

G3 807

*Sonderdruck aus*

ABHANDLUNGEN DER DEUTSCHEN AKADEMIE  
DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN

*Klasse für Medizin*

*Jahrgang 1966 Nr. 1*

GEDENKSCHRIFT  
ZUM  
70. GEBURTSTAG  
VON  
JOHANNES DOBBERSTEIN

Herausgegeben vom  
Institut für Vergleichende Pathologie der  
Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin



---

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1966

Aus dem Institut für Fleischwirtschaft Magdeburg (Direktor: Veterinär Dr. G. THELOE)

## Zur Verwendung von *Pediococcus cerevisiae* als Starterkultur zur Beschleunigung des Herstellungsverfahrens von Rohwurst\*)

von

E. KUCHLING\*\*

Die Herstellung von Rohwurst ist ein Konservierungsverfahren von rohem Fleisch durch eine Kombination von Salzung, Fermentation und Trocknung. Die Salzkonzentration in der Wurst und ihre Veränderung während der Trocknung wirkt selektiv auf die Entwicklung der mit den Rohstoffen in die Wurst gelangenden Mikroorganismen zugunsten von salztoleranten Milchsäurebakterien. An dem Fermentationsprozeß zur Stabilitäts- und Farbbildung sind Bakterien durch Milchsäurebildung und Nitratreduktion wesentlich beteiligt. Die Aromabildung in der Rohwurst ist noch wenig untersucht. Die derzeitigen Kenntnisse über den Einfluß der Mikroorganismen während der Rohwurstreifung und die Wirkung der in der Rohwurst herrschenden Verhältnisse auf die Mikroflora wurde kürzlich von KUCHLING (1963) zusammengestellt.

Die Wirkung der Bakterien bei der Rohwurstreifung hat wiederholt zu Versuchen geführt, ähnlich wie in der Milchindustrie, durch Zusatz von bestimmten erwünschten Mikroorganismen den Herstellungsprozeß zu beschleunigen oder zu stabilisieren und das Aroma und die Farbbildung zu verbessern (CESARI, 1919; ECKERT, 1958; ENTEL, 1961; JENSEN, 1940; STAROSTIN, 1960).

Die Verwendung von Starterkulturen bei der Rohwurstreifung rückte in den Jahren 1955 bis 1957 in den Mittelpunkt der Rohwurstforschung, als durch NIINIVAARA (1955) in Finnland über günstige Einflüsse durch Mikrokokken berichtet wurde. NIINIVAARA und Mitarb. (1956, 1957, 1964) verwendeten nitratreduzierende Mikrokokken zur Beschleunigung der Umrötung und berichteten über eine Verkürzung der Herstellungsdauer durch die Beimpfung von 12 auf 9 Tage bei Bearbeitungstemperaturen um 20°C.

Etwa zur gleichen Zeit wurde in den USA durch NIVEN und Mitarb. (DEIBEL und EVANS, 1957; DEIBEL, NIVEN und WILSON, 1961; EVANS, NIVEN und GILLESPIE, 1960; MILLS und WILSON, 1958; NIVEN, 1951, 1955; NIVEN, DEIBEL und WILSON, 1955, 1958) ein Verfahren ausgearbeitet auf dem Prinzip der Verwendung von reinen Milchsäurebildnern. Durch die Verimpfung von *Pediococcus cerevisiae* wurde die Herstellung von schnittfester Wurst von 6 Tagen auf 2 Tage verkürzt. Bemerkenswert dabei ist die hohe Bearbeitungstemperatur von 30°C und 40°C. Durch entsprechend lange Trocknung bei unter 20°C läßt sich daraus auch eine hart ausgereifte Wurst erzielen. Einige Jahrzehnte früher wurde in den USA ein ähnliches Verfahren von JENSEN und PADDOCK (1940) patentiert, wobei die Beimpfungen mit Laktobakterien vorgenommen werden. Zur Zeit soll in den USA etwa 50% der Rohwurst durch Beimpfung mit den verschiedensten Stämmen hergestellt werden (LEISTNER, 1963).

Im europäischen Raum hat die Anwendung von Starterkulturen noch nicht diese Verbreitung gefunden. Nach einer persönlichen Mitteilung von NIINIVAARA werden z. Z. etwa 500 t Rohwurst täglich unter Verwendung von nitratreduzierenden Mikrokokken hergestellt. Über die verschie-

\* Nach der Diskussionsvorlage zum X. Europäischen Treffen der Fleischforscher in Roskilde, Dänemark, vom 10.—15. August 1964, No. G-3.

\*\* Ehemaliger Assistent am Institut für Vergleichende Pathologie.

denen Verfahren und die Probleme bei der Anwendung von Starterkulturen wurde kürzlich zusammenfassend berichtet (KUCHLING, 1962).

Die eigenen Versuche mit nitratreduzierenden Mikrokokken ergaben eine Beschleunigung der Umrötung. Bis zum Erreichen der Schnittfestigkeit in 7 bis 12 Tagen fanden sich jedoch zwischen den beimpften und den unbeimpften Würsten keine Unterschiede, so daß durch die Beimpfung nur eine Stabilisierung der Umrötung, nicht aber eine Verkürzung der Herstellungsdauer erreicht wurde (KUCHLING, 1963).

Die Beschleunigung der Herstellung von Rohwurst im sogenannten Schwitzverfahren durch erhöhte Behandlungstemperaturen und größere Zuckerzusätze ist bekannt. Die dabei leicht auftretenden Fehlgärungen schränken die Anwendung dieses Verfahrens ein. Beim Schwitzverfahren wird eine möglichst schnelle Milchsäurebildung zur Stabilisierung und Bildung der Schnittfestigkeit gewünscht. Um dem Entstehen von Farbfehlern durch die schnelle Säurebildung vorzubeugen, wird anstelle von Nitrat Nitrit zur Bildung der Pökelfarbe verwendet. Über die Versuche des sogenannten Schwitzverfahrens durch Verwendung von milchsäurebildenden Bakterien, *Pediococcus cerevisiae* zu stabilisieren, wird im folgenden berichtet.

