

WACHSTUMSBEEINFLUSSUNG VON DREI BACILLUS-ARTEN DURCH pH-WERT, NATRIUMCHLORID, NATRIUMACETAT, NATRIUMDIACETAT UND DEREN KOMBINATIONEN

B 9

Tä. H. Angersbach

Einleitung

Die Kontamination von Lebensmitteln, insbesondere Fleisch und Fleischerzeugnissen, mit aeroben Sporenbildnern ist unerwünscht. Ihre enzymatischen Fähigkeiten begünstigen den Verderb von Lebensmitteln oder führen ihn herbei. Die Keime sind Ursache verschiedener Krankheitsbilder beim Menschen, von denen hier besonders Magen-Farmentzündungen (sogenannte unspezifische Lebensmittelvergiftungen), verursacht hauptsächlich durch *Bac. cereus*, interessieren.

Wegen der Bedeutung der Gattung *Bacillus* für Lebensmittel und für die menschliche Gesundheit ist es ein Ziel der Lebensmittelhygiene, Lebensmittel durch wirksame Naßnah- und Trocknungsmaßnahmen zu schützen. Darüber hinaus muß mit Hilfe gezielter technologischer Maßnahmen versucht werden, das Wachstum der Keime, die trotzdem in das Lebensmittel gelangt sind, nach Möglichkeit zu behindern oder auszuschließen. Trotz ständiger Einflüsse, denen Keime bei der Fleischwarenherstellung ausgesetzt sind (Erhitzen, Trocknen, Räuchern, Salzen, Kühlen) gelingt es wegen der Widerstandsfähigkeit der Keime und besonders ihrer Dauerformen (Sporen) nicht, regelmäßig bazillenfreie Lebensmittel herzustellen.

Es ist bekannt, daß durch Maßnahmen, wie pH-Wert-Erniedrigung und Zusatz von Salzen ein Einfluß auf aerobe Sporenbildner ausgeübt werden kann, der sich in einer Keimhemmung oder Keimabtötung zeigt. In eigenen Untersuchungen sollte deshalb systematisch der Einfluß verschiedener pH-Werte und verschiedener Konzentrationen von Kochsalz, Natriumacetat und Natriumdiacetat in der Einzelwirkung und in Kombination auf die Auskeimungs- und Vermehrungsfähigkeit von Sporen dreier Bazillusarten untersucht werden.

Untersuchungen

Materiel und Methodik: Für die Untersuchungen wurden folgende, von Fleischerzeugnissen isolierte, nach Angaben von SMITH et al. 1950 anhand von Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (BREED et al. 1957) differenzierte *Bacillus*-Arten ausgewählt: *Bac. cereus*, *Bac. subtilis* und *Bac. circulans*. Dem als Grundmedium verwendeten Caseinpepton-Hefeextrakt-agarmedium (Oxoid), dessen pH-Wert sich auf etwa 7,0 einstellte, wurden die zu untersuchenden Salze ohne pH-Wert-Korrektur in verschiedenen Konzentrationen zugesetzt oder es wurden die zu untersuchenden pH-Werte mit Milchsäure eingestellt. Die Beimpfung dieser Medien erfolgte bei + 30°C zur Vermeidung von Riesenkoloniebildung und Überwucherung der Medien durch die beweglichen Teststämme vorgetrockneten Medien erfolgte mit Sporensuspensionen der Teststämme, indem je Petrischale etwa 200 Sporen auf der Nährmediumoberfläche gleichmäßig verteilt wurden. Nach dreitägiger Bebrütung bei + 30°C wurden die gewachsenen Kolonien ausgezählt und die Ergebnisse mit den auf den Kontrollen (unverändertes Grundmedium, auf die oben beschriebene Weise beimpft) ermittelten Koloniezahlen verglichen. Die Versuche und Kontrollen wurden jeweils 10-fach angelegt, um eine statistische Absicherung der festgestellten Unterschiede zwischen den Koloniezahlen der Versuchsplatten und denjenigen der Kontrollen sowie zwischen der prozentualen Koloniezahlreduktion durch die Einzelfaktoren und derjenigen

