

Hemmung von Enterobacteriaceae, einschließlich Salmonellen, in Fleisch-  
erzeugnissen durch Nitrit

L. Leistner, H. Hechelmann und K. Uchida

Institut für Bakteriologie und Histologie der  
Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Bundesrepublik Deutschland

Zusammenfassung: Durch den üblichen und zulässigen Nitritzusatz zu Fleisch-  
erzeugnissen wie vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt und feinzerkleiner-  
ter Rohwurst können Enterobacteriaceae gehemmt werden. Diese Hemmung ist  
bei der Gattung Salmonella stärker ausgeprägt als bei enteropathogenen  
Escherichia coli-Stämmen. Würde im Hinblick auf das Nitrosaminproblem der  
Nitritzusatz zu diesen Fleischerzeugnissen stark vermindert werden, dann  
könnte sich das Risiko des Auftretens von Lebensmittelvergiftungen, ver-  
ursacht durch pathogene Enterobacteriaceae, erhöhen.

Inhibition of Enterobacteriaceae, including salmonellae, in meats  
caused by nitrite

Summary: Enterobacteriaceae are inhibited by the usual and permitted  
levels of nitrite in meat products like vacuumpacked luncheon meats and  
comminuted fermented sausages. This inhibition is more pronounced with  
organisms of the genus Salmonella than with enteropathogenic Escherichia  
coli. If due to the nitrosamine problem the addition of nitrite to these  
meats would be reduced substantially then the risk of food poisoning  
caused by pathogenic Enterobacteriaceae might increase.

Угнетение Enterobacteriaceae, включая Salmonella, в мясных  
продуктах нитритом

Резюме: Благодаря общепринятому и разрешенному добавлению нитрита к  
мясным продуктам, представляющим мелко нарезанные и вакуумированные  
и куски вареной и сырокопченой колбасы, можно препятствовать развитию  
Enterobacteriaceae. Это торможение сильнее выражено при виде Salmonella,  
чем при энтеропатогенных штаммах Escherichia coli. С точки зрения  
проблемы нитрозаминов добавление нитрита могло бы сильно уменьшить,  
затем риск появления пищевого отравления, вызванного патогенными  
Enterobacteriaceae, может увеличиться.

Das zugesetzte bzw. aus Nitrat gebildete Nitrit hat bei Fleischerzeugnissen eine dreifache Wirkung: Herbeiführung der erwünschten Pökelfarbe, Ausbildung des spezifischen Pökelaromas und Hemmung von unerwünschten Mikroorganismen. Im Hinblick auf das Nitrosaminproblem wird in der Bundesrepublik diskutiert, welche Konsequenzen ein Verbot des Zusatzes von Nitrat und eine Verminderung des Zusatzes von Nitrit zu Fleischerzeugnissen haben würden (1, 2, 3, 4, 5, 6). In der Bundesrepublik ist gegenwärtig ein Zusatz von 500 ppm Natriumnitrat bzw. 600 ppm Kaliumnitrat zulässig und mit dem vorgeschriebenen Nitritpökelsalz (enthält Kochsalz und 0,5 bis 0,6 % Natriumnitrit) werden Brüh-, Koch- und Rohwürsten im allgemeinen 80 bis 160 ppm Nitrit zugesetzt. Für die Ausbildung der Farbe und des Aromas reicht bei diesen Pökelfleischwaren, wenn Natriumascorbat mitverwendet wird, im allgemeinen 50 % des bisher üblichen Nitritzusatzes ohne Nitratzugabe aus (4, 3). Eine 50%ige Reduzierung des Zusatzes von Nitrit erscheint jedoch in mikrobiologischer Hinsicht riskant, da eine ausreichende Konservierung der Fleischerzeugnisse nicht mehr gewährleistet ist (5).

