

J-H

XI. Europäisches Treffen
der Fleischforscher
B e o g r a d
vom 16.-21. August 1965

Aus dem Institut
für Fleischwirtschaft, Magdeburg, DDR
Direktor: Veterinärarzt Dr. G. T h e l o e

Beobachtungen über Beziehungen zwischen Redoxpotential
und Farbhaltung bei der Rohwurstreifung

E. K u c h l i n g

Messungen des Redoxpotentials der Rohwurst wurden sehr selten vorgenommen. Eingehende Untersuchungen über den Verlauf und die Veränderungen des Redoxpotentials bei der Reifung von Rohwurst, den Einfluß von Nitrat und nitratreduzierenden Organismen wurden zuerst von NIINIVAARA (1955) durchgeführt. Die niedrigsten Werte mit -120 bis -160 mV (Eh' bei pH 6) wurden bei nitratfreien Würsten beobachtet. Durch Nitratzusatz wird das Potential stabilisiert und liegt nach 24 Std. bei beimpfter Wurst bei $+170$ mV, um anschließend bis auf $+300$ mV anzusteigen. Bei unbeimpfter Wurst sinkt das Potential nach 24 Std. auf $+100$ mV, im Rand bis auf -10 mV und steigt erst nach 15 Tagen Reifung bis auf ca. $+250$ mV, entsprechend der Geschwindigkeit der Reduktion des Nitrats zu Nitrit und Stickoxyd. Der Abfall des Redoxpotentials wird auf das intensive Wachstum der Mikroflora in den ersten Tagen der Reifung, der Anstieg auf die Stagnation des Wachstums der Mikroflora durch das Räuchern zurückgeführt. Bei Störungen der Nitratreduktion werden Geschmacksabweichungen und Farbfehler mit Vergrünen des Kernes beschrieben.

KOVÁCS und KOVÁCS (1963) stellten fest, daß das Redoxpotential während des Räucherns bei der ungarischen Salami auf ca. $+120$ mV und im Verlauf des Wachstums der Mikroflora auf der Wursthülle nach 40 Tagen Reifung weiter bis auf $+90$ mV abfällt. Anschließend tritt mit dem Rückgang der Aktivität der oberflächlichen und inneren Mikroflora ein Anstieg in 92 Tagen bis auf $+230$ mV ein. Zwischen Rand- und Kernzone wurden keine wesentlichen Unterschiede festgestellt; das Räuchern hatte keinen wesentlichen Einfluß auf den Potentialverlauf.

Zahlreiche Untersuchungen wurden an anderen Pökellaken, insbesondere an Pökellaken und Bacon vorgenommen. Dabei wurde regelmäßig mit zunehmendem Verderb der Laken ein zur negativen Seite zunehmendes Potential beobachtet (Leistner und Mirna 1959, Grever u. Schuddebon 1957, Henry, Joubert und Goret 1957, Cook und Chadderton 1940, Debrot 1952, Hornsey und Mallows 1954). COOK und CHADDERTON (1940) vermuteten, daß die unterschiedlichen Potentiale die Farbe des Bacon beeinflussen.

Als bei unseren Versuchen (Kuchling 1964) zur bakteriellen Steuerung der Rohwurstreifung wiederholt Verblässen mit Vergrauen und Vergrünen auftrat, wurden Messungen des Redoxpotentials vorgenommen und bei den Würsten mit geringer Farbstabilität i. d. R. ein niedrigeres Redoxpotential beobachtet.

Material und Methodik

Die Herstellung und Behandlung der in den Versuchen verwendeten Würste wurde nach den von KUCHLING (1964) beschriebenen Verfahren durchgeführt. In den Tabellen werden für die unterschiedlichen Behandlungsverfahren folgende Symbole benutzt: unbeimpft (K); unbeimpft, bei 30 °C geschwitzt (KK1); unbeimpft, mit Ascorbinsäurezusatz (KA); beimpft (B); beimpft, bei 30 °C geschwitzt (BK1); beimpft, mit Ascorbinsäurezusatz (BA); beimpft, mit Ascorbinsäurezusatz, bei 30 °C geschwitzt (BAK1).

Die Herstellung der mit Nitrat gepökelten Würste erfolgt durch Versalzen des Rindfleisches mit Abtropfenlassen bei +2 °C, 24 bis 48 Std., anschließend Herstellung der Wurstmasse, spritzen, räuchern für 5 bis 10 Tage bei 18 bis 22 °C und 85 bis 70 % relative Luftfeuchtigkeit.

Die Messung des pH wurde mit dem pH-Meter, Typ 54 (Fa. Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GMBH, Weilheim) und einer Glaselektrodenmeßkette vorgenommen.