### Methodik

I. In Anlehnung an den von NIVEN und Mitarb. empfohlenen Herstellungsprozeß wurde die Wurst (VI und VII) unter Verwendung von 40% magerem Schweinefleisch, 30% magerem Rindfleisch und 30% Schweinebauch unter Zusatz von 32 g Kochsalz, 0,1 g Nitrit, 7,5 g Dextrose mit Pfefferextrakt (Peffex), 15 g Saccharose, 0,47 g Ascorbinsäure mit 0,3 g gemahlenem Pfeffer pro 1 kg Füllmasse hergestellt. Das Fleisch wurde dazu in faustgroßen Stücken 24 Stunden lang bei  $-10^{\circ}\text{C}$  gefroren. Das im Wolf grob zerkleinerte Fleisch wurde mit den Zusatzstoffen gemischt und dann durch eine Lochscheibe von 5 mm Lochdurchmesser erneut zerkleinert. Darauf erfolgte die Beimpfung mit einer 24 Stunden alten Pediokokkenkultur in Nivenbrühe (3 ml pro kg) und die endgültige Zerkleinerung im Wolf durch eine Lochscheibe mit 3 mm Durchmesser. Ein Teil der so hergestellten Würste wurde im Klimaschrank 18 Stunden bei  $30^{\circ}\text{C}/90\%$  relativer Luftfeuchtigkeit erwärmt und darauf 15 Stunden bei  $40^{\circ}\text{C}$  geräuchert. Die weitere Aufbewahrung erfolgte im Klimaschrank zuerst 8 Stunden bei  $40^{\circ}\text{C}$  und  $85\%$  relativer Luftfeuchtigkeit, dann 4 Tage bei  $20^{\circ}\text{C}$  und  $80\%$  relativer Luftfeuchtigkeit und darauf im Kühlschrank bei  $+7^{\circ}\text{C}$ . Der andere Teil der Würste wurde im Produktionsbetrieb 92 Stunden bei  $30^{\circ}\text{C}$  und  $90\%$  relativer Luftfeuchtigkeit im Rauch und anschließend bei  $20^{\circ}\text{C}$  und  $75\%$  relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahrt.

II. Zur Milderung des sauren Geschmackes wurden verschiedene Mengen Zucker als Zusätze in Becherglasversuchen geprüft. Dem zerkleinerten Fleisch (40% Schweinebauch, 30% mageres Rindfleisch, 30% mageres Schweinefleisch) mit 32 g Kochsalz, 0,1 g Natriumnitrit, 7,5 g Dextrose mit Pfefferextrakt und 0,47 g Ascorbinsäure pro kg wurden mit 0%, 0,7% bzw. 1,5% Saccharose zugesetzt. Die Füllmassen wurden in 100 ml Bechergläsern mit 1 ml einer 24stündigen *Pediococcenkultur* in Nivenbrühe beimpft. Die Bechergläser wurden 48 Stunden bei  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  bzw. bei  $30^{\circ}\text{C}$  und  $40^{\circ}\text{C}$  bebrütet und anschließend bei  $15^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt.

III. Bei den in einer Fleischwarenfabrik vorgenommenen Versuchen wurde im wesentlichen folgende Grundrezeptur verwendet: 30% mageres Rindfleisch, 30% mageres Schweinefleisch, 40% fettes Schweinefleisch, 30 g Nitritpökelsalz, 8 g Dextrose mit Pfefferextrakt, 4 g Trockenstärkesirup, 2 g ganze Pfefferkörner. Variationen wurden hinsichtlich Alter und Menge der Impfkultur, Menge des Kochsalzzusatzes, Verwendung von Ascorbinsäure und Wursthüllen vorgenommen. Die Zerkleinerung des 24 Stunden nach der Schlachtung ausgeschnittenen und weitere 24 Stunden bei  $-3^{\circ}\text{C}$  bis  $+4^{\circ}\text{C}$  in 50 kg-Behältnissen gekühlten Fleisches erfolgte im Wolf mit 3 mm Lochdurchmesser. Bei der Herstellung von Salami-Wurst wurde das Schweinefleisch und der bei  $-3^{\circ}\text{C}$  durchgekühlte Speck dem vorzerkleinerten Rindfleisch im Schnellschneider zugesetzt und auf die gewünschte Korngröße zerkleinert. Nach 3 Minuten langem Durchmengen der Pökelformulierung und Gewürze im Menger mit anschließendem 2 Minuten-Ruhenlassen der Masse wurde die 24 Stunden alte Pediokokkenkultur in Nivenbrühe (3 bis 5 ml/kg) zugegeben und das Mengen 10 Minuten lang fortgesetzt. Nach dem Abfüllen in Därme wurden die Würste bei  $28^{\circ}\text{C}$  bis  $33^{\circ}\text{C}$   $3\frac{1}{2}$  bis 4 Tage bei  $95\%$  und  $85\%$  relativer Luftfeuchtigkeit geräuchert. Die zur Kontrolle hergestellten und nicht beimpften Würste erhielten an Stelle von 8 g nur 2 g Dextrose mit Pfefferextrakt pro kg Füllmasse.

Die *organoleptischen Bewertungen* wurden an Hand eines 9 Punkte-Bewertungsschemas im Paarvergleich vorgenommen. In den Tabellen für die Ergebnisse der organoleptischen Prüfungen

sind die ermittelten Punktzahlen in der Reihenfolge Farbe/Aussehen, Konsistenz, Geruch/Geschmack nebeneinander geschrieben.