Über die hemmende Wirkung von Nitrit in Fleischkonserven (insbesondere Halb- und Dreiviertelkonserven) auf Clostridien, vor allem Clostridium botulinum, sind bereits sehr zahlreiche Untersuchungen durchgeführt worden (zitiert bei 5). Bei vorverpackten Brühwurstprodukten, während der Rohwurstreifung sowie in Pökellaken spielen für den Verderb und auch für Lebensmittelvergiftungen weniger die Clostridien, sondern andere Bakterienarten eine Rolle. Inwieweit Enterobacteriaceae durch die zu Fleischwaren zugesetzten Nitritmengen gehemmt werden, ist noch wenig untersucht worden. Allerdings ist seit langem bekannt, daß Nitrit, und zwar vor allem bei relativ niedrigen pH-Werten, gegen zahlreiche Bakterienarten bakteriostatisch wirkt. Entsprechende Untersuchungen werden bereits von TANNER (1944) erwähnt (7). CASTELLANI und NIVEN (1955) haben einige Enterobacteriaceae in ihre Untersuchungen einbezogen und dabei beobachtet, daß Salmonella typhi, Proteus vulgaris, Salmonella typhimurium und Escherichia coli bei einem pH-Wert

von etwa 6,6 unter aeroben Bedingungen durch 2000 bis 4000 ppm Nitrit und unter anaeroben Bedingungen bereits durch 400 bis 2000 ppm Nitrit in Bouillonkultur gehemmt werden (8). Diese für die Hemmung ermittelten relativ hohen Nitritkonzentrationen sind wahrscheinlich vor allem darauf zurückzuführen, daß das verwendete Nährmedium nicht die bei Fleischwaren übliche Kochsalzkonzentration enthielt. KENDEREŠKI (1964) konnte in flüssigen Nährsubstraten, die 2,5 % Kochsalz enthielten und einen pH-Wert zwischen 5,8 und 7,0 hatten, bei einem Zusatz von 100 bis 1000 ppm Natriumnitrit bei Proteus vulgaris keine Hemmung, jedoch bei Escherichia coli und Salmonella cholerae suis eine gewisse Hemmung beobachten (9). Auch diese Untersuchungen wurden mit künstlichen Nährsubstraten und nicht mit Fleischwaren durchgeführt. LEISTNER, HECHELMANN und UCHIDA (1973) haben in einer vorangegangenen Mitteilung (5) über die Hemmung von Enterobacteriaceae in Aufgußblaken, vorverpacktem Brühwurstaufschnitt sowie in verschiedenen Rohwurstzeugnissen durch den bei diesen Produkten üblichen und zulässigen Nitritzusatz berichtet. Der vorliegende Beitrag ist eine Weiterführung dieser Untersuchungen, und zwar soll über die Beeinflussung von Salmonella spp., enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen und Mikroorganismen der Gruppe Klebsiella-Enterobacter-Hafnia in vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt sowie in feinzerkleinerter Rohwurst (Teewurst) durch den Nitritzusatz berichtet werden.

### B r ü h w u r s t

Material und Methodik: Für die Versuche mit Brühwurst wurde jeweils ein Brät verwendet, das 50 % Bullenfleisch, 50 % Schweinebauch und 50 % Schüttung, bezogen auf das Bullenfleisch, enthielt. Diesem Brät ist entweder 2 % Kochsalz oder 1 % Kochsalz + 1 % Nitritpökelsalz oder 0,5 % Kochsalz + 1,5 % Nitritpökelsalz oder 2 % Nitritpökelsalz zugesetzt worden, das entspricht einem Zusatz von 0, 50, 75 oder 100 ppm Natriumnitrit und einer gleichmäßigen Kochsalzkonzentration von 2 %. Das Brät der jeweils vier Chargen jedes Versuches ist in Kunstdärme vom Kaliber 60 mm abgefüllt wor-

