++++	+++	-	<b>3</b>	+	++/++	±	+++	++	
Mikrokok- ken IX R 1	++++	-	++++	co	-	-	+++	+	4	
Mikrokok- ken M 53	4+++	-	++++	÷	-	- "	+++	+	+	
Laktobaz. (rauh)	++++	-	-	++++	±	-	++	+++	+	
Laktobaz (weiß)	++++	-	65	++++	<u>+</u>		+	to the the	+	

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß es wohl gelingt, die eingebrachten Keime zum Wachstum zu bringen, daß aber von Anfang an störende Keime hineingelangten, obwohl möglichst steril, auch unter Verwendung von keimfreiem Pökelsalz und Gewürz, vorgegangen wurde. Es zeigte sich vor allem, daß die hineingelangten gramnegativen Bakterien (Bact. proteus und fluorescens) besonders während der Räucherung eine Zunahme erfuhren. Noch deutlicher ist dies aus einer zweiten Tabelle ersichtlich:

Zugegebene Keimart		В	Bakterienbefunde								
	Brät	Luftgebrocknete Wurst				Geräucherte Wurst					
		Hefen	Mikro- kokken		Gramneg.		Mikro- kokken	Lakto- baz.	Gramneg. (Proteus		
ohne Zusatz (Kontrolle)	<b>a</b>	±	++	÷	0		Quan parameter 4 Maria		++++		
Hefen	+++	dolph	-	÷	-				++++		
Mikro- kokken	++++	-	++++	++++	-				444		
Laktobaz. (rauh)	++++	+	÷	<b>+++</b>	-				++++		
Laktobaz. (weiß)	4+4	++		<b>++++</b>	-				++++		
Stamm Keller	++4++	-	-	-	++++				++++		

In diesem Versuch war die Zunahme der Proteusbakterien während der Räucherung so stark, daß alle Agarplatten davon überwuchert wurden, während die luftgetrocknete Wurst frei von Bakterien blieb.

Ganz im Gegensatz zu diesen Vorgängen konmt es im Brät, das man in üblicher Weise gewinnt und nicht in seinem Keimgehalt künstlich beeinflußt, zu einer Unterdrückung der gramnegativen Keime. Es müssen also in der Wurst konkurrierende Wachstumsverhältnisse der Mikroorganismen vorliegen.

Diese bestimmte Mikroben schädigenden Einflüsse beruhen zum Teil auf einer Verschiebung des pH-Wertes, zum Teil wohl auch auf antibiotischen Stoffen. Gesenkt wird der pH-Wert durch die Mikrokokken, vor allem aber bei Gegenwart von Zucker auch durch die Laktobazillen. Mikrokokken bewirken eine milde Säuerung mit Senken des pH-Wertes, und zwar in Traubenzuckerbouillon von 6,0 bis auf 5,38 pH. Laktobazillen erzeugen meist eine sehr kräftige, deutlich wahrnehmbare Säuerung mit pH-Werten, die in Traubenzuckerbouillon von 6,0 auf 5,23 bis 4,5 heruntergehen, wobei je nach der Laktobazillenart nur Milchsäure oder auch Essigsäure und Milchsäure gebildet werden. In der Rohwurst erniedrigt sich in der Regel der pH-Wert von 5,9 auf durchschnittlich 5,17. Fördernd wirken auf die Erniedrigung des pH-Wertes Rohr-, Rüben-, Traubenzucker und Karstallpur.

Bei diesen pH-Werten von 5,0 erfolgt eine Hemmung von Pseudomonas-Bakterien, bei 5,2 - 5,4 pH aber auch der Mesentericus-Subtilis-Bazillen. Es gibt unter diesen Keimen jedoch auch Stämme, die resistenter sind. Proteus-bakterien werden erst bei 4,1 - 4,0 pH gehemmt, Mikrokokken bei 4,5 - 4,4 pH.

Unter den Mesentericus-Stämmen fanden wir vereinzelt auch solche, die auf Grund antibiotischer Eigenschaften Streptokokken und Mikrokokken im Wachstum hemmten. Mesentericus-Subtilis-Bazillen liegen zwar zuerst in frischem Wurstbrät, in das sie von der Fleischoberfläche und von Gewürzen gelangen, vor. In der reifen Wurst werden sie aber nur selten angetroffen. Dies hängt zweifellos mit der ungünstiger werdenden Wasserstoffionenkonzentration zusammen. Finden Mesentericus-Subtilis-Bazillen aber ausnahmsweise in frischem Wurstbrät gute Vermehrungsbedingungen und haben sie gleichzeitig antibiotische Eigenschaften, so vermögen sie die Flora und hierdurch auch das Wurstgut in ungünstigem Sinne zu beeinflussen. Damit dürfte es zusammenhängen, daß zuweilen eine Rohwurst Zersetzungsprozesse durch Mesentericus-Subtilis-Bazillen erfährt, also durch eine Keimart, die wir sonst nur wenig in der Rohwurst antreffen.