Zur Bestimmung des Redoxpotentials wurden blanke Platindrahtelektroden, Typ MC 10 (1 mm, Länge 15 mm) (Fa. Forschungsinstitut, Meinsberg b. Waldheim/Sa.), Kalomelbezugselektroden mit gesättigter KCl-Lösung, Typ KE 10 (Fa. Forschungsinstitut, Meinsberg b. Waldheim/Sa.), und als Anzeigegerät der pH-Meßverstärker MV 11 (Fa. Glmann und Granert, Dresden) verwendet. Die Platinelektrode und die Bezugselektrode bzw. die KCl-Salzbrücke zur Bezugselektrode wurde 1,5 bis 2 cm tief in die frische Anschnittfläche von ca. 6 bis 8 cm langen Würststücken eingestecken (Temperatur 18 bis 22 °C). Danach erfolgte der Abschluß gegenüber Luftsauerstoff durch

Überschichten der Anschnittfläche mit Paraffin. Die Elektroden wurden direkt oder ggf. auch über einen Millivolt-Schreiber mit dem pH-Meßverstärker verbunden. Die Ablesung erfolgte in Abständen von 6 oder 5 Minuten. Zur Berechnung wurde im Anfang entsprechend den Vorschlägen von KOVÁCS und KOVÁCS (1963) der nach 6 Minuten festgestellte mV-Wert verwendet. Die abgelesenen Werte wurden auf den pH 7,0 bezogen (Eh').

Die Berechnungen und Prüfungen wurden nach den Angaben in Manual of Microbiological Methods (1957), von HEWITT (1950), RABOTNOWA (1963) und LEISTNER und MIRNA (1959) durchgeführt.

Die Platinelektroden zeigten in gesättigter Chinhydronlösung in 0,1 N HCl bei 38 °C die Werte: Pt I +392 mV, Pt II +390 mV.

Die Normalpotentiale der Kalomelektroden, berechnet aus den Potentialen in gesättigter Chinhydronlösung in 0,1 N HCl betragen:

°C	K I	K II
20	0,2470	0,2445
25	0,2413	0,2433
30	0,2395	0,2405
35	0,2337	0,2357
38	0,2308	0,2328

Die Platinelektroden wurden unmittelbar vor der Messung und nach Abschluß der Messungen mit Salzsäure-Alkoholgemisch (1 % konz. HCl in 70 %igen Alkohol) gereinigt und mit aqua dest. sorgfältig abgespült. Die Platinelektroden wurden unter aqua dest. aufbewahrt.

Ergebnisse

Auf die Schwierigkeiten zur Erzielung vergleichbarer Meßergebnisse bei der Redoxpotentialmessung im biologischen Material haben kürzlich erneut TAYLOR und WALTERS (1964) hingewiesen. Bei Wiederholungsuntersuchungen in Wurst zeigte die Platinelektrode Pt II eine schleichende Anzeige des Potentials (siehe Abb. 2), so daß für die Berechnungen die mit der Elektrode Pt I gemessenen Werte verwendet wurden. Die Tab. 1 zeigt die Häufigkeit bei Wiederholungsmessungen mit Pt I festgestellten Differenzen der nach 6 Minuten abgelesenen mV-Werte.

Tabelle 1

mV	0	1 bis 10	11 bis 20	21 bis 30	31 bis 40
Häufigkeit	5	16	5	7	3

Den typischen Verlauf der Einstellung des Potentialgleichgewichtes bei einer in der Farbe stabilen und in einer in der Farbe unstabilen 28 Tage alten Wurst zeigt die Abb. 1.

In der Abb. 2 ist die Veränderung des Potentials bis zur Einstellung des Potentialgleichgewichtes bei einer unstabilen 5 Tage alten Wurst eingetragen. Danach ist das absolute Potentialgleichgewicht frühestens nach 4 bis 5 Stunden (Pt I) erreicht.

Die Farbveränderung der Anschnittfläche von 3 Tage alten Würsten zeigt die Abb. 3 (A = unbeimpfte Wurst, B und D = beimpfte Wurst mit 0,047% Ascorbinsäurezusatz, und E = beimpft).