den. Die Zugabe von Gewürz (0,4 %), die Kutterung sowie das Umröten (3 Stunden bei 50 °C) und Brühen (75 Minuten bei 75 °C) waren praxisüblich. Nach dem Abkühlen wurden die Brühwürste in Scheiben geschnitten und dabei gleichzeitig und gleichmäßig über die Aufschnittmaschine mit den geprüften Enterobacteriaceae beimpft. Für die Beimpfung mit Salmonellen ist ein "Pool" von 10 Stämmen verwendet worden, die 10 verschiedene Serotypen (S. anatum, S. bareilly, S. brésiau, S. derby, S. dublin, S. enteritidis, S. heidelberg, S. infantis, S. thompson und S. typhimurium) repräsentierten. Für die Beimpfung mit enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen wurde ebenfalls ein "Pool" von 10 Stämmen verwendet, der 10 verschiedene Serotypen (018ac:K77, 020:K17, 026:K60, 028ac:K73, 055:K59, 0112ac:K66, 0119:K69, 0126:K71, 0127:K63 und 0149:K91) enthielt. Zur Beimpfung mit Mikroorganismen der Gruppe Klebsiella-Enterobacter-Hafnia ist ebenfalls ein "Pool" von 10 Stämmen eingesetzt worden, dem folgende Mikroorganismen angehörten: Klebsiella (2 Stämme), Enterobacter aerogenes (2), E. cloacae (2), E. liquefaciens (2) und Hafnia (2). Nach der Beimpfung sind die Brühwürstscheiben vakuumverpackt worden, und da das Abpacken weitgehend aseptisch vorgenommen wurde, enthielten die Packungen, die bis zu drei Wochen bei 8 °C gelagert wurden, jeweils nur die zur Beimpfung verwendeten Mikroorganismen und praktisch keine Begleitflora. Während der Lagerzeit wurde im Abstand von wenigen Tagen von jeweils einer Packung jeder Charge die Zahl der Salmonellen oder enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen oder Mikroorganismen der Klebsiella-Enterobacter-Hafnia-Gruppe unter Verwendung von DHL Agar (EIKEN), der oberflächenbeimpft und 24 Stunden bei 37 °C bebrütet wurde, bestimmt. Die dabei ermittelten Keimzahlen sind in den Tabellen 1 bis 4 aufgeführt.

Ergebnisse: Wurde die Brühwurst mit Mikroorganismen der Gattung Salmonella beimpft, dann war das Ergebnis abhängig von der Impfmenge und von dem Nitritzusatz. Bei einer Beimpfung mit  $10^2$  Salmonellen pro Gramm Brühwurst (Tabelle 1) ist bei der Charge ohne Nitritzusatz eine leichte Vermehrung

der Salmonellen aufgetreten, es wurden jedoch bei der gewählten Lagertemperatur (8 °C) in keinem Falle mehr als  $10^4$  Salmonellen pro Gramm ermittelt. Mit Nitritzusatz ist die Salmonellen-Zahl während der Lagerzeit in der Brühwurst zurückgegangen, und zwar waren bei 75 ppm Nitritzusatz zum letztenmal  $10^2$  Salmonellen/Gramm nach 12 Tagen und bei 100 ppm zum letztenmal bereits nach 6 Tagen nachweisbar. Bei einer höheren Salmonellen-Beimpfung mit  $10^4$  pro Gramm (Tabelle 2) ist die Salmonellen-Zahl ohne Nitritzusatz innerhalb 12 Tagen auf  $10^6$ /Gramm angestiegen, während mit 50 ppm oder 75 ppm Nitritzusatz eine leichte Vermehrung erst nach 20 bzw. 14 Tagen nachweisbar war. Mit 100 ppm Nitritzusatz konnte keine Vermehrung der Salmonellen festgestellt werden. Aus diesen Versuchen war zu folgern, daß der Nitritzusatz deutlich die Salmonellen in vakuumverpackter Brühwurst gehemmt hat, und zwar ist bei geringer Beimpfung ( $10^2$ /Gramm) die Salmonellen-Zahl zurückgegangen und bei höherer Beimpfung ( $10^4$ /Gramm) ist im Vergleich zu der Charge ohne Nitritzusatz nur eine relativ geringe Vermehrung aufgetreten. Die Hemmung der Salmonellen war bei 100 ppm Nitritzusatz etwas deutlicher als bei 75 und 50 ppm.