Zweifach- und Dreifachkombinationen der Faktoren durchführen zu können. Als signifikant beurteilt, bei denen der t-Test eine Irrtumswahrscheinlichkeit gleich 5% oder kleiner ergab. Vor und nach der Bebrütung wurden pH-Wert-Messungen an unbeimpften Medien durchgeführt. In Einzelnen wurden untersucht: 1.) Einzelwirkung von verschiedenen Kochsalz-, Natriumacetat- und Natriumdiacetatkonzentrationen, 2.) Zweifachkombinationen von verschiedenen Kochsalzkonzentrationen mit verschiedenen pH-Werten, Natriumacetat- und Natriumdiacetatkonzentrationen, 3.) Dreifachkombinationen von verschiedenen Kochsalz-, Natriumacetat- und Natriumdiacetatkonzentrationen, mit pH-Werten von 5,5 und 6,0.

Ergebnisse und Diskussion

Bei den durchgeführten Untersuchungen zeigte es sich, daß steigende Salzkonzentrationen und sinkende pH-Werte eine zunehmende Wachstumshemmung bis zur vollständigen Wachstumshemmung der drei Teststämme bewirkten. Die Ergebnisse der Versuche sind aus den Tabellen 1 bis 3 zu ersehen, in denen die pH-Werte und Salzkonzentrationen in Einzel- und Kombinationswirkung aufgeführt sind, die eine signifikante Wachstumshemmung der Teststämme bewirkten (Tabelle 1), die zu einer mehr als 90%igen Koloniezahlfreisetzung im Vergleich zu den Kontrollen führten (Tabelle 2) und die das Wachstum der Teststämme vollständig hemmten (Tabelle 3).

Tabelle 1:

Zusammenstellung der Salzkonzentrationen bzw. pH-Werte in Einzelwirkung und Kombination, die eine signifikante Wachstumshemmung der drei Teststämme bewirkten.

Nährmediumver- änderung durch:	Bac. cereus	Bac. subtilis	Bac. Circularis
pH-Wert	6,2	6,2	6,2
NaCl	2,0%	7,0%	3,0%
Na-Acetat	0,3%	2,0%	0,03%
Na-Diacetat	0,03%	0,05%	1%/6,0
NaCl/pH	1%/6,0	1%/5,5	1%/2%
NaCl/Na-Acetat	1%/0,3%	1%/2%	1%/0,06%
NaCl/Na-Diacetat	1%/0,06%	1%/0,06%	1%/1%/5,5
NaCl/Na-Acetat/pH	1%/0,5%/6,0	1%/2%/6,0	1%/2%/6,0
NaCl/Na-Diacetat/pH	1%/0,06%/6,0	1%/0,5%/5,5	1%/0,06%/6,0

Tabelle 2:

Zusammenstellung der Salzkonzentrationen bzw. pH-Werte in Einzelwirkung und Kombination, die eine mehr als 90%ige Koloniezahreduktion bei den drei Teststämmen bewir-
ken.

NaHmediumver-
änderung durch:

	Bac. cereus	Bac. subtilis	Bac. Circulans
pH-Wert			
NaCl	5,2	4,6	5,5
Na-Acetat	5,0%	10,0%	5,0%
Na-Diacetat	2,0%	7,0%	7,0%
NaCl/pH	0,1%	0,12%	0,07%
NaCl/Na-Acetat	1%/5,0 5%/6,0	3%/4,5 5%/5,0	1%/5,0 3%/6,0
NaCl/Na-Diacetat	1%/2% 2%/0,5% 3%/0,3%	1%/8% 3%/6% 5%/4%	1%/6% 2%/4% 3%/2%
NaCl/Na-Acetat/pH	1%/0,08% 3%/0,06%	5%/0,08%	1%/0,08%
NaCl/Na-Diacetat/pH	1%/2%/6,0 2%/1%/6,0 3%/0,5%/6,0	5%/2%/5,5 5%/3%/6,0	2%/4%/6,0 3%/1%/6,0
NaCl/Na-Diacetat/pH	1%/0,06%/6,0	1%/0,08%/5,5 3%/0,06%/6,0	1%/0,06%/6,0

Tabelle 3:

Zusammenstellung der Salzkonzentrationen bzw. pH-Werte in Einzelwirkung Kombination, die vollständige Wachstumshemmung der drei Teststämme bewirkten.