Außer den konkurrierenden Eigenschaftem der Bakterien sind es aber noch andere, insbesondere chemisch-physikalische Einflüsse, die den Bakteriengehalt einer Wurst lenken. Von wesentlicher Bedeutung sind Salz, Nitrat, Zucker, Anfangs-pH des Fleisches, Wassergehalt, Temperatur und Rauch.

Daß das Salz den Keimgehalt beeinflußt, ist nur allzu bekannt. Daher ist es auch das gebräuchlichste Konservierungsmittel. Am deutlichsten ist dies ersichtlich, wenn man eine Wurst ohne und eine solche mit Salzzusatz fabriziert. In der Regel machen sich dann Zersetzungsprozesse an der unbehandelten Wurst und ein auffallend hoher Gehalt an gramnegativen Keimen bemerkbar. Salz hemmt sehr stark die gramnegative Flora, fördert aber im Wachstum die Mikrokokken, die geradezu halophil sind, ebenso die Hefen und Laktobazillen.

Miedriger pH-Wert und Salzkonzentration erhöhen die bakterizide Wirkung .

Sehr deutlich tritt dies bei Proteusbaltterien und Mesentericus-SubtilisBazillen in Erscheinung, bei denen schon 5,5 - 6,0 pH hemmend wirken, wenn
gleichzeitig Salz vorliegt. Die Salzzugabe selbst bewirkt eine deutliche Verschiebung des pH-Wertes, und zwar im Rinderbrät um 0,14, im Schweinebrät

um 0,2, in Teewurst um 0,3, in Cervelatwurst um 0,19 und in Salami um 0,29 pH.

## Welche Bedeutung haben nun die mikrobiotischen Vorgänge in die Wurstbeschaffenheit?

Über die rötenden Eigenschaften durch die nitratreduzierenden Keime, insbesondere die Mikrokokken, ist durch Niinivaara schon berichtet worden. Die Nitratreduktion läßt sich im Reagenzglas leicht nachweisen. Am besten aber ist dies bei der Beimpfung möglichst steril gewonnener Würste erkennbar. Mit Mikrokokken beimpftes Wurstbrät nimmt einen ansprechend roten Farbton an. Würste ohne Batterienzusatz, ebenso solche mit Laktobazillen werden grau und graurot.

An derRötung sind aber auch die Hefen stark beteiligt. Die in der Wurst regelmäßig vorkommenden Debaryomyces-Arten sind zwar nicht in der Lage, Nitrat zu reduzieren. Sie haben aber ein sehr hohes Sauerstoffbedürfnis und wirken his durch stark rötend. Diese hervorragende Farbbildung ist in einer Rohwurst, deren möglichst keimfreien Brät Debaryomyceskloeckeri zugesetzt wird, sehr deutlich erkennbar. Die Wurströtung wird also nicht allein durch Nitrat reduzierende Bakterien bewirkt. Auch die Hefen haben für die Wurstfarbe eine entscheidende Bedeutung. Das leuchtende Rot der luftgetrockneten, hefereichen italienischen Salami beruht in erster Linie auf der Hefewirkung. Anfangs dachte ich daran, daß diese Rötung mit der Entstehung von Ascorbinsäure in den Hefen zusammenhängen könnte. Diese Vermutung hat sich jedoch nicht bestätigt. Nur die lebende Hefezelle (nicht ihr Extrakt oder die tote Zelle) vermitteln die Rotfärbung.

Die Mikroben sind auch an der Bindung des Wurstbrätes beteiligt. Bei Versuchen. Würste mit gelenkter Flora herzustellen, zeigte sich, daß Wurstbrät ohne Salz keine wesentliche Bindung erfährt. Salz fügt das Brät besser. Noch gleichmäßiger im Schnitt und in der Konsistenz werden aber die Würste mit Salz und Bakterienzugabe, wobei die Befen und proteolytischen Mikrokoken offenbar von entscheidendem Einfluß eind.

Am meisten ist wohl in den vergangenen Jahren über die Einwirkung der Mikroben auf den Geruch und Geschmack der Wurst geschrieben und debattiert worden. Bierbei wurden die verschiedensten Keimerten als entscheidend bezeichnet. Um gewisse Anhaltspunkte für die Aromabiliung zu gewinnen, sind wir mehrere Wege gegangen. Wir haben erstens lie einzelnen Stämme in einer Spezialbrühe untersucht, zweitens möglich it keimarmem Brät und drittens dem üblichenBrät bestimmte Reinkulturen zigegeben. Bierbei ergab sich folgendes:

Laktobazillen säuern sehr stark und weisen in Brühe vielfach einen leicht brennerigen Gesuch und Geschmack auf. Auch in der Wurst macht sich dieser strenge brennerige Geschmack bemerkbar. Von 27 untersuchten Stämmen besaßen nur acht einen gut aromatischen Geschmack. Im allgemeinen säuerte der in weißen, unregelmäßigen Kolonien wachsende Lactobacillus plantarum stärker als der in rauhen Kolonien gedeihende Lactobacillus brevis. Nur wenige Stämme waren aromatisch ansprechend. Aber die Laktobazillen dürften der schnittfesten Rohwurst den etwas strengen Rohwurstgeschmack verleihen.