Die *Keimzählungen* erfolgten nach dem Kochschen Plattenverfahren in Agargußplatten zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl (Nähragar: Kaseinpepton 3,0 g, Trypsinpepton 3,0 g, Pepton 10,0 g, Dextrose 2,0 g,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  2 g, NaCl 3,0 g, Agar-Agar 25,0 g in 1000 ml Leitungswasser, pH 7,2). Coliforme Organismen wurden auf Eosin-Methylenblau-Laktose-Agar gezählt. Das Verhältnis von Mikrokokken, Streptokokken und Laktobakterien wurde auf Blutagar (Nähragar mit 5% Hammelblut, 1% Dextrose) ermittelt. Bebrütung 3 Tage bei 30°C.

Der Gehalt an *freien Fettsäuren* wurde durch Titration von zerkleinertem Material in einem Gemisch von Äther und Äthanol (1:1) mit 0,5 N alkoholischer Kalilauge in Gegenwart von Phenolphthalein festgestellt. Der *pH-Wert* wurde mit dem pH-Meter, Typ pH 54 (Fa. Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Weilheim) bestimmt.

Die Messungen des *Redoxpotentials* erfolgten mittels einer blanken Platindrahtelektrode und einer Kalomelektrode mit dem pH-Meßverstärker MV 11 (Fa. Clamann und Granert, Dresden). Die Elektrodenflächen (15 mm lang, 0,6 mm  $\varnothing$ ) wurden 1 bis 1½ cm tief in eine frische Anschnittfläche der Wurst eingestochen. Der Abschluß gegen Luftsauerstoffeinwirkung erfolgte durch Überschichten der Anschnittfläche mit Paraffin. Für die Berechnung des rH-Wertes wurden die nach 6 Minuten Meßzeit ermittelten mV-Werte verwendet.

### Ergebnisse

In der ersten *Versuchsanordnung* mit 30°C und 40°C Reife- und Räuchertemperatur wurde nach 2 Tagen und entsprechender Abkühlungszeit von 4–5 Stunden eine schnittfeste Wurst bei Beimpfung erzielt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt und in der Abb. 1 dargestellt.

Tabelle 1

Alter in Tagen	30°C u. 40°C		30°C	
	beimpft PZ Bemerkungen	unbeimpft PZ Bemerkungen	beimpft PZ Bemerkungen	unbeimpft PZ Bemerkungen
1	755 teigig, frisch, säuerlich, l. leimig	744 teigig, l. faulig fad mehlig	445 grauer Rand, teigig, 445 frisch, säuerlich, l. leimig	444 grauer Rand, teigig, noch frisch, l. mehlig
2	586 verwaschenes Schnittbild derb elastisch-schnittfähig, o. säuerlich	565 verwaschenes Schnittbild, l. teigig, säuerlich	767 l. teigig, l. säuerlich	755 weich, neutral säuerlich, l. leimig
4	687 säuerlich	673 unangenehm säuerlich	887 l. säuerlich	774 l. unangenehm säuerlich-scharf
15	684 etwas zu sauer	661 etwas weich, faulig-sauer	886 etwas zu sauer	783 zu scharf sauer

Bei den unbeimpften Würsten führte eine faulig-scharfe Geschmacksabweichung zur Genußuntauglichkeit. Die Veränderung war bei den bei 30°C und 40°C behandelten Würsten stärker ausgeprägt als bei den im Produktionsbetrieb bei 30°C geräucherten Würsten. Die beimpften Würste wiesen einen angenehmen säuerlichen Geschmack mit einem karamelartigen Beigeschmack auf. Mit zunehmendem Alter trat der saure Geschmack stärker hervor.

Tabelle 2

Alter in Tagen	30°C u. 40°C		30°C	
	beimpft PZ Bemerkungen	unbeimpft PZ Bemerkungen	beimpft PZ Bemerkungen	unbeimpft PZ Bemerkungen
1	765 leicht sauer	744 weich, etwas mehlig	766 frisch	744 weich, mehlig
2	587 etwas verwaschenes Schnittbild, säuerlich	552 etwas verwaschenes Schnittbild, etwas weich, unangenehm säuerlich-scharf	775 etwas unangenehm süßlicher Geschmack (Beigeschmack)	751 etwas weich, süß- lich sauerbeißend
3	587 angenehm kräftig säuerlich	561 etwas weich, unange- nehm faulig säuerlich	787 angenehm säuerlich scharf	751 unangenehm säuerlich scharf
8	687	672 unangenehm säuer- lich-scharfer Beige- schmack	887	871