Nährmediumver- änderung durch:	Bac. cereus	Bac. subtilis	Bac. circulans
pH-Wert	5,0	4,2	4,6
NaCl	7,0%	10,0%	7,0%
Na-Acetat	2,0%	7,0%	0,1%
Na-Diacetat	0,12%	0,12%	1%/5,0 5%/6,0
NaCl/pH	1%/5,0 5%/6,0	1%/4,5 5%/5,0	1%/6% 5%/2%
NaCl/Na-Acetat	1%/2%	1%/8% 3%/6% 5%/4%	1%/0,1% 2%/0,06%
NaCl/Na-Diacetat	1%/0,1% 2%/0,08% 5%/0,06%	5%/0,1%	2%/4% 3%/3% 5%/1% 1%/0,06%
NaCl/Na-Acetat/pH	1%/2%/5,5 3%/1%/6,0	5%/2%/5,5	
NaCl/Na-Diacetat/pH	1%/0,06%/5,5 1%/0,08%/6,0	2%/0,08%/5,5 3%/0,06%/5,5 3%/0,08%/6,0 5%/0,06%/6,0	

Es ist ersichtlich, daß zwischen den Salzkonzentrationen und pH-Werten, die eine signifikante Wachstumshemmung bewirkten, und denjenigen, mit denen das Wachstum vollständig unterdrückt werden konnte, erhebliche Unterschiede bestanden. Weiter ist zu sehen, daß die drei Teststämme unterschiedlich empfindlich waren. In allen Versuchen erwies sich der subtilis-Stamm als der resistenteste der Teststämme.

Die zur vollständigen Wachstumshemmung der Teststämme benötigten pH-Werte (Bac. cereus/ pH 5,0, Bac. subtilis pH 4,2, Bac. circulans pH 4,6) stimmen gut mit den Angaben für Bac. cereus von LEVINE und FELLERS, 1940 (pH 4,9) sowie SCHEIBNER, 1967 (pH 4,5) und für Bac. subtilis von WILLIAMS, 1929 (weniger als pH 4,6), INGRAM et al., 1956 (weniger als pH 4,5) sowie SCHEIBNER, 1967 (pH 4,5) überein. Für Bac. circulans wurden in der zugänglichen Literatur keine Angaben gefunden.

Ein Vergleich der Kochsalzkonzentrationen, die in eigenen Versuchen das Wachstum der Teststämme vollständig unterdrücken konnten (Bac. cereus 7%, Bac. subtilis 10%, Bac. circulans 7%) mit Literaturangaben zeigt, daß für Bac. cereus höhere Angaben gemacht wurden als sie nach den eigenen Untersuchungen ergaben und zwar zwischen "mehr als 7%" und 10% (HOROWITZ-WLASSOWA 1932, NIKODEMUSZ 1962, KUNDRAT 1963, RIEMANN 1963, RIEMANN 1964, SCHNEIBNER 1967). Die Angaben für Bac. subtilis sind höher (KELCH 1961, RIEMANN 1963: mehr als 10%, GOULD 1964: 10 bis 15%, BENGIS und SCHEIBNER 1969: 12%), als bei den eigenen Untersuchungen. Zur vollständigen Wachstumsunterdrückung von Bac. circulans werden nach "Bergey's Manual" (BREED et al. 1957) wie nach den Ergebnissen der eigenen

Versuche 7% Kochsalz benötigt, nach KUNDRAT 1963 reichte dagegen diese Konzentration nicht aus, um das Wachstum dieser Species vollständig zu hemmen.