Mikrokokken bewirken im allgemeinen einen angenehmen milchsäureähnlichen Geruch und Geschmack. Die Säurebildung ist erheblich geringer als bei den Laktobazillen. Ein Teil der Stämme zeigt einen Geruch und Geschmack nach frischem Brot. Als besonders gut im Aroma erwiesen sich von 27 geprüften Mikrokokkenstämmen zehn. In der Wurst bewirken sie eine leicht säuerliche Beschaffenheit.

Hefen erzeugen in Brühe einen etwas gärigen Geschmack, nur einzelne Hefen geben ein gutes Aroma. Das Experimentieren mit Hefen wird vielfach durch Laktobazillen gestört, die gern in Symbiose mit ihnen leben und daher nur schwer zu trennen sind. Im Wurstbrät entsteht durch Hefen ein leicht säuer-licher Geschmack und ein fruchtartiges Aroma.

Im Gemisch verhalten sich diese drei Mikroben recht unterschiedlich. Ohne Bakterien behält Wurstbrät seinen rohen Charakter. Durch die Bakterien tritt erst der eigentliche Wurstcharakter und ein Wurstaroma auf. Das beste Aroma zeigen stets die Würste mit Mikrokokken, wobei Hefen begünstigend, Laktobazillen etwas nachteilig wirken.

Coli-Aerogenes- und Pseudomonasbakterien bewirken säuerlich-gärige Beschaffenheit; Achromobacter erzeugt anfaulen Geschmack. Ein von Keller isolierter Stamm säuerte nicht und ließ einen ansprechenden Geschmack vermissen.

Kennen wir auf diese Weise die Auswirkung der Mikroben für die Reifung und Güte der Rohwurst, so wäre daran zu denken, den ganzen Vorgang zu lenken und durch Zugabe von bestimmten, uns günstig erscheinenden Keimen die Qualität zu fördern. Dieser Gedanke ist von verschiedenen Seiten bereits geäußert worden, auch sind schon verschiedene Bakterienpräparate in den Verkehr gebracht worden. Aber gar so einfach, wie man es sich vorstellt, liegen die Dinge hierbei nicht. Das Ergebnis hängt weitgehend von den übrigen im Wurstgut bereits vorliegenden Mikroben ab, und man ist nicht in der Lage,

wie bei der Milch durch vorherige Pasteurisierung die zuvor vorhandene Flora völlig auszuschalten. Obwohl wir also die erwünschten Keime kennen und obwohl wir sie bewerten und nach Qualität auswählen können, bedarf es doch noch mancherlei Versuche und Klärungen bis zu ihrem praktischen Einsatz.

Überblicken wir die geschilderten Reifungsvorgänge in der Wurst, so kommen zweifellos den Mikroben wesentliche Einflüsse zu. Wir finden hierVorgänge, die anderen Lebensmitteln völlig an die Seite zu setzen sind,
ja sogar mit ihnen gewissermaßen gleichlaufen. Auch bei der Entiwicklung von Sauerteig, Sauerkohl und sauren Gurken vollziehen sich die gleichen Prozesse. Auch bei ihnen liegen zunächst die verschiedenartigsten, wenig erwünschten Mikroben vor, und ganz allmählich beherrschen Mikrokokken,
Laktobazillen und Hefen das Feld. Diese Keime führen zu einer Kohlehydratspaltung, aber es vollziehen sich auch erhebliche Umwandlungen im Eiweiß.

Was wir heute auf Grund der technologischen und bakteriologischen Versuche über die Reifung der Wurst wissen, ist noch herzlich wenig. An diesem Lebensmittel zeigt sich besonders deutlich, daß zum vollen Verständnis und auch zum Lenken eines erwünschten Reifungsvorganges die Zusammenarbeit aller Lebensmittelfachrichtungen erforderlich ist. Nicht die tierärztliche Bakteriologie oder die Chemie allein werden mit dem Gesamtproblem fertig. Das Fleisch gewinnen wir vom lebenden Tier. Seine ursprüngliche Beschaffenheit und die sich darauf auswirkenden Einflüsse hängen von vielen Dingen ab. Daher muß eine Gemeinschaftsarbeit aller Fachgebiete stattfinden. Beginnend vom Tierzüchter, herübergehend über Schlachthof, Technologie, Physik, Eiweißchemie, Bakteriologie.

Die Wurst sollte nur ein Beispiel sein, wie eine Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Disziplinen in der Forschung notwendig ist und wie diese sich am besten ergänzen können.