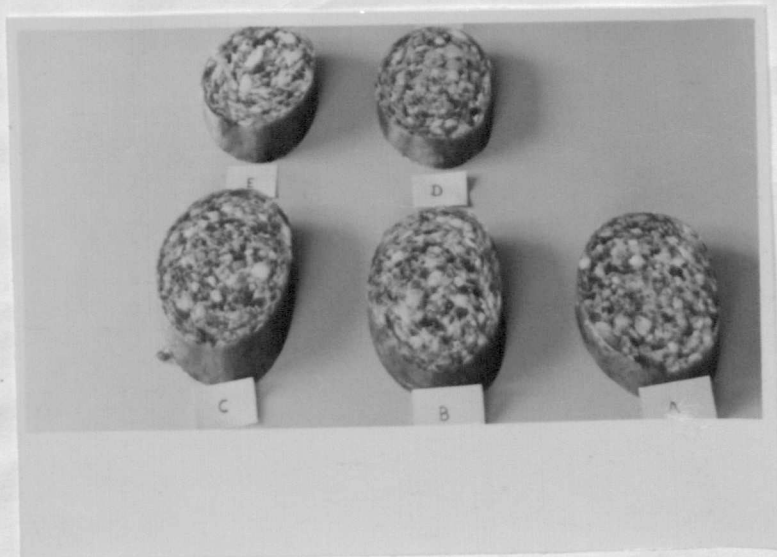
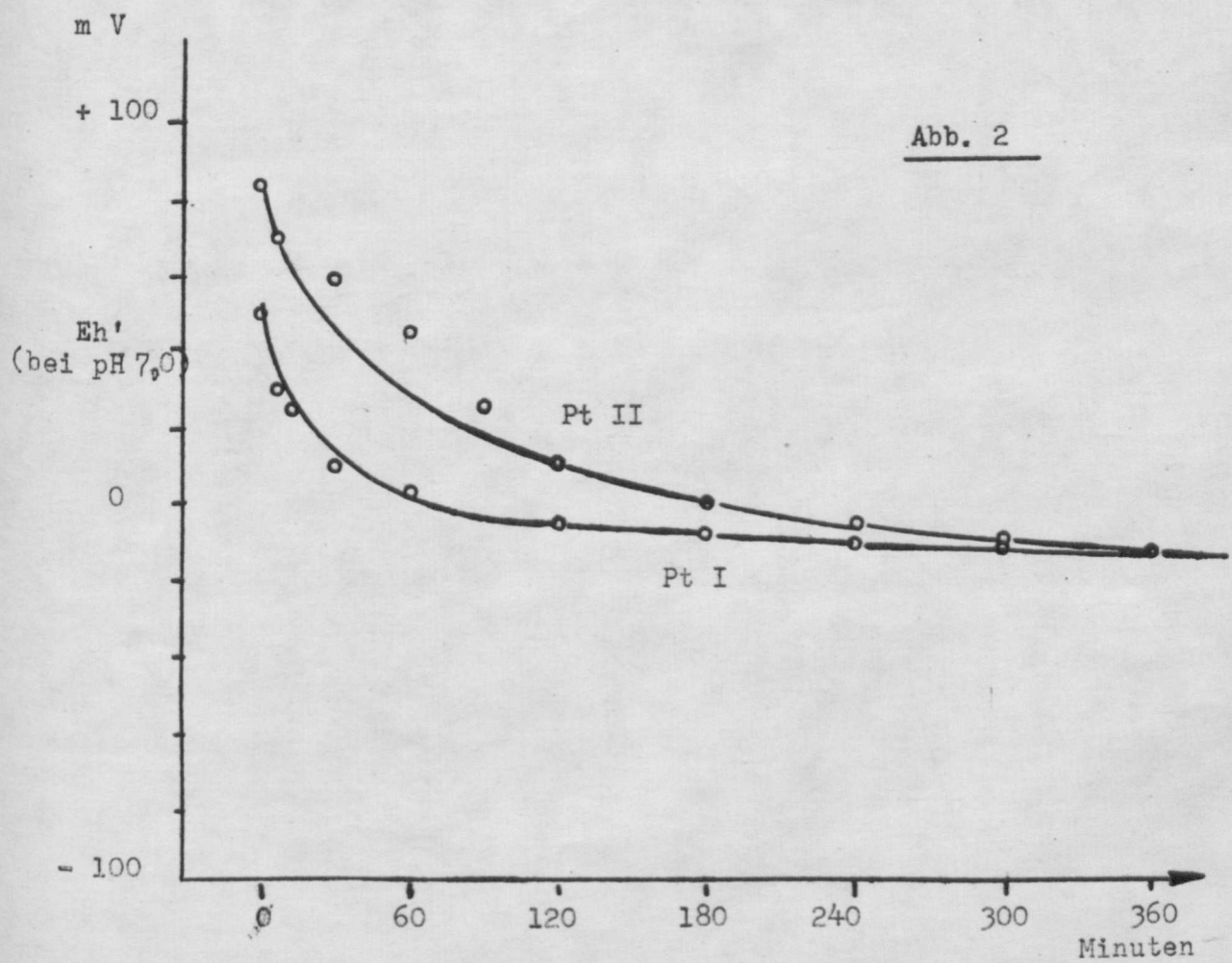
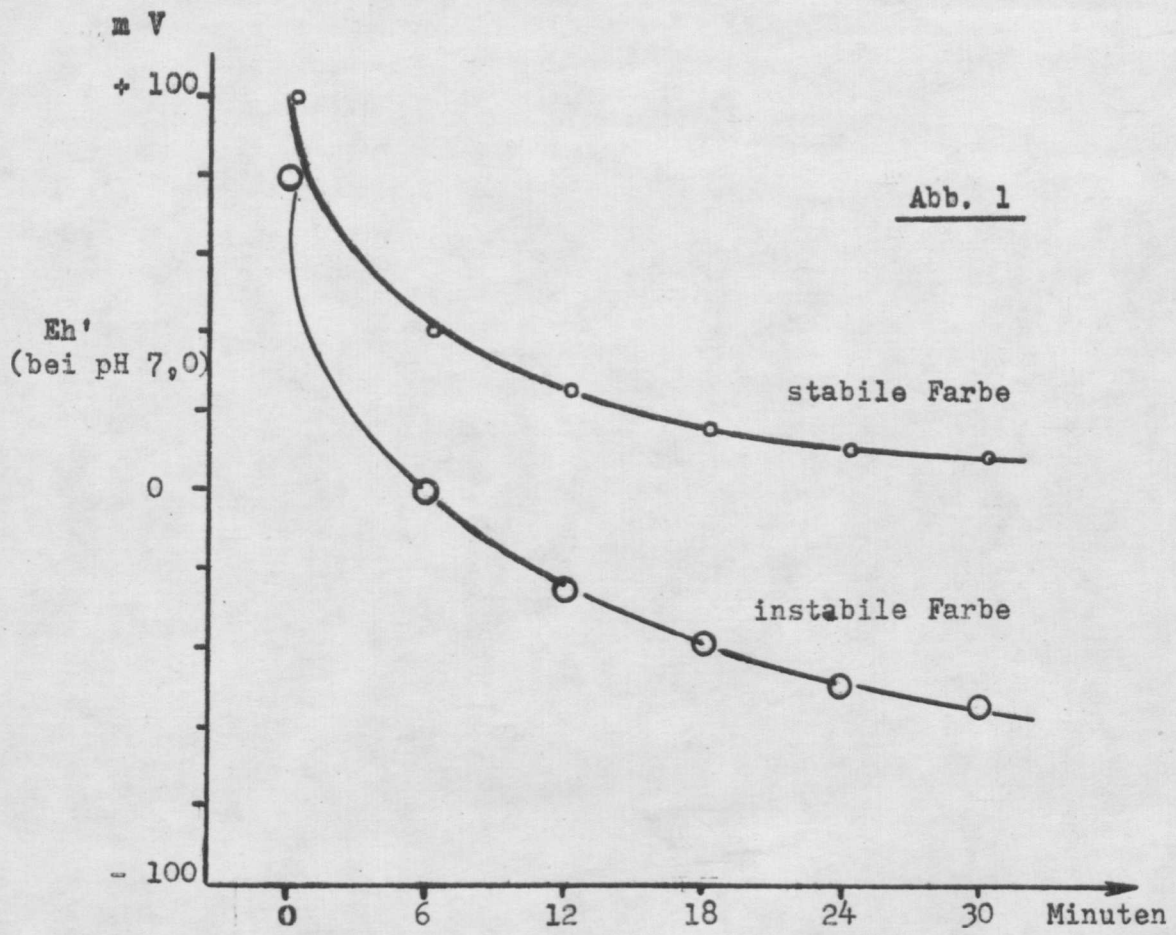