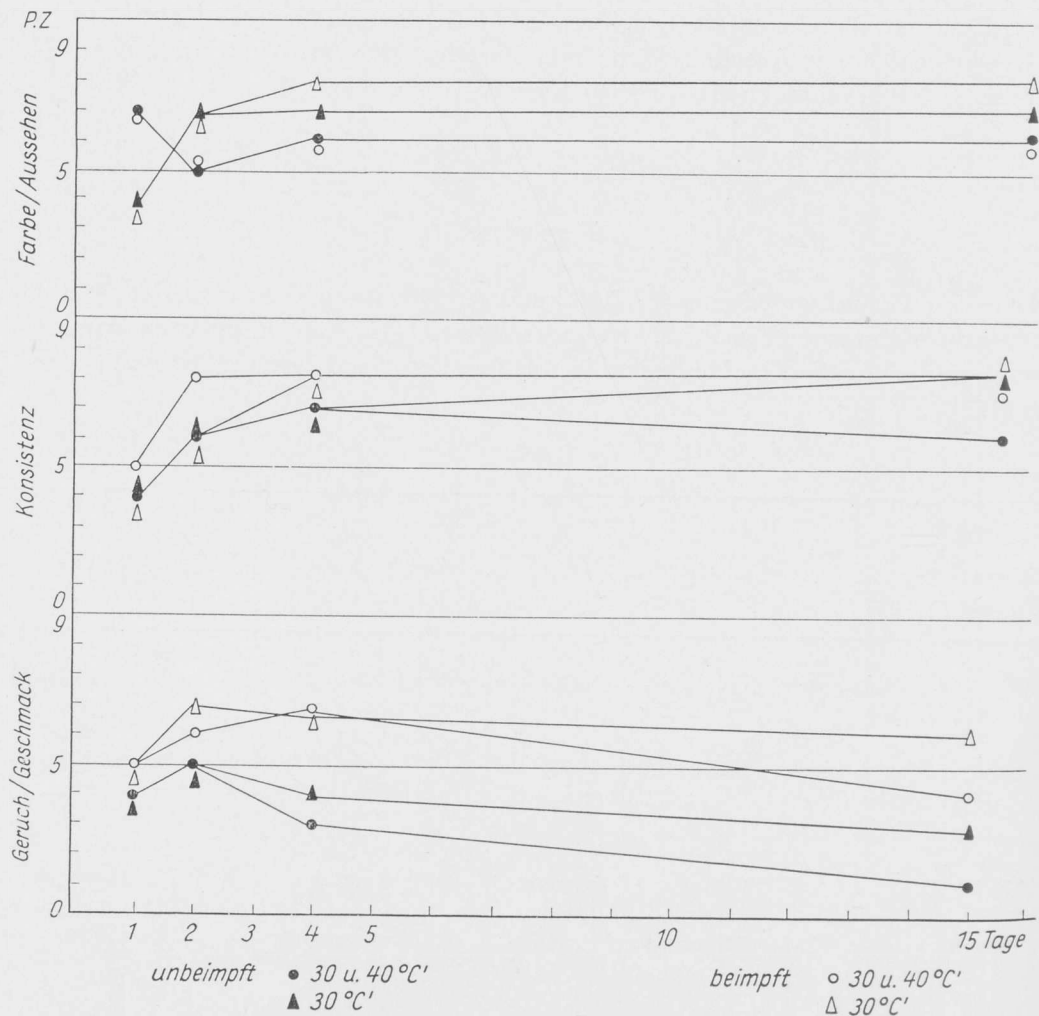


Abb. 1

Die schnittfeste Konsistenz, die durch die beim Schwitzprozeß entstehende Gelbildung mit „gummiartig“ zu charakterisieren ist, war bei den beimpften und bei 30°C und 40°C behandelten Würsten nach 2 Tagen voll ausgeprägt, bei den unbeimpften Würsten wurde

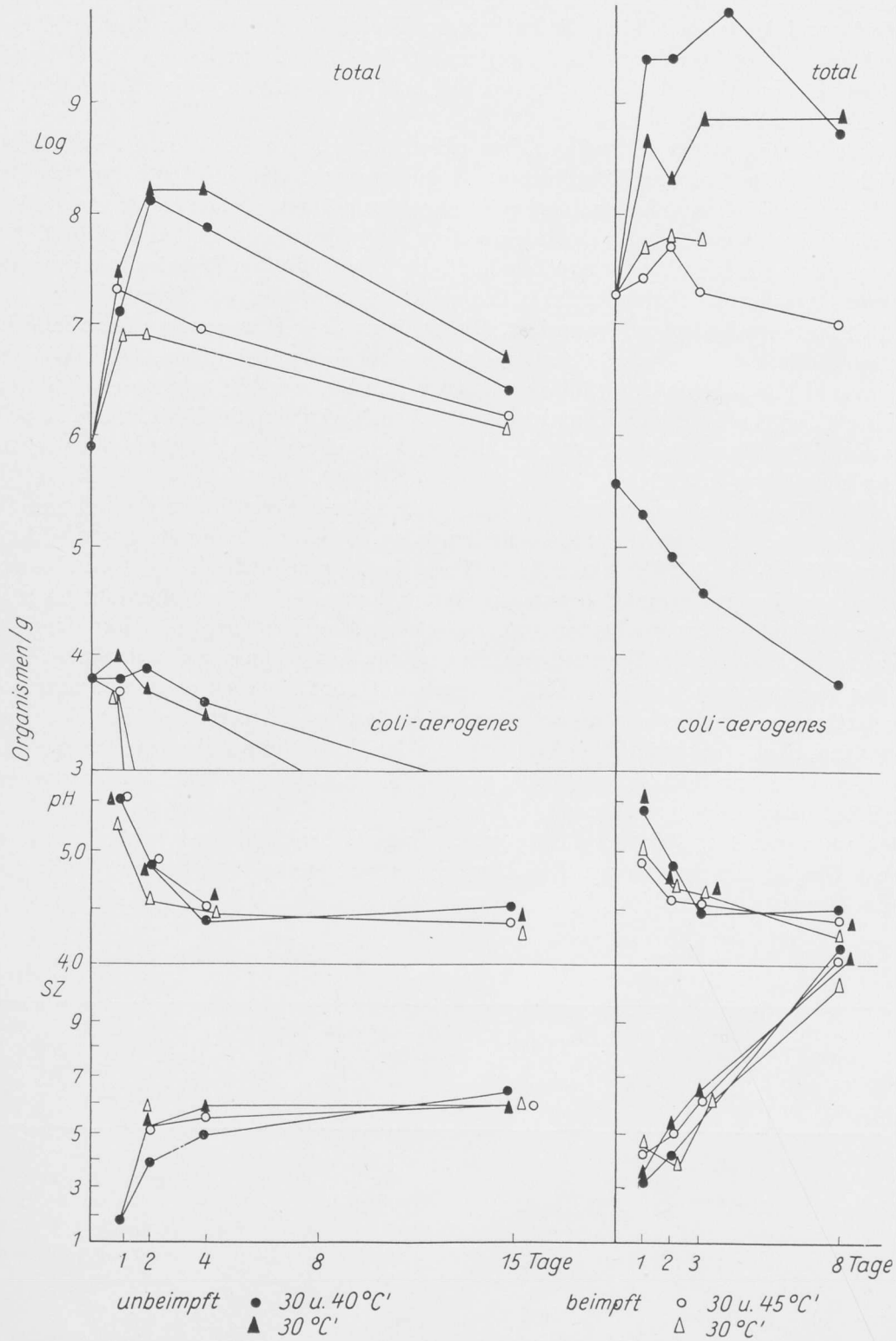


Abb. 2

eine gleichartige Konsistenz nur von den bei 30°C behandelten Würsten erreicht. Die bei 30°C und 40°C behandelten Würste hatten im Beobachtungszeitraum eine weniger gute Konsistenz.