Wurde die Brühwurst mit enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen beimpft, dann ist bei einer Impfmenge von  $10^3$ /Gramm ebenfalls eine gewisse Hemmung durch den Nitritzusatz beobachtet worden (Tabelle 3), die jedoch weniger deutlich ausgeprägt war als bei den Salmonellen. Ein Nitritzusatz von 100 ppm war etwas stärker wirksam als 75 und 50 ppm.

Nach einer Beimpfung der Brühwurst mit Mikroorganismen der Gruppe Klebsiella-Enterobacter-Hafnia war selbst bei geringer Impfmenge ( $10^2$ /Gramm) keine Hemmung durch den Nitritzusatz zu beobachten (Tabelle 4), denn diese Mikroorganismen vermehrten sich, da sie psychrotolerant sind, unabhängig von der Nitritzugabe innerhalb einer kurzen Lagerzeit stark in dem vakuumverpackten Brühwurstaufschnitt.

Wurde in weiteren Versuchen der vakuumverpackte Brühwurstaufschnitt mit Stämmen der Gattung Salmonella und enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen sowie gleichzeitig mit einem "Pool" von fünf Stämmen der Gattung Lactobacillus, die von vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt isoliert worden waren, beimpft, dann ist aufgrund des durch die Laktobazillen verursachten pH-Abfalles während der Lagerung der Packung unabhängig vom Nitritzusatz eine Verminderung der Enterobacteriaceae-Zahl aufgetreten, die bei den Salmonellen deutlicher als bei den enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen war. Da unter Praxisverhältnissen vakuumverpackter Brühwurstaufschnitt meist Laktobazillen enthält und daher während der Lagerung häufig pH-Werte von etwa 5,5 bis 4,8 erreicht, werden pathogene Enterobacteriaceae möglicherweise durch den pH-Wert-Abfall und weniger durch den Nitritzusatz gehemmt. Allerdings kann man sich nicht darauf verlassen, daß vakuumverpackte Brühwurst in jedem Falle Laktobazillen enthält, die eine Hemmung der Enterobacteriaceae garantieren. Von REUTER (1969) ist darauf hingewiesen worden, daß besonders bei höheren Lagertemperaturen (10 und 20 °C) in vakuumverpacktem Brüh- und Kochwurstaufschnitt auch in Gegenwart von Lactobacillaceae eine starke Vermehrung von Enterobacteriaceae auftreten kann (10).

#### R o h w u r s t

In vorangegangenen Untersuchungen (5, 4) ist beobachtet worden, daß der Nitritzusatz deutlich die mikrobiologischen Vorgänge bei der Rohwurstreifung beeinflusst, und zwar besonders bei feinzerkleinerten Rohwurstsorten (Teewurst, Cervelatwurst). Es zeigte sich, daß der Nitritzusatz vor allem die Enterobacteriaceae-Zahl beeinflusst, denn bei den nur mit Kochsalz gefertigten Produkten hat die Enterobacteriaceae-Zahl nicht, wie bei der Rohwurstreifung allgemein üblich, in den ersten Reifetagen stark abgenommen, sondern blieb bis zum Ende der Reifung weitgehend konstant. Die Abnahme der Enterobacteriaceae-Zahl war bei den mit Nitritpökelsalz

gefertigten Rohwürsten deutlich, wobei mit 130 ppm Nitritzusatz hergestellte Rohwürste, im Vergleich zu einem Nitritzusatz von 65 ppm, mitunter eine schnellere Abnahme der Enterobacteriaceae-Zahl zeigten (5). In weiterführenden Untersuchungen mit Teewurst ist nun geprüft worden, inwieweit Salmonellen durch den Nitritzusatz zur Rohwurst gehemmt werden.