Abb. 3

Die Geschwindigkeit des Eintritts der Farbveränderungen anhand einer Punktbewertung veranschaulichen die Tab. 2 und 3 (9 Punkte : 1 = sehr schlecht, bis 9 = ausgezeichnet). Die Farbveränderung war nach 20 Stunden



auch auf der dem Licht nicht zugekehrten Rückseite der Scheiben zu beobachten.

Tabelle 2

Farbhaltung der frischen Anschnittfläche 3 Tage alter Würste mit verschiedenen Zusätzen bei Zimmertemperatur unter Einwirkung des Tageslichtes (Punktskala 1 - 9)

Variation Zeit	K	KA	BA	B	B
frischer Anschnitt	6	5	8	6	8
nach 30 Min.	4	4	6	6	7
nach 60 Min.	4	4	6	6	7
nach 90 Min.	4	4	6	6	7
nach 120 Min.	4	4	5	6	6
nach 20 Std.	4	3	3	7	7

Tabelle 3

Farbhaltung der frischen Anschnittfläche 7 Tage alter Würste mit verschiedenen Zusätzen bei Zimmertemperatur unter Einwirkung des Tageslichtes (Punktskala 1 - 9)

Variation Zeit	K	BA	BAK1	B	BK1
frischer Anschnitt	7	7	7	8	7
nach 10 Min.	4	4	4	7	7
nach 20 Min.	3	3	4	7	7
nach 50 Min.	3	3	4	7	7
nach 130 Min.	2	3	4	7	6
nach 20 Std.	1	1	1	7	7

Tabelle 4

Redoxpotential von Würsten (Nitritpökung) mit stabiler
und instabiler Farbhaltung (Eh' bei pH 7,0 nach 6 Minuten)