In Farbe und Aussehen zeigte sich deutlich der Einfluß der Temperatur über 30°C in einem verwaschenen Schnittbild durch das Schmelzen des Fettes und durch die rötliche Verfärbung des Fettes mit Muskelfarbstoff. Bei den nicht über 32°C erwärmten Würsten trat dieser nachteilige Effekt nicht auf.

Die Veränderung in der Mikroflora, dem pH und der freien Fettsäuren zeigt die Abb. 2. Bezüglich des Verhaltens der Mikroflora war bemerkenswert, daß bei den beimpften Würsten keine Steigerung der Gesamtkeimzahl zu verzeichnen ist, während bei den unbeimpften Würsten die Vermehrung der vorhandenen Organismen über die Zahlen der beimpften um 1 bis 2 Dezimalstellen anstieg und sich über längere Zeit hielt. Bei den beimpften Würsten verschwanden die coliformen Organismen sehr schnell, bei den unbeimpften verlief die Verminderung der coliformen Organismen bedeutend langsamer. Die Senkung des pH zur sauren Seite fand bei den beimpften Proben geringgradig schneller statt als bei den unbeimpften. Die Veränderungen der Säurezahl ließen keine Unterschiede erkennen. Im Versuch VII wurden die Würste nicht bei 7 bis 8°C, wie im Versuch VI, sondern bei 20°C nach Abschluß der Reifung und Räucherung aufbewahrt. Die Säurezahlen stiegen bei diesem Versuch nahezu gradlinig vom ersten Tag nach der Herstellung an.

Mit diesen Versuchen konnte von uns zum erstenmal ein wesentlicher Einfluß von Starterkulturen auf die Rohwurstreifung festgestellt werden. Durch die Beimpfung wurde der Reife-prozeß stabilisiert, so daß Fehlgärungen in Form fauliger Schnellreife mit Geruchs- und Geschmacksabweichungen vermieden wurden. Damit kann die Versuchsanordnung als Modellversuch zum Studium erwünschter und unerwünschter Einflüsse durch die Mikroflora und biochemischen Prozessen in der Wurst dienen. In weiteren Versuchen war es notwendig, die Nachteile, das Verschmieren des Schnittbildes durch die hohe Bearbeitungstemperatur und den karamelartigen und evtl. etwas zu stark säuerlichen Geschmack durch die hohen Zuckerzusätze zu beseitigen, ohne eine wesentliche Verlängerung der Herstellungszeit zu erreichen.

Die Ergebnisse der Becherglasversuche zur *Feststellung der erforderlichen Zuckermenge* sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Der Zusatz von 1,5% Zucker führte zu der bereits beobachteten nachteiligen säuerlich-süßlichen Geschmacksabweichung. Die Abweichung war in etwas geringerem Maße auch bei 0,7% Zuckerzusatz feststellbar. Ohne Zuckerzusatz kam es auch bei 30°C und 40°C Bebrütungs-

Tabelle 3

Variationen der Zuckerzusätze und Bebrütungs- temperaturen	pH nach Tagen				Organoleptische Befunde nach Tagen				Bemerkungen
	1	2	3	4	1	2	3	5	
V. 10									
Bebrütung	20°C	20°C	15°C	15°C					
0%	5,5	5,5	5,3	5,0	7 5 7	8 6 8	8 6 7	8 7 5	etwas alt
0,7%	5,6	5,5	5,3	4,8	7 5 6	8 6 7	7 6 5	7 6 5	etwas alt, süß
1,5%	5,6	5,5	5,3	5,1	7 5 5	8 5 4	7 5 5	7 6 5	süß, ohne Aroma
Bebrütung	30°C	30°C	15°C	15°C					
0%	5,5	5,2	5,2	5,0	7 5 6	7 8 8	8 8 7	8 8 7	schwach, säuerlich
0,7%	5,6	5,2	5,1	4,9	7 5 5	7 8 5	8 8 6	8 8 7	säuerlich, angenehm
1,5%	5,6	5,1	5,3	5,0	7 5 4	7 8 4	8 8 6	8 8 5	süßlich, sauer
Bebrütung	30°C	40°C	15°C	15°C					
0%	5,5	5,0	5,0	4,7	7 5 6	5 8 6	5 9 4	5 9 3	unangenehm sauer
0,7%	5,6	5,1	5,0	4,8	7 5 6	5 7 5	5 9 4	5 9 4	etwas süßlich, sauer
1,5%	5,6	5,2	5,0	4,9	7 5 4	5 8 4	5 9 4	5 9 4	unangenehm sauer

temperatur zu einem unangenehm säuerlichen Geschmack. Die Geschwindigkeit der pH-Senkung und die Ausbildung der festen Konsistenz waren von der Höhe der Bebrütungstemperatur abhängig, nicht von der Zuckerzugabe. Bei 20°C Bebrütungstemperatur blieben die Muskelpartikel weich und hatten eine zartrote Farbe wie frisch gepökelttes Fleisch. Bei 30°C zeigten die Muskelpartikel eine derb glasige Konsistenz und die rote Färbung wies einen bläulichen Schimmer auf. Bei 30°C und 40°C waren diese Erscheinungen etwas stärker ausgeprägt, durch das Schmelzen des Fettes war die Glaswandung verschmiert. Für die weiteren Versuche wurde daher eine Konzentration von 0,7 bis 0,8% Dextrose ohne weitere Zuckerzusätze zur Gewährleistung der Säure- und Konsistenzbildung als ausreichend angesehen.