Material und Methodik: Für die Rohwurstversuche wurde ein Brät verwendet, das 30 % Kuhfleisch, 40 % mageres Schweinefleisch und 30 % Speck sowie 0,36 % Gewürz enthielt. Der Kohlenhydratzusatz (Kristallpur) hat 0,4 % betragen. Diesem Grundbrät wurde entweder 2,6 % Kochsalz oder 1,3 % Kochsalz + 1,3 % Nitritpökelsalz oder 0,65 % Kochsalz + 1,95 % Nitritpökelsalz oder 2,6 % Nitritpökelsalz zugesetzt, das entspricht einem Zusatz von 0,65, 98 oder 130 ppm Natriumnitrit und einer gleichmäßigen Kochsalzkonzentration von 2,6 %. Das feinzerkleinerte Brät der jeweils vier Chargen jedes Versuches ist in Kunstdarm vom Kaliber 45 mm abgefüllt worden. Die Reifung erfolgte drei Tage bei 25 °C und 96 % relativer Luftfeuchtigkeit, zwei Tage bei 20 °C und 90 % rel. Luftfeuchtigkeit sowie anschließend etwa 10 Tage bei 15 °C und 75 % rel. Luftfeuchtigkeit. Vor dem Abfüllen in die Därme ist das Brät mit einem "Pool" von 10 Stämmen der Gattung Salmonella beimpft worden; es handelte sich dabei um die gleichen Stämme wie bei den Brühwurst-Versuchen. Nach der Beimpfung sowie in gewissen Abständen während der Reifung ist von jeweils einer Wurst jeder Charge die Salmonellen-Zahl unter Verwendung von DHL Agar (EIKEN), der oberflächenbeimpft und 24 Stunden bei 37 °C bebrütet wurde, ermittelt worden. Die dabei gefundenen Salmonellen-Zahlen sind in den Tabellen 5 und 6 aufgeführt.

Ergebnisse: Nach einer Beimpfung der Teewurst mit  $10^2$  Salmonellen/Gramm zeigte sich ohne Nitrit eine gewisse Vermehrung der Salmonellen, während mit Nitritzugabe eine Abnahme zu beobachten war, die am deutlichsten bei 130 ppm Nitritzusatz auftrat. Allerdings waren mit der Anreicherung (Te-

trathionate Broth Base (DIFCO) und Selenite Cystine Broth (DIFCO)) auch in den Würsten, in denen Salmonellen nicht mehr auszählbar waren, diese Mikroorganismen noch nachweisbar. Wurde das Teewurstbrät mit  $10^5$  Salmonellen/Gramm beimpft, dann ist es ohne Nitritzusatz zu einer starken Vermehrung der Salmonellen gekommen, denn bereits nach vier Reifetagen waren diese Mikroorganismen in einer Keimzahl von  $10^7$  nachweisbar. Mit 65 ppm Nitritzusatz trat vorübergehend eine Vermehrung der Salmonellen auf, am Ende der Reifung waren die Salmonellen in der gleichen Zahl wie nach der Beimpfung nachweisbar, bei 98 und 130 ppm ist die Impfmenge weitgehend konstant geblieben, eine Vermehrung wurde nicht beobachtet. Aus diesen Versuchen war zu folgern, daß trotz der pH-Erniedrigung während der Rohwurstreifung (von 5,7 auf etwa 5,1) die Salmonellen sich in den Teewürsten ohne Nitritzusatz nicht verminderten bzw. bei hoher Impfmenge sogar stark vermehrten. Der Nitritzusatz hat die Salmonellen in der Teewurst deutlich gehemmt, wobei nach niedriger Beimpfung eine Abnahme der Salmonellen-Zahl auftrat und bei hoher Beimpfung keine Vermehrung beobachtet wurde. Demnach kann der Nitritzusatz für die Verhinderung einer Vermehrung von Salmonellen in feinzerkleinerten Rohwürsten von Bedeutung sein.