Der Zusatz von Natriumacetat bewirkte eine leichte Erhöhung des pH-Wertes des Grundmediums, die bei Zusatz von 8% Natriumacetat zum Nährmedium 0,4 pH-Einheiten betrug. Vollständige Wachstumshemmung der Teststämme konnte mit 2% (*Bac. cereus*) und 7% (*Bac. subtilis* und *Bac. circulans*) erzielt werden. Der nach den Rechtsvorschriften der Bundesrepublik Deutschland (Fleisch-Verordnung) erlaubte Zusatz von Natriumacetat bis zu 0,3% als Kutterhilfsmittel bei der Herstellung von Brühwurst aus nicht schlachtwarmen Fleisch bewirkte bei den durchgeführten Untersuchungen lediglich eine signifikante Wachstumshemmung des *Bac. cereus*-Stammes, während die beiden anderen Teststämme unbeeinflusst blieben.

Dagegen beeinflusste Natriumdiacetat in weit geringeren Konzentrationen das Wachstum der Teststämme nachteilig, dieses Salz unterdrückte das Wachstum der Teststämme in einer Konzentration von 0,12% (*Bac. cereus*, *Bac. subtilis*) und 0,10% (*Bac. circulans*) vollständig. Durch Zusatz dieses Salzes wurde der pH-Wert des Grundmediums deutlich erniedrigt. So bewirkte 0,12% Natriumdiacetat eine Senkung um 1,5 pH-Einheiten. Bei einem Vergleich der prozentualen Koloniezahlsenkung (% Red.) von den nach Zusatz des Salzes im Nährmedium vorliegenden pH-Werten mit derjenigen bei den annähernd gleichen, jedoch mit Milchsäure eingestellten pH-Werten und bei Prüfung der Signifikanz der Unterschiede mit Hilfe des t-Tests (signifikant = +; insignifikant = Ø) (siehe Tabelle 4) zeigte es sich, daß die Hemmwirkung von Na-Diacetat im Vergleich zu den annähernd gleichen mit Milchsäure eingestellten pH-Werten bei allen Teststämmen ab einer Konzentration von 0,05% Na-Diacetat stärker war.

Tabelle 4:

Vergleich der prozentualen Koloniezahlsenkung, verursacht durch pH-Wert-Erniedrigung mit Milchsäure und mit Na-Diacetat.

pH-Wert	% Red. Milchsäure			% Na-Diacet.	Bac. cereus	Bac. subt.	Bac. circ.	Bac. cereus	Bac. subt.	Bac. circ.
	Bac. cereus	Bac. subt.	Bac. circ.							
6,6	0	2,9	5,8	0,01	0	0	8,6	Ø	Ø	Ø
6,2	20,6	17,2	32,2	0,03	35,8	10,7	41,1	Ø	Ø	Ø
6,0	37,1	26,0	53,3	0,05	64,8	38,1	71,9	+	Ø	Ø
5,8	55,7	31,1	70,2	0,06	70,7	33,7	85,7	Ø	Ø	+
5,5	72,7	36,1	95,4	0,08	80,7	50,0	96,5	+	Ø	+
				0,10	97,1	85,8	100,0	+	+	+
				0,12	100,0	100,0	100,0	+	+	+

Die verstärkte Hemmwirkung war signifikant bei *Bac. cereus* bei 0,05% und ab 0,08% Na-Diacetat (=pH 6,0 und 5,5), bei *Bac. subtilis* ab 0,1% Na-Diacetat (=pH 5,5) und bei *Bac. circulans* ab 0,06% Na-Diacetat (=pH 5,8). Daraus kann geschlossen werden, daß Natriumdiacetat bei demselben pH-Wert stärker wirksam ist als Milchsäure. Ferner kann in Übereinstimmung mit GLABE, 1950 und INGRAM et al., 1956 vermutet werden, daß Natriumdiacetat neben einer den pH-Wert senkenden Wirkung spezifische wachstumshemmende Eigenschaften besitzt.