Versuch/ Alter		i.n.s.t.a.b.i.l.						..s.t.a.b.i.l.					
		..Rand			..Kern			..Rand			..Kern		
Nr.	Tage	B.	pH	Eh	Eh'	Eh	Eh'	B	pH	Eh	Eh'	Eh	Eh'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
XI	1	K	5,4	+170	+ 77	+160	+ 67	B	5,4	+195	+102	+200	+107
	1	KA	5,4	+155	+ 62	+160	+ 67						
	1	BA	5,5	+165	+ 78	+140	+ 53						
XII	1	K	5,5	+200	+112	+180	+ 92	B	5,6	+200	+119	+210	+129
	1	KK1	5,4	+195	+102	+175	+ 82	B	5,6	+210	+129	+210	+129
XIII	2	KK1	5,2			+100	- 5	BK1	5,0			+180	+ 64
XIII	2	K	5,0			+120	+ 4	B	5,2			+140	+ 35
XI	3	K	4,8	+200	+ 72	+175	+ 47	B	5,0	+235	+119	+190	+ 74
	3	BA	5,0	+165	+ 49	+140	+ 24						
XII	3	K	5,1	+200	+ 90	+150	+ 40	B	5,0	+220	+104	+285	+169
	3	KK1	5,0	+130	+ 8	+135	+ 13	BK1	5,0	+200	+ 84	+190	+ 74
X	7	K	4,8	+235	+107	+230	+102	B	4,9	+265	+143	+290	+168
	7	BA	4,9	+150	+ 28	+140	+ 12	B	4,9	+210	+ 88	+170	+ 48
X	7	BA	4,9	+210	+ 88	+170	+ 48	B	4,9	+250	+128	+255	+133
	26	K	4,7	+170	+ 36	+140	+ 7	B	4,4	+210	+ 52	+ 220	+ 70
XII	44	K	4,8	+273	+147	+210	+ 82	B	4,9	+300	+178	+210	+ 88
XI	51	K	4,7	+195	+ 61	+192	+ 58	B	4,7	+200	+ 66	+200	+ 66
	51	KA	4,7	+180	+ 52	+185	+ 51						
	51	BA	4,7	+205	+ 71	+200	+ 66						

Die Unterschiede im Redoxpotential zwischen Würsten mit stabiler Farbe und Würsten, die bei Einwirkung von Tageslicht verblassen, vergrauen oder vergrünen, sind in der Tab. 4 aus den gleichen Versuchen nach dem Alter der Würste gegenübergestellt.

Bei Würsten mit stabiler Farbhaltung liegt das Redoxpotential im Kern um durchschnittlich +48 mV. (bei pH 7,0) höher als bei den in der Farbhaltung instabilen Würsten. In 2 bis 3 Stunden alter, mit Nitritpökelsalz gemischter Wurstmasse liegen die Eh'-Werte bei Ascorbinsäurezusatz bei ca. +65 mV, ohne Ascorbinsäurezusatz bei +120 bis +160 mV. In der Tab. 4 sind auch Werte von 1 Tag alter Wurst, von der man noch keine konstante Farbhaltung verlangen kann, aufgenommen, da sich bereits zu diesem Zeitpunkt das hohe Redoxpotential der späteren farbbeständigen Würste abzeichnet. Bei den 44 und 51 Tage alten Würsten ist der Unterschied gering.

Im allgemeinen ist das Potential in der Randzone (ca. 5 mm unter der Wursthülle gemessen) höher als im Zentrum der Wurst.

Die Meßergebnisse zwischen Würsten aus verschiedenen Versuchen variieren stark. Die Tab. 6 zeigt die Mittelwerte, die Differenzen der Mittelwerte von stabilen und instabilen Würsten und die Schwankungen, der in der Tab. 4 zusammengestellten Einzelwerte (Eh' bei pH 7,0).

Tabelle 5

Mittelwerte, Differenzen und Schwankungen der Eh'-Werte (pH 7,0) nach Tab. 4 in mV

Sp. No.	instabil		stabil		Differenz	
	Rand	Kern	Rand	Kern		
Sp. No.	6	8	12	14	12 - 6	14 - 8
\bar{x}	+ 73	+ 48	+110	+ 97	+37	+48
x max.	+147	+102	+178	+168		
x min.	+ 8	- 5	+ 59	+ 35		

Bei der Verwendung der Nitratpökung können ähnliche Unterschiede im Redoxpotential zwischen in der Farbhaltung stabilen und instabilen Würsten beobachtet werden. In der Tab. 6 sind Meßergebnisse von Produkten eines Betriebes verzeichnet.