Tabelle 1: Salmonellen-Zahl in vakuumverpackter Brühwurst, der 2 % Kochsalz und unterschiedliche Nitritmengen zugesetzt wurden. Lagertemperatur 8 °C. Beimpfung mit 100 Salmonellen pro Gramm Brühwurst

| Lagerzeit<br>in Tagen | Nitritzusatz in ppm |                 |                 |                 |
|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                       | 0                   | 50              | 75              | 100             |
| 0                     | 10 <sup>2</sup>     | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup> |
| 3                     | 10 <sup>2</sup>     | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup> |
| 6                     | 10 <sup>2</sup>     | 10 <sup>2</sup> | 0               | 10 <sup>2</sup> |
| 8                     | 10 <sup>2</sup>     | 0               | 0               | 0               |
| 10                    | 10 <sup>2</sup>     | 0               | 0               | 0               |
| 12                    | 10 <sup>2</sup>     | 0               | 10 <sup>2</sup> | 0               |
| 14                    | 10 <sup>4</sup>     | 0               | 0               | 0               |
| 16                    | 10 <sup>3</sup>     | 10 <sup>2</sup> | 0               | 0               |
| 18                    | 10 <sup>3</sup>     | 0               | 0               | 0               |
| 20                    | 10 <sup>3</sup>     | 10 <sup>2</sup> | 0               | 0               |
| 22                    | 10 <sup>3</sup>     | 10 <sup>2</sup> | 0               | 0               |

0 = weniger als 10<sup>2</sup>/g (Nachweisgrenze)

Tabelle 2: Salmonellen-Zahl in vakuumverpackter Brühwurst, der 2 % Kochsalz und unterschiedliche Nitritmengen zugesetzt wurden. Lagertemperatur 8 °C. Beimpfung mit 10 000 Salmonellen pro Gramm Brühwurst

| Lagerzeit<br>in Tagen | Nitritzusatz in ppm |                 |                 |                 |
|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                       | 0                   | 50              | 75              | 100             |
| 0                     | 10 <sup>4</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 3                     | 10 <sup>5</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 6                     | 10 <sup>5</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 8                     | 10 <sup>5</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 10                    | 10 <sup>5</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 12                    | 10 <sup>6</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 14                    | 10 <sup>6</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 16                    | 10 <sup>7</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 18                    | 10 <sup>7</sup>     | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 20                    | 10 <sup>7</sup>     | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| 22                    | 10 <sup>7</sup>     | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>4</sup> |

Tabelle 3: Escherichia coli-Zahl in vakuumverpackter Brühwurst, der 2 % Kochsalz und unterschiedliche Nitritmengen zugesetzt wurden. Lagertemperatur 8 °C. Beimpfung mit 1000 E. coli pro Gramm Brühwurst

| Lagerzeit<br>in Tagen | Nitritzusatz in ppm |        |        |        |
|-----------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|                       | 0                   | 50     | 75     | 100    |
| 0                     | $10^3$              | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 4                     | $10^4$              | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 10                    | $10^3$              | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 15                    | $10^4$              | $10^4$ | $10^4$ | $10^3$ |
| 20                    | $10^4$              | $10^4$ | $10^3$ | $10^2$ |

Tabelle 4: Klebsiella/Enterobacter-Zahl in vakuumverpackter Brühwurst, der 2 % Kochsalz und unterschiedliche Nitritmengen zugesetzt wurden. Lagertemperatur 8 °C. Beimpfung mit 100 Klebsiella/Enterobacter pro Gramm Brühwurst

| Lagerzeit<br>in Tagen | Nitritzusatz in ppm |        |        |        |
|-----------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|                       | 0                   | 50     | 75     | 100    |
| 0                     | $10^2$              | $10^2$ | $10^2$ | $10^2$ |
| 4                     | $10^3$              | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 10                    | $10^7$              | $10^7$ | $10^7$ | $10^8$ |
| 15                    | $10^8$              | $10^8$ | $10^8$ | $10^8$ |
| 20                    | $10^8$              | $10^8$ | $10^8$ | $10^8$ |