Die Beimpfung von Würsten ohne erhöhte Zuckerzusätze ergab bei Räucher- und Reifetemperaturen von 28°C bis 33°C und einem Dextrosezusatz von 0,75 bis 0,8% in 3 bis 4 Tagen eine

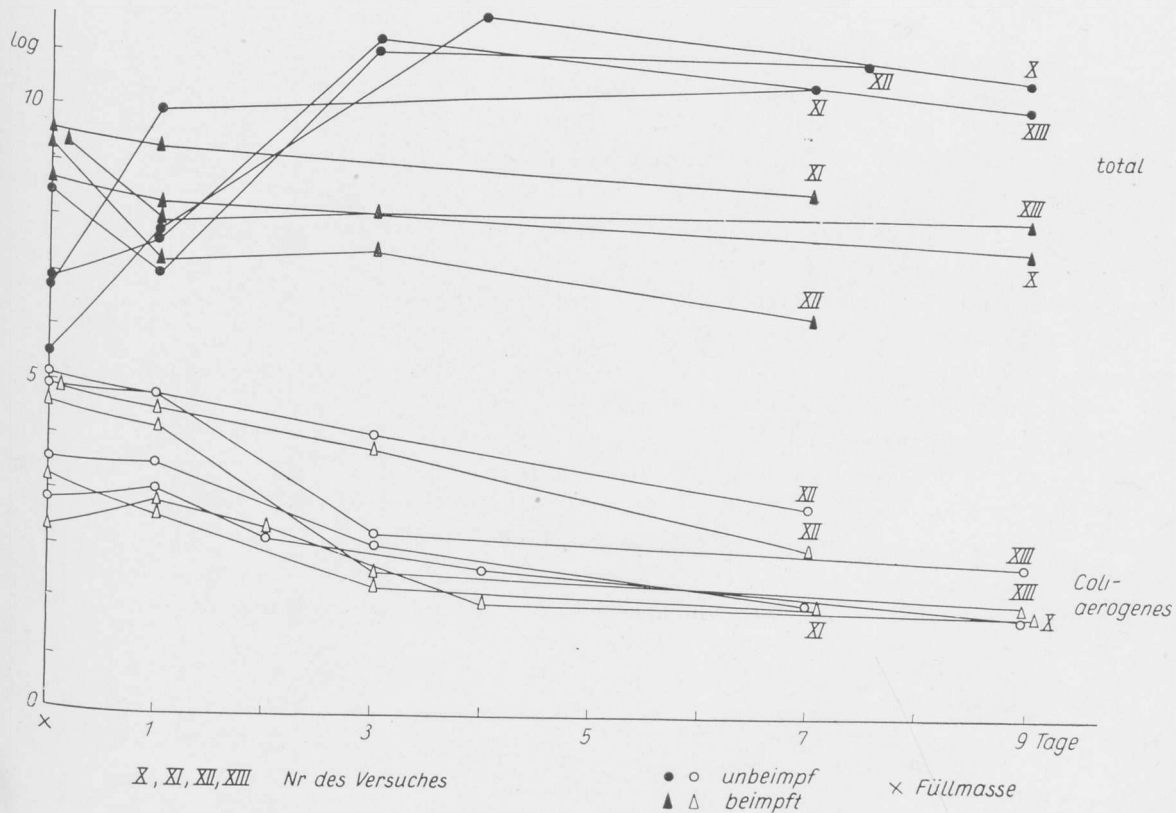


Abb. 3

schnittfeste Wurst, die nach eintägiger Abkühlung bei 15°C als verlaufsfertig anzusehen ist. Die Wurst hat einen angenehm mild-säuerlichen Geschmack. Die Konsistenz, durch den Schwitzprozeß auf eine Gelbildung zurückzuführen, ist mit „gummiartig“ zu charakterisieren.

Durch die Beimpfung wurde das Wachstum der unkontrollierten Flora wesentlich beeinflusst (vgl. Abb. 3). Bei den unbeimpften Würsten stiegen die Gesamtkeimzahlen auf  $10^{11}$  und höher. Bei den beimpften Würsten hielten sich die Gesamtkeimzahlen im Bereich von  $10^7$  bis  $10^9$ . Infolge der Beimpfung stellten die Pediokokken und damit die milchsäurebildenden Organismen von den ersten Stunden der Reifung an den überwiegenden Teil an der Gesamtflora. In den unbeimpften Würsten waren Milchsäurebakterien in gleichem Anteil erst nach 1 bis 3 Tagen Reifung vorhanden (s. Tab. 4).

Im Verhalten der coliformen Organismen bestanden zwischen den beimpften und den unbeimpften Würsten keine deutlichen Unterschiede.



Tabelle 4

Anteil von Pediokokken bzw. Milchsäurebakterien an der Gesamtflora

Versuch	Alter	beimpft		unbeimpft	
		Total	% Pediokokken	Total	%Milchsäure- bakterien
V. XI	Füllmasse	$1,6 \times 10^7$	85	$7,0 \times 10^6$	20
	1. Tag	$4,0 \times 10^8$	85	$1,5 \times 10^{10}$	80
V. XII	Füllmasse	$4,0 \times 10^9$	60	$2,6 \times 10^8$	20
	1. Tag	$1,8 \times 10^7$	80	$8,1 \times 10^6$	20
	3 Tage	$2,0 \times 10^8$	90	$1,3 \times 10^{11}$	85
V. XIII	Füllmasse	$4,8 \times 10^7$	60	$4,5 \times 10^7$	10
	1. Tag	$2,8 \times 10^7$	90	$3,7 \times 10^7$	50
	3 Tage	$6,5 \times 10^7$	95	$2,0 \times 10^{11}$	90