Tabelle 6

Redoxpotential im Kern von mit Nitrat gepökelten Würsten in mV
(Eh' bei pH 7,0)

Alter Tage	Art	pH	Potential		Potential		Farbhaltung der Anschnitte
			nach 6 Minuten Eh	Eh'	nach 1 Stunde Eh	Eh'	
2	Salami	5,8	+180	+110	+145	+ 75	instabil
5 a	Mettw.	5,8	+100	+ 30	+ 65	= 5	instabil
5 b	Mettw..	5,8	+130	+ 60	+ 95	+ 25	instabil
6	Carvel.	5,5	+ 95	+ 8	+ 55	- 90	instabil
7	Salami	5,8	+190	+103	+180	+110	<u>stabil</u>
14	Salami	5,6	+175	+ 94	+130	+ 49	instabil

Diskussion und Schlußfolgerungen

Übereinstimmend mit den Beobachtungen von NIINIVAARA (1955), KOVÁCS und KOVÁCS (1963) und KOVÁCS und MÁRTON (1963) sinkt das Redoxpotential mit dem Wachstum der Mikroflora in der Wurst. Bei der ungarischen Salami kommt der Einfluß der an der Oberfläche der Wurst wachsenden Pilze und Hefen, die dem Eindringen von Luftsauerstoff entgegenwirken, hinzu. Bei unseren Versuchen lagen die Gesamtkeimzahlen der vergrauenden, unimpften Würste (10^9 bis 10^{10}) z.Z. der maximalen Entwicklung der Mikroflora in den ersten 5 Tagen der Reifung um ca. 2 Dezimalstellen höher als bei den beimpften Würsten, sowohl mit als auch ohne Ascorbinsäurezusatz (Kuchling 1964).

Das Auftreten des relativ niedrigeren Potentials bei Ascorbinsäurezusatz mit Farbveränderungen trotz der Beimpfung zeigt, daß die Potentialveränderung nicht erst auf die in den ersten 2 Tagen einsetzende Entwicklung der Fermentationsflora aus Milchsäurebakterien zurückzuführen ist. Der nachteilige Einfluß von Ascorbinsäure auf die Entwicklung der Farbe durch zu große Mengen Ascorbinsäure oder bei Pökelwaren wurde bereits von KIESE und KAESKE (1942), CHANG und WALTS (1949) und WALTS und LEHMANN (1952) festgestellt (zit. nach Boscó 1963). Durch die Beimpfung mit *Pediococci* konnten wir eine Verminderung des Wachstums und ein schnelleres Absterben von gramnegativen und coliformen Organismen, die mit dem Fleisch in mehr oder weniger großer Zahl in die Wurstmasse gelangen und

in der frischen Wurstmasse mit einem großen Anteil an der Gesamtflora beteiligt sind, beobachten. Die Potentialsenkung durch das Wachstum der Mikroorganismen ist außer von Faktoren des Mediums und der Umgebung auch von der Art der Organismen abhängig. Coliforme Organismen reduzieren das Medium am schnellsten (Hewitt 1960, Rabotnowa 1963). Von den Laktobakterien stellen orale Typen ($-0,25$ V) ein viel stärker reduziertes Potential her als *L. acidophilus* ($-0,15$ V), *bulgaricus*, *bifidus* u.a. (Gillespie und Rettger 1938). *Streptococcus faecalis* hat eine höhere Reduktionskraft in künstlichen Medien ($E_h = \text{ca. } -90$ mV) als *Streptococcus faecium* ($E_h = \text{ca. } +100$ mV) und *Streptococcus bovis* ($E_h = \text{ca. } +175$ mV) (Barnes 1956). Bildung von Peroxyden beeinflusst ebenfalls das Potential, was zum Auftreten von Verfärbungen führt (Jensen 1954).

Das Potential ist nicht allein von der Art und dem Wachstum der Organismen, sondern auch von der Pufferkapazität der das Potential beeinflussenden Faktoren abhängig. Die stabilisierende Wirkung des Nitrates und seiner Spaltprodukte (Elma u. Mitarbeiter 1934, ZoBell 1935) sowie die Störungen durch Ausbleiben der Nitratreduktion werden von NIINIVAARA (1955) eingehend beschrieben. Redoxpuffer sind auch SH-Systeme. So konnte Cole (1961) eine Beschleunigung des Verblässens von Pökelpigmenten durch freie SH-Gruppen feststellen.

Neben der Farbveränderung trat bei den nicht beimpften Würsten eine säuerlich scharfe Geschmacksabweichung auf. Über ähnliche Beobachtungen der Beziehung zwischen Redoxpotential, Farbe und Aroma wird aus der Milchindustrie berichtet. DAVIS (1932, 1938) und DAVIES und Mitarb. (1934) stellten fest, daß die Fettoxydation von Käse nicht bei E_h weniger als $+0,3$ V (bei pH 6,5) und der anaerobe Fehler "rusti spott" nicht bei E_h über $-0,1$ V (bei pH 5,6) in Erscheinung tritt. Zur Stabilisation der Fermentation und des Redoxpotentials wird daher bei der Käseherstellung ebenfalls Nitrat verwendet. Der Verlauf des Potentials bei der Reifung von Cheddar-Käse wird vor allem durch Reinkulturen von *Streptococcus lactis*, gefolgt von Laktobakterien im späteren Verlauf der Reifung, gehalten. GREENBANK (1940) weist darauf hin, daß der oxydierte Geschmack von Milch durch oxydierende Bedingungen entsprechend deren Intensität sowohl gefördert als auch gehemmt werden kann. Er unterscheidet daher zwei Stadien der Oxydation:

Oxydation zu Verbindungen als Zwischenprodukte mit oxydiertem Geschmack und vollständige Oxydation zu geschmacklosen Verbindungen.