Bei der Kombination verschiedener Kochsalzkonzentrationen und pH-Werte zeigte sich in der Mehrzahl der Versuche keine signifikant stärkere Hemmwirkung der Kombinationen gegenüber der am stärksten wirksamen Einzelkomponente. Dagegen sollen nach LERCHE, 1956

und INGRAM und KITCHELL, 1967 niedrige pH-Werte die bakterizide Wirkung von Kochsalz erhöhen. Hierbei wurde jedoch nicht zahlenmäßig die Frage untersucht, inwieweit die niedrigen pH-Werte allein schon bakterizid oder (wie in den eigenen Versuchen untersucht) bakteriostatisch wirkten. Aus den eigenen Versuchen kann auch nicht auf eine "synergistische Wirkung von Salz und pH" (INGRAM und KITCHELL, 1967) geschlossen werden, da die Kombinationswirkung in der Mehrzahl der eigenen Versuche nicht signifikant größer war als die jeweils am stärksten wirksame Einzelkomponente. Die Kombinationen von 1%, 2% und 3% Kochsalz mit pH 5,0 zeigten bei dem *Bac. subtilis*-Stamm sogar eine signifikant geringere Hemmwirkung als die pH-Werte allein. Dieses Ergebnis stimmt mit der Ansicht von WINSLOW und HAYWOOD, 1931, FABIAN und BRYAN, 1933 und KOLLER, 1941 überein, wonach Kochsalz in geringen Konzentrationen die Lebensfähigkeit von Mikroorganismen stimulieren soll.

Kombinationen verschiedener Kochsalz- und Natriumacetatkonzentrationen (vor allem bei höheren Salzkonzentrationen) hatten eine signifikant stärkere Hemmwirkung auf die Teststämme als die am stärksten wirksamen Einzelkomponenten. Jedoch wurden zur Erreichung einer vollständigen Wachstumshemmung auch bei der Kombination mit Kochsalz höhere Natriumacetatkonzentrationen benötigt, als sie nach den in der Bundesrepublik Deutschland geltenden Rechtsvorschriften erlaubt sind.

Bei den Kombinationen verschiedener Kochsalz- und Natriumdiacetatkonzentrationen zeigte sich ebenfalls in höheren Konzentrationen (ab 1% NaCl/0,08% Na-Diacetat, 3% NaCl/0,06% Na-Diacetat bei *Bac. cereus* ab 1% NaCl/0,08% Na-Diacetat, 3% NaCl/0,06% Na-Diacetat bei *Bac. subtilis* und ab 2% NaCl/0,06% Na-Diacetat bei *Bac. circulans*) eine signifikant stärkere Hemmwirkung der Kombinationen gegenüber der Diacetat-Einzelwirkung. Außerdem bewirkten bei den Kombinationen geringere Salzkonzentrationen vollständige Wachstumshemmung der drei Teststämme als bei der Salzeinzelwirkung. Durch Zusatz von Kochsalz und Natriumdiacetat wurde der pH-Wert des Grundmediums um etwa 1,2 bis 1,7 pH-Einheiten auf pH-Werte zwischen 5,5 und 5,0 gesenkt. Bei einem Vergleich der prozentualen Koloniezahlreduktion durch NaCl/Na-Diacetat-Kombinationen und derjenigen bei etwa gleichem, jedoch mit Hilfe von Milchsäure eingestellten pH-Wert ergab sich bei dem *Bac. cereus*- und *Bac. circulans*-Stamm bei der Kombination 3% NaCl/0,06% Na-Diacetat eine signifikant stärkere Hemmwirkung der Kombinationen, dagegen bei dem *Bac. subtilis*-Stamm bei den Kombinationen von 1%, 2% und 3% NaCl mit 0,08% Na-Diacetat signifikant geringere Hemmwirkungen als bei dem gleichen, mit Milchsäure eingestellten pH-Wert von 5,2. Möglicherweise kommt hier bei dem Kochsalz im geringen Konzentrationen eine wachstumsstimulierende Wirkung zu. Bei diesem Stamm war nur die Kombination 5% NaCl/0,1% Na-Diacetat signifikant stärker wirksam als der entsprechende, mit Milchsäure eingestellte pH-Wert,