Tabelle 5: Salmonellen-Zahl in feinzerkleinerter Rohwurst (Teewurst), der 2,6 % Kochsalz und unterschiedliche Nitritmengen zugesetzt wurden. Beimpfung mit 100 Salmonellen pro Gramm Rohwurst

| Reifezeit<br>in Tagen | Nitritzusatz in ppm |        |        |        |
|-----------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|                       | 0                   | 65     | 98     | 130    |
| 0                     | $10^2$              | $10^2$ | $10^2$ | $10^2$ |
| 1                     | $10^3$              | $10^2$ | $10^2$ | $10^2$ |
| 2                     | $10^5$              | $10^2$ | $10^2$ | $10^2$ |
| 3                     | $10^5$              | $10^3$ | $10^2$ | $10^2$ |
| 4                     | $10^5$              | $10^2$ | $10^2$ | 0      |
| 10                    | $10^4$              | $10^2$ | 0      | 0      |
| 15                    | $10^4$              | $10^2$ | $10^2$ | 0      |

0 = weniger als  $10^2$ /g (Nachweisgrenze)

Tabelle 6: Salmonellen-Zahl in feinzerkleinerter Rohwurst (Teewurst), der 2,6 % Kochsalz und unterschiedliche Nitritmengen zugesetzt wurden. Beimpfung mit 100 000 Salmonellen pro Gramm Rohwurst

| Reifezeit<br>in Tagen | Nitritzusatz in ppm |        |        |        |
|-----------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|                       | 0                   | 65     | 98     | 130    |
| 0                     | $10^5$              | $10^5$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 2                     | $10^6$              | $10^6$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 4                     | $10^7$              | $10^6$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 6                     | $10^7$              | $10^6$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 8                     | $10^7$              | $10^6$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 10                    | $10^7$              | $10^5$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 12                    | $10^7$              | $10^5$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 14                    | $10^7$              | $10^6$ | $10^5$ | $10^5$ |
| 16                    | $10^7$              | $10^5$ | $10^5$ | $10^5$ |

## Literatur

1. Leistner, L., H. Linke, A. Mirna und F. Wirth: Pökeln von Fleisch in der Gesundheitsdiskussion. Fleischwirtschaft 53, 349 - 351 (1973).
2. Eisenbrand, G.: Welche Konsequenzen hätte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus medizinischer Sicht. Fleischwirtschaft 53, 352 - 354 (1973).
3. Mirna, A.: Welche Konsequenzen hätte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus chemischer Sicht. Fleischwirtschaft 53, 357 - 360 (1973).
4. Wirth, F.: Welche Konsequenzen hätte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus technologischer Sicht. Fleischwirtschaft 53, 363 - 368 (1973).
5. Leistner, L., H. Hechelmann und K. Uchida: Welche Konsequenzen hätte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus mikrobiologischer Sicht. Fleischwirtschaft 53, 371 - 375, 378 (1973).
6. Linke, H.: Welche Konsequenzen hätte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus lebensmittelrechtlicher Sicht. Fleischwirtschaft 53, 381 - 384 (1973).
7. Tanner, F. W.: The Microbiology of Foods. 6. Aufl. Garrard Press, Illinois (1944).
8. Castellani, A. G., and C. F. Niven, Jr.: Factors affecting the bacteriostatic action of sodium nitrite. Appl. Microbiol. 3, 154 - 159 (1955).
9. Kendereški, S.: Beitrag zur Untersuchung der Wirkung von  $\text{NaNO}_3$  und  $\text{NaNO}_2$  auf einige Bakterien, die zum Verderben des Fleisches und zur Nahrungsmittelvergiftung beitragen. SVZ 64, 223 - 230 (1964).
10. Reuter, G.: Untersuchungen zur Mikroflora von vorverpackten, aufgeschnittenen Brüh- und Kochwürsten. Proceedings 15th European Meeting of Meat Research Workers held at Helsinki, Finland, August 17-24, 1969. p. 124 - 134.