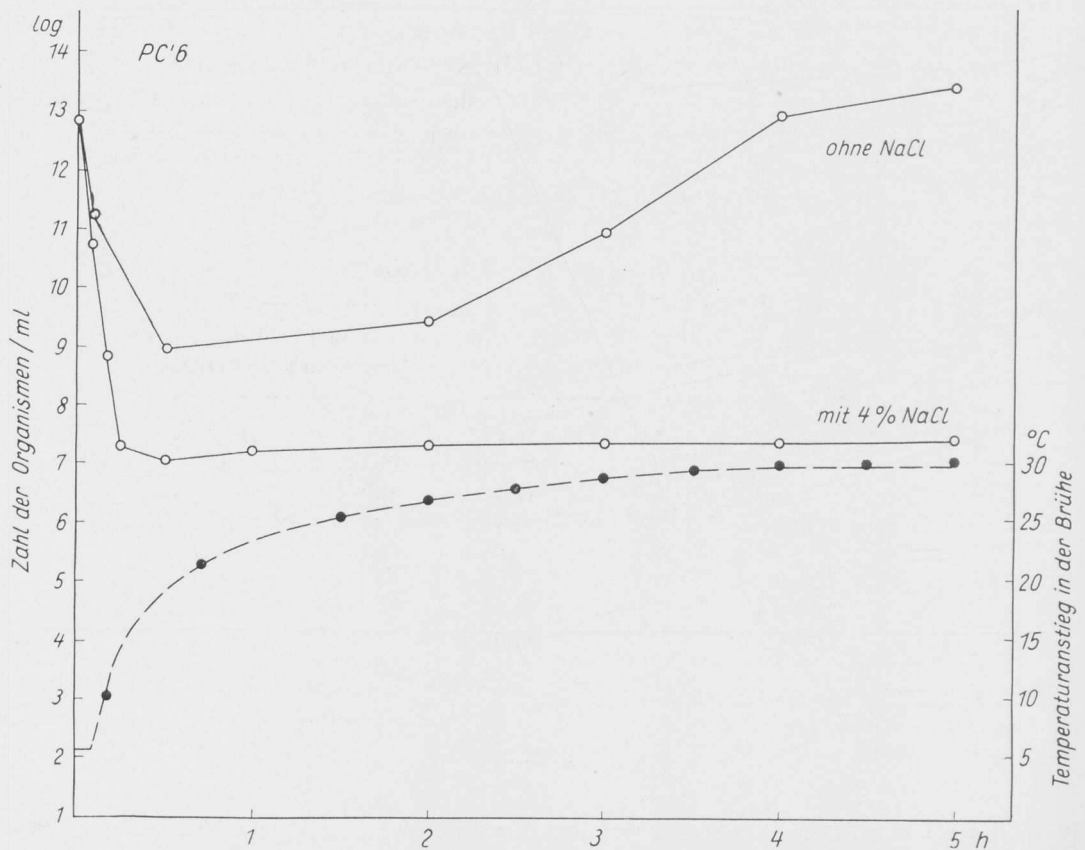


Abb. 4

Die Überlebensfähigkeit der Pediokokken-Kulturen in der Füllmasse erwies sich als gering. Von der durchschnittlichen Impfmenge von  $10^{14}$  Organismen pro Gramm Füllmasse konnten nur noch  $10^9$  bis  $10^7$  nach dem Mischen aus der Füllmasse kultiviert werden. Änderung der Kochsalzzusätze von 3% auf 2,5% übte keinen Einfluß auf das Verhalten der Pediokokken aus. Die Ausbildung der schnittfesten Konsistenz verlief bei Verwendung von 3% NaCl etwas schneller als bei Verwendung von 2,5% NaCl.

Die Abb. 4 veranschaulicht den Einfluß von Temperatur und Salzkonzentration auf das Absterben und die Dauer der Verzögerungsphase des Wachstums bei Überimpfung des Pedio-

kokkenstammes PC6 in Nivenbrühe von + 6°C Temperatur mit und ohne Kochsalzzusatz. Bei Kochsalzzusatz sterben die Organismen schneller und in bedeutend größerer Zahl ab als bei der Verimpfung in Nivenbrühe ohne Kochsalzzusatz. Bei Kochsalzzusatz wurde das Wachstum um mehr als 5 Stunden verzögert.

Bei der Verwendung von 0,3 bis 0,4% Trockenstärkesirup wurde kein Einfluß auf die Entwicklung der Starterkulturen oder die Eigenschaften des Fertigproduktes festgestellt.

Eine wesentliche Wirkung übte die Beimpfung auch auf die *Farbstabilität* der Produkte aus. Durch die Beimpfung wurde das leicht und schnell auftretende Verblässen und Vergrauen der frischen Schnittfläche von 3 bis 7 Tagen alter schnittfester Wurst verhindert. Bei Zusatz von Ascorbinsäure zeigten auch die beimpften Würste schnelles Verblässen bis Vergrünen der frischen Anschnittfläche. Durch Messung des Redoxpotentials konnte festgestellt werden, daß die unbeimpften Würste und die beimpften Würste mit Ascorbinsäure ein geringeres Redoxpotential bzw. rH-Wert hatten als die beimpften Würste (siehe Tab. 5). Damit wurde ein Anhaltspunkt für die Erklärung der erhöhten Oxydationsbereitschaft von frischen, leicht vergrauenden Schnittflächen gefunden. Als Ursache für die stärkere Senkung des Redoxpotentials in unbeimpfter Wurst wird die übermäßige Entwicklung von Milchsäurebakterien, deren starke Senkung des Redoxpotentials bekannt ist (LEISTNER, 1963), angesehen.

Auf den Geschmack wirkte sich die Zugabe von Ascorbinsäure in Form einer Milderung der säuerlich-scharfen Geschmackstönung besonders bei den unbeimpften, aber auch bei den beimpften Würsten aus.