Bei den Dreifachkombinationen, bei denen der pH-Wert des Mediums vor dem Salzzusatz auf 5,5 und 6,0 eingestellt wurde, hatten die Untersuchungen folgendes Ergebnis: Durch Zusatz von verschiedenen Kochsalz und Natriumacetatkonzentrationen zu dem Medium wurde der pH-Wert zur alkalischen Seite hin verschoben (Erhöhung des eingestellten pH-Wertes zwischen 0,5 und 1,2 pH-Einheiten), so daß die pH-Wert-Erniedrigung nicht voll wirksam werden konnte. Während die Dreifachkombinationen bei dem *Bac. subtilis*-Stamm überwiegend signifikant stärkere Wachstumshemmungen als die Einzelfaktoren und Zweifachkombinationen bewirkten, waren die Dreifachkombinationen bei dem *Bac. cereus*- und *Bac. circulans*-Stamm zwar teilweise den Salzeinzelwirkungen signifikant überlegen, nicht jedoch der Mehrzahl der Zweifachkombinationen. Auch bei diesen Kombinationen wurden zur Erreichung einer vollständigen Wachstumshemmung bei den Teststämmen höhere Acetatkonzentrationen benötigt, als sie nach dem in der Bundesrepublik Deutschland geltenden Rechtsvorschriften erlaubt sind.

Bei den Kombinationen verschiedener Kochsalz- und Natriumdiacetatkonzentrationen

mit pH-Werten von 5,5 und 6,0 waren in der Mehrzahl der Versuche die Dreifachkombinationen signifikant stärker wirksam als die am stärksten wirksame Einzelkomponente (Natriumdiacetat) und die Salzkombinationen (Zweifachkombinationen). Der eingestellte pH-Wert wurde durch Zusatz der Salzkombinationen um 0,5 bis 1,1 pH-Einheiten gesenkt. Bei einem Vergleich der reinen pH-Wirkung und der Wirkung der Dreifachkombinationen bei dem gleichen pH-Wert des Mediums ergab sich bei dem *Bac. cereus*- und dem *Bac. circulans*-Stamm kein wesentlicher Unterschied in der Hemmwirkung. Dagegen waren bei dem *Bac. subtilis*-Stamm signifikante Unterschiede festzustellen, wobei erst ab der Kombination mit 3 und 5% Kochsalz signifikant stärkere Wachstumshemmungen gegenüber der reinen pH-Wirkung sichtbar wurden. Kombinationen mit 1% und 2% Kochsalz waren dagegen überwiegend signifikant geringer wirksam als die mit Hilfe von Milchsäure eingestellten vergleichbaren pH-Werte. Möglicherweise kommt hierbei auch wieder dem Kochsalz in geringen Konzentrationen eine wachstumsstimulierende Wirkung zu.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß nach den Untersuchungsergebnissen bestimmte pH-Wert-Bereiche, bestimmte Salzkonzentrationen und bestimmte Kombinationen aus diesen Komponenten in definierten Nährmedien in der Lage waren, das Wachstum der Teststämme in unterschiedlicher Ausmaß signifikant zu hemmen oder vollständig auszuschließen. Dabei bestanden innerhalb der Gattung *Bacillus* deutliche Artunterschiede. Eine Projektion dieser Ergebnisse auf die praktischen Belange der Fleischwarenherstellung läßt den Schluß zu, daß für Sülze durch tiefen pH-Wert, für Rohwurst durch Zusammenwirken von Kochsalz in höherer Konzentration und tiefen pH-Wert und für Brühwürste durch Verwendung von Natriumdiacetat als Kutterhilfsmittel (besonders bei Kombination mit Kochsalz und tiefen pH-Werten) eine erwünschte Wirkung erwartet werden kann. Es darf aber, insgesamt gesehen, die pH-Wert- und Salzwirkung auf Keime der Gattung *Bacillus* hinsichtlich einer vollständigen Wachstumshemmung nicht überschätzt werden. Es bleibt abzuwarten, ob die gefundenen Ergebnisse unter praktischen Bedingungen der Fleischwarenherstellung im Erzeugnis reproduzierbar sind. Außer der Überprüfung der Wirksamkeit erfolgversprechender Einzelkomponenten und Kombinationen unter praktischen Bedingungen muß noch untersucht werden, inwieweit die Wachstumshemmende Wirkung mit einer Veränderung der Wasseraktivität des Substrates in Verbindung steht und ob möglicherweise eine Fermenthemmung (Lipase, Protease) einer Wachstumshemmung vorangeht. Auch müssen die übrigen, in der Bundesrepublik Deutschland erlaubten Hilfsstoffe noch in die Untersuchungen einbezogen werden.