Die Oxydationsstreifen der Milch werden symbolisiert:

R	RO	RO ₂
kein oxydierter Geschmack (Eh 0 bis -50 mV)	oxydierter Geschmack (Eh 0 bis +50 mV)	kein oxydierter Geschmack (Eh +70 bis +160 mV)

In ähnlicher Form müssen die in der Rohwurst auftretenden Veränderungen untersucht und gedeutet werden.

Die Messung des Redoxpotentials wird durch die Inhomogenität der Wurst erschwert. Die Einstellung eines Redoxgleichgewichtes kann mehrere Stunden dauern. Das ist insbesondere bei wenig stabilen Produkten der Fall. Die Verwendung von Elektroden mit großen Reaktionsflächen (Taylor und Walters, 1964) erscheint daher auch bei Messungen in der Rohwurst zweckmäßiger.

Schlußfolgerungen

Die Veränderungen des Redoxpotentials während der Reifung der Rohwurst haben eine große Bedeutung für die Farb- und Aromabildung. Abfall des Potentials in den ersten Stunden der Reifung unter ca. +100 mV (Eh! bei pH 7,0) führte zum Verblässen und Vergrauen der frischen Anschnittfläche des Kernes. Die Senkung des Potentials ist von der Art und der Entwicklung der Mikroflora und der Kapazität der in der Wurstmasse vorhandenen Redoxsystemen abhängig. Durch Zusatz von Ascorbinsäure kommt es zu einer Senkung des Redoxpotentials mit verringerter Farbstabilität.

Die Messung des Redoxpotentials in der Rohwurst wird durch die Inhomogenität des Materials erschwert. Es ist besonders bei instabilen Produkten eine längere Beobachtungszeit über mehrere Stunden bis zum Einstellen eines Gleichgewichtes erforderlich.

Anerkennung

N. DIMITROWA vom Institut für Tierische Erzeugnisse, Sofia - Bulgarien, wird für ihren Einsatz bei der Einführung dieser Untersuchungen dankbare Anerkennung ausgesprochen.

Literaturverzeichnis

- (1) B a r n e s, E.M., Tetrazolium reduction as a means of differentiating *Streptococcus faecalis* from *Streptococcus faecium*. *J.gen.Microbiol.* 14, 57-68 (1956)
- (2) B o s c h, J., Die Pökellung und Farbveränderung des Fleisches. *Fleischwirtschaft* 15, 492-502 (1963)
- (3) C o l e, M.S., Relation of thiol-groups to the fading of cured meat. *Diss. Abstr.* 1961, 22, 533. Ref. in *J.Sci.Fd. Agric.* 13, 1 104 (1962)
- (4) C o o k, W.E., and A.E. C h a d d e r t o n, Canadian Wiltshire Bacon. III. pH, oxidation-reduction potential, an miscellaneous measurements on bacon and pickle. *Canad.J.Research D* 18, 149-158 (1940)
- (5) D a v i e s, W.L., D a v i s, J.G., D e a r d e n, D.V., and M a t t i c k, A.T., Studies in Cheddar cheese, II. The effect of controlled oxidation-reduction potential on ripening. *J.Dairy Research* 5, 144 (1934)
- (6) D a v i s, J.G., Studies in Cheddar cheese. I. The oxidation-reduction potentials of ripening Cheddar cheese. *J. Dairy Research* 3, 241 (1932)
- (7) D a v i s, J.G., Induced oxidation-reduction potentials, rates of growth, and the volatile acid production of lactic acid bacteria in milk. *J.Dairy Research* 9, 85-94 (1938)
- (8) D e b r o t, S., Des Saumures. *Schweizer Arch.f.Tierheilkunde* 94, 590-592 (1952)
- (9) E l m a, B., K l u y v e r, A.J., und J.W. van D a l f s e n, Über die Beziehungen zwischen den Stoffwechselfvorgängen der Mikroorganismen und dem Oxydoreduktionspotential im Medium. *I.Biochem.Ztschr.* 270, 317 (1934)
- (10) G i l l e s p i e, R.W.H., and L.F. R e t t g e r, Bacterial oxidation-reduction studies. II. Differentiation of *Lactobacilli* of divers origin. *J.Bacteriol.* 36, 621-631 (1938)
- (11) G r e e n b a n k, G.R., Variation in the oxidation-reduction potential as a cause for the oxidized flavor in milk. *J.Dairy Sci.* 23, 725-744 (1940)
- (12) G r e v e r, A.B.G., und L.J. S c h u d d e b o n, Biochemical oxygen demand (B.O.D.) of brines. *The Microbiology of Fish and Meat Curing Brines* 1957, 325-329