Tabelle 5  
rH-Werte im Kern von Rohwürsten

Versuch	Alter	unbeimpft	beimpft	unbeimpft mit Ascorbinsäurezusatz	beimpft
V. X	7 Tage	17,2	19,4	—	14,1
V. XI	Füllmasse	19,4	17,6	16,7	15,8
	1 Tag	15,8	17,4	16,1	15,6
	3 Tage	15,4	16,3	—	14,6
	51 Tage	15,8	15,9		
V. XII	1 Tag	17,0	18,2		
	3 Tage	15,2	16,0		
	44 Tage	16,6	17,0		

### Zusammenfassung

Es wird über die Anwendung von Starterkulturen bei der Rohwurstherstellung berichtet. Während bei der Verimpfung von nitratreduzierenden Mikrokokken nur eine Beschleunigung der Umrötung beobachtet wurde, war es durch die Verimpfung von *Pediococcus cerevisiae* möglich, den Herstellungsprozeß der Rohwurst im Schwitzprozeß zu stabilisieren. Im Vergleich zu traditionellen Verfahren mit Bearbeitungstemperaturen nicht über 22°C wurde dadurch eine Verkürzung der Herstellungszeit von 7 bis 10 Tagen auf 4 bis 5 Tage erzielt. Die Wirkung der Beimpfung beruht auf der Sicherung der Milchsäurebildung von Beginn des Fermentationsprozesses an. Dadurch wird die Gefahr der Fehlfermentation bei der erhöhten Hitzebehandlung während des Räucherns und Reifens im Schwitzverfahren vermieden. Die Beimpfung führte zu einer Verbesserung der Farbhaltung, was auf die Hemmung der übermäßigen Entwicklung von Milchsäurebakterien und der Verminderung der durch Milchsäurebakterien verursachten starken Senkung des Redoxpotentials zurückgeführt wird.

## Literaturverzeichnis

- CESARI, C. R.: La maturation du saucisson. Acad. Sc. Paris **168**, 802 (1919).
- DEIBEL, R. H., and EVANS, J. B.: Nitrite burn in cured meat products — Particular in fermented sausage. Amer. Meat Inst. Found., Chicago, Bull. No. 32 (1957).
- DEIBEL, R. H., NIVEN, C. F., jr., and WILSON, G. D.: Microbiology of meat curing, IV A lyophilized *Pediococcus cerevisiae* starter culture for fermented sausage. Appl. Microbiol., Baltimore **9**, 239—243 (1961).
- ECKERT, H.: Versuche über die bakterielle Beeinflussung von Reifung und Aromatisierung von Rohwürsten. Vet. med. Diss., Gießen 1958.
- ENTEL, H. J.: Die in den Rohwürsten vorkommenden Hefen. Fleischwirtschaft **13**, 387—388 (1961).
- EVANS, J. B., and NIVEN, C. F., jr.: Microbiology of meat in F. L. GILLESPIE The Science of Meat and Meatproducts. San Francisco, London: Freeman 1960.
- JENSEN, L. B., and PADDOCK, L. S.: Sausage Treatment. U. S. Patent 2.225.783 (1940).
- KUCHLING, E.: Die Verwendung von Starterkulturen bei der Herstellung von Rohwurst. Fleischermeister **15**, 288 bis 291 (1962).
- KUCHLING, E.: Der Einfluß der Mikroflora auf die Rohwurstreifung. Fleischermeister **16**, 61—63 u. 118—122 (1963).
- KUCHLING, E.: Zur Frage der Verwendung von Starterkulturen bei der Herstellung von Rohwurst. IX. Meeting of the European Meat Research Workers, Budapest, 4—11. 9. 1963.
- LEISTNER, L.: Rohwurst in den USA. Arch. Lebensmittelhyg. **14**, 62—64 (1963).
- MILLS, F., and WILSON, G. D.: Use of *Pediococcus cerevisiae* starter culture in pork roll. Amer. Meat Inst. Found., Chicago, Bull. **38**, (1958).
- NIINIVAARA, F. P.: Über den Einfluß von Bakterienreinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst. Acta Agralia Fennica, Helsinki **84**, 1—128 (1955).
- NIINIVAARA, F. P., u. POHJA, M. S.: Erfahrungen bei der Herstellung von Rohwurst mit Bakterienreinkulturen. Fleischwirtschaft **9**, 789—790 (1957).
- NIINIVAARA, F. P., u. POHJA, M. S.: Über die Reifung der Rohwurst I. Zschr. Lebensmittel-Untersuch. **104**, 413—242 (1956).
- NIINIVAARA, F. P., POHJA, M. S., and KOMULAINEN, S. E.: Some aspects about using bacterial pure cultures in the manufacture of fermented sausages. Food Technol. **18**, 25—31 (1964).
- NIVEN, C. F., jr., DEIBEL, R. H., and WILSON, G. D.: Microbiology of Meat curing. III Some microbiological and related technological aspects in the manufacture of fermented sausages. Appl. Microbiol., Baltimore **9**, 156 bis 161 (1961).
- NIVEN, C. F., jr.: Summer sausage starter cultures useful. Nat. Prov. **133**, 123—125 (1955).
- NIVEN, C. F., jr., DEIBEL, R. H., and WILSON, G. D.: The AMJF sausage starter Culture. Amer. Meat Inst. Found., Chicago Circ. **41** (1958).
- NIVEN, C. F., jr., DEIBEL, R. H., and WILSON, G. D.: The use of pure culture starter in the manufacture of summer sausage. Amer. Meat Inst. Found., Chicago, Amer. Meeting, Nov. 11, 1955.
- RABOTNOWA, J. L.: Die Bedeutung physikalisch-chemischer Faktoren (pH und rH<sub>2</sub>) für die Lebenstätigkeit der Mikroorganismen. Jena: Fischer 1963.
- STAROSTIN, A., NOVICKOV, V., u. JAKIMOVA, O.: Versuche zur Anwendung von Milchsäurebakterien bei der Produktion von feuchtgeräucherter Wurst. Mjasn. Industr. SSSR, Moskva **31**, 21—22 (1960).