Literatur

1. Breed, R., Murray, E. und Smoth, N 1957. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 7 Auflage, Baltimore
2. Bengs, H. und Scheibner, G. 1969. Untersuchungen über den Verdarb von Anchosen in eige-
nen Saft. Mh.Vet.Med. 24, 180-185
3. Fabian, F.W. und Brayan, C.S. 1933. The influence of cations on aerobic sporogenesis in
a liquid medium. J. Bacteriol. 26, 543-558
4. Glabe, E.F. 1950. A discussion of the characteristics of sodium diacetate as a mold and ro-
pe inhibitor. Trans. Amer.Ass. Cereal Chem, 8, 53-57
5. Gould, G.W. 1964 Effect of food preservatives on the growth of bacteria from spores. Micro-
bial Inhibitors im Food, IVth Int. Symp. Microbiol. Almqvist and Wiksell, Stockholm
6. Horowitz-Wlassowa, L.M. 1931 über die Rolle der Bakterienflora der Lake beim Pökeln mit
Berücksichtigung der Frage der Halophilie in der Bakterienwelt. Z. Untersuchung Lebensm.
62, 596-602
7. Ingram, M., Ottaway, F.J.H. und Coppock, J.B.M. 1956. The preservative action of
acid substances in food. Chem. and Ind. 1154-1163.
8. Ingram, M. und Kitchell, A.G. 1967. Salt as a preservative for fodds. J. Food Technol. 2, 1-15
9. Kelch, F. 1961. über die Differenzierung von Bazillen, die aus Dosenschinken isoliert wurden.
Fleischwirtschaft 13, 294-296
10. Koller, R. 1941. Salz, Rauch und Fleisch. Verlag "Das Berglandbuch", Salzburg.
11. Kundrat, N. 1963. Zur Differenzierung aerober Sporenbildner (Genus Bacillus Cohn.) Zbl.
Vet. Med. Reihe B 10, 418-426.
12. Lerche, M. 1956. Mikrobiotische Vorgänge bei der Rohwurstreifung. Fleischwirtschaft 8,
752-754.
13. Levine, A.S. und Fellers, C.R. 1940. Action of acetic acid on food spoilage Microorganis-
ms. J. Bacteriol. 39, 499-514.
14. Nikodémusz, I. 1962. Über einen neuen Elektivnährboden, der zur Isolierung von Bac. cer-
eus aus Mischflora geeignet ist. Arch. Lebensmittelhyg. 13, 56-58.
15. N.N. 1969. Verordnung über Fleisch und Fleischerzeugnisse vom 19. Dezember 1959 in der
Fassung vom 11. Dezember 1969 (Fleischverordnung). Bundesgesetzblatt I, S.2191
16. Riemann, H. 1963. Safe heat processing of canned cured meats with regard to bacterial
spores. Food technol. 17, 39-49.
17. Scheibner, G. 1967. Untersuchungen an Brühwurst-Halbkonservern; I. Keimgehalt und Vorder-
bnis. Mh. Vet.Med. 22, 628-63; II. Einige lebensmittelhygienisch wichtige Eigenschaften
der isolierten aeroben Sporenbildner. Mh. Vet.Med. 22, 666-670.
18. Smith, N.R., Gordon, E.R. und Clark, F.E. 1952. Aerobic sporeforming bacteria. Agricul-
ture Monograph Nr.16, US Department of Agriculture, Washington.
19. Williams, O.B. 1929. The heat resistance of bacterial spores. J. Infect. Dis. 44, 421-465.
20. Winslow, C.E.A. und Haywood, E.T. 1931. The specific potency of certain cations with re-
ference to their effect on bacterial viability. J. Bacteriol. 22, 49-69.