- (13) H e n r y, M., J o u b e r t, L., R e n a u l t, L., and P. G o r e t, Sur une bactérie hautement dénitrifiante des saumures de viandes. The Microbiology of Fish and Meat curing brines 1957, S. 213-222
- (14) H e w i t t, L.F., Oxidation-reduction potentials in bacteriology and biochemistry, Edinburgh 6 th Ed., E.S. Livingstone 1950
- (15) H o r n s e y, H.C., and M a l l o w s, J.H., Beef curing brines. I. Bacterial and chemical changes occurring in rapidly developing, short-life brines. J.Sci.Fd.Agric. 2, 573-583 (1954)
- (16) J e n s e n, L.M., Microbiology of Meat. The Garrard Press, Publishers, Champaign. Illinois, 3 th Ed. (1954)
- (17) K o v á c s, E., und K.P. M á r t o n, Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Reifungsprozeß und Elektrodenpotential der Salami. Fleischwirtschaft 15, 606-610 (1963)
- (18) K o v á c s, P.M., und E. K o v á c s, Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Reifung der Salami und den Änderungen des Elektrodenpotentials (ungarisch). Húsipar 12, 86 (1963)
- (19) K u c h l i n g, E., Zur Verwendung von *Pediococcus cerevisiae* als Starterkultur zur Beschleunigung des Herstellungsverfahrens von Rohwurst. X. Europäisches Treffen der Fleischforscher, Roskilde, August 1964, Paper Nr. 8 - 3
- (20) L e i s t n e r, L., und A. M i r n a, Das Redoxpotential von Pökellaken. Fleischwirtschaft 11, 659-666 (1959)
- (21) Manual of Microbiological Methods, McGraw-Hill Book Co. Inc., New York 1957
- (22) N i i n i v a a r a, F.P., Über den Einfluß von Bakterienreinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst. Acta Agralia Fennica 84, 1-128 (1955)
- (23) R a b o t n o w a, J.L., Die Bedeutung physikalisch-chemischer Faktoren (pH und rH_2) für die Lebenstätigkeit der Mikroorganismen, VEB Fischer Verlag, Jena 1963
- (24) T a y l o r, A.McM., and C.L. W a l t e r s, The problem of redox potential measurement on meat. X. European Meeting of Meat Research Workers, Roskilde, August 1964, Paper C - 11
- (25) Z e B e l l, C.E., Oxidation-reduction potentials of marine nitrifiers. J.Bacteriol. 29, 78 (1935)

Zusammenfassung

Bei den Untersuchungen zur Herstellung von Rohwurst mit Starterkulturen wurde wiederholt unter Einwirkung des Tageslichtes ein schnelles Verblässen mit Vergrauen und Vergrünen der frischen Anschnittflächen der unbeimpften Kontrollen beobachtet, während bei den beimpften Würsten die Pökelfarbe unverändert erhalten blieb. Die Farbveränderung trat auch bei beimpften Würsten auf, wenn die Würste unter Zusatz von Ascorbinsäure hergestellt wurden. Bei den Würsten mit verminderter Farbstabilität konnte durch potentiometrische Messungen ein niedrigerer Redoxpotentialwert als bei den Würsten ohne Farbatweichungen festgestellt werden.

Resumé

Aux cours des recherches l'inoculation des "Starterkulturen" (cultures de *pediococcus cerevisiae*) au saucisson cru pour stabiliser le procédé de la fabrication du saucisson cru on vient constater à plusieurs reprises que sous l'influence de la lumière le saucisson non inoculer va palir ou devient gris ou vert. Tout aux contraire le saucisson inoculer la couleur ne faite voir aucun changement. Il n'y as pas des modifications au couleur saumure sauf en cas de l'application de l'acide ascorbine. Toute saucisson avec une couleur peut stable fait voir une diminution du redox potential.

Summary

In the studies on the production of raw sausage with starter cultures repeatedly a quick fading accompanied by greening and graying of the fresh cut surface of the uninoculated controls was observed if they were exposed to daylight. With the inoculated sausages the pickling colour kept unchanged. The change in colour occurred with inoculated sausages, too, if the sausages were produced with an addition of ascorbic acid. With the sausages having an inferior colour stability by potentiometric measurements a smaller oxidation-reduction potential was found than with the sausages showing no changes in colour.

Резюме

При исследованиях в области производства сырокопченых колбас с применением заквасочных культур неоднократно устанавливали быстрое бледнение с посерением и позеленением свежей поверхностей разреза не инокулированных контрольных образцов под влиянием дневного света. Что касается инокулированных колбас краска полученная при посоле сохранилась без изменения. Изменение краски тоже появилось в инокулированных колбасах если колбасы производились с добавлением аскорбиновой кислоты. При помощи потенциметрических измерений в колбасах располагающих низкопробной устойчивостью краски устанавливали меньший окислительно-восстановительный потенциал чем в колбасах без изменений краски.