

Değişik Firmalara Ait Salamların Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri

Güzin APAYDIN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum-TÜRKİYE

Ziya Gökalp CEYLAN

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum-TÜRKİYE

Mükerrem KAYA

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 10.04.2002

Özet: Araştırmada Erzurum piyasasından temin edilen 4 farklı firmaya (A,B,C,D) ait salamların mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. İncelenen 30 örneğin % 90'ında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ≤ 5 log kob/g, % 80'inde laktik asit bakteri sayısı < 2 log kob/g, % 66,67'sinde maya-küf sayısı < 2 log kob/g ve % 90'ında ise *Clostridium perfringens* sayısı < 1 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Enterobacteriaceae, koliform grubu bakteri, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* ve *Enterococcus* sayıları da saptanabilir sınırların altında bulunmuştur. Ayrıca, örneklerin *Listeria* spp. ve *Salmonella* spp. içermedikleri de tespit edilmiştir. Analiz edilen salamlarda ortalama su/protein oranı $4,96 \pm 0,63$, yağ/protein oranı $1,22 \pm 0,28$, pH değeri $6,40 \pm 0,31$ ve hidroksiprolin miktarı $0,162 \pm 0,059$ g/100 g olarak saptanmıştır. Firmalar arasında tuz ve nitrit yönünden istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Salam, kalıntı nitrit, hidroksiprolin, su/protein oranı, patojen flora.

Some Microbiological and Chemical Properties of Bologna-Type Sausage Samples From Different Brands

Abstract: In this study, the microbiological and chemical quality of bologna-type sausage samples from 4 different brands (A,B,C,D) sold in Erzurum markets was determined. Microbiological analysis showed that while the total aerobic mesophilic bacteria numbers were < 5 log CFU/g in 90% of the 30 samples, 80% had lactic bacteria numbers of < 2 log CFU/g, 66.67% had yeast-mould numbers of < 2 log CFU/g and 90% had *Clostridium perfringens* numbers of < 1 CFU/g. Enterobacteriaceae, coliform group bacteria, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* and *Enterococcus* numbers were under detectable limits in all samples. Furthermore, the samples did not contain *Listeria* spp. or *Salmonella* spp. On the other hand, the average water/protein ratio, oil/protein ratio, pH values and hydroxyprolin content were 4.96 ± 0.63 , 1.22 ± 0.28 , 6.40 ± 0.31 and 0.162 ± 0.059 g/100 g, respectively. The nitrite and salt averages were statistically different among all brands.

Key Words: Bologna-type sausage, residual nitrite, hydroxyprolin, water/protein ratio, pathogen flora.

Giriş

Sosis ve salam gibi emülsiyon teknolojisi uygulanarak üretilen et ürünlerinde üretim prosesine bağlı olmak üzere değişen sıcaklıklarda uygulanan ısı işlem, bakteri ve küf sporları hariç pek çok mikroorganizmanın vegetatif formlarını etkileyerek ürünün mikrobiyal yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır (1). Ancak, emülsiyon tipi et ürünleri yüksek pH (6,0–6,4) ve a_w (0,97–0,98) nedeniyle kolay bozulabilen, raf ömürleri kısa ürünlerdir (2). Ayrıca, bu özellikleriyle insan sağlığı için risk oluşturabilen *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* gibi bir çok gıda kaynaklı patojen bakterinin bulunabileceği

belirtilmiştir (1,3-8). Ülkemizde salamların genel mikrobiyolojik ve kimyasal bileşimi konusunda yapılan araştırma sayısı oldukça sınırlıdır (3,9). Ertaş ve Kolsarıcı (9), Ankara piyasasından sağlanan salam örnekleri üzerinde yaptıkları araştırmada salamların yağ içeriklerinin % 14,72-25,33 arasında, protein miktarının % 10,92–17,19 arasında, su miktarının ise % 49,16-64,54 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Aran (3) tarafından yürütülen bir araştırmada ise, İstanbul piyasasından temin edilen salam örneklerinin % 24'ünde fekal koliform, % 79,2'sinde fekal streptokok ve % 4'ünde ise *Salmonella* kontaminasyonu olduğu saptanmıştır.

Bu araştırma, Erzurum piyasasında tüketime sunulan salam örneklerinin bazı gıda patojenleri (*Salmonella* spp., *C. perfringens*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus*) yönünden güvenilirliğinin belirlenmesi yanında, emülsiyon tipi et ürünlerinde istenmeyen tat ve görünüm bozukluklarına sebep olan bazı mikroorganizma sayılarının ve bazı kimyasal özelliklerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Araştırma, Erzurum piyasasından belirli dönemler halinde toplanmış, ülkemizde yaygın satış yapan 4 farklı firmaya (A, B, C ve D) ait toplam 30 adet salam örneği üzerinde yürütülmüştür.

Örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri, Enterobacteriaceae, Enterococcus, laktik asit bakteri ve *S. aureus* sayımları Baumgart ve ark. (10)'na göre, *Pseudomonas*, koliform grubu bakteri ve *E. coli* sayımları ile *C. perfringens* sayımları Gökalp ve ark. (11)'na göre yapılmıştır. Ayrıca, örneklerin maya-küf sayıları da tespit edilmiş (12), *L. monocytogenes* ve diğer *Listeria* türleri (6,13,14) ile *Salmonella* da (10,11) aranmıştır.

Örneklerin su ile pH değerleri Gökalp ve ark. (11)'na, ham protein, ham yağ miktarı Ockerman (15)'a

hidroksiprolin, kalıntı nitrit ve tuz miktarları ise Tauchmann (16)'a göre yapılmıştır.

Araştırma tam şansa bağlı deneme planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Veriler varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (17).

Bulgular

Erzurum piyasasından temin edilen salam örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakteri, maya-küf, *C. perfringens* sayılarının frekans dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Bütün örneklerde Enterococcus ve *Pseudomonas* sayıları <2 log kob/g, *S. aureus* <3 EMS/g, Enterobacteriaceae, koliform grubu bakteri ve *E. coli* sayısı da <1 log kob/g saptanabilir sınırların altında bulunmuştur. Yapılan analizler sonucu örneklerin *Listeria* spp. ve *Salmonella* spp. içermedikleri de tespit edilmiştir.

Salam örneklerinin su, ham protein, ham yağ miktarları ile su/protein, yağ/protein, tuz, nitrit, pH ve hidroksiprolin değerlerine ait ortalamalar da Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Salam örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakteri, maya-küf ve *C. perfringens* sayılarına ait frekans dağılımı tablosu.

Firma	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri					Laktik Asit Bakteri			Maya-Küf			<i>C. perfringens</i>		
	<2 ^a	2-<3,3	3,3-<4,3	4,3-≤5	>5	<2	2-<3,3	3,3-<4,6	<2	2-≤3,3	>3,3	<1	1-<2,3	2,3-<2,7
A	10 ^b	50	20	10	10	80	-	20	80	20	-	100	-	-
B	25	-	50	-	25	100	-	-	25	50	25	100	-	-
C	8,33	25	41,67	16,67	8,33	66,66	16,67	16,67	75	25	-	75	16,67	8,33
D	-	25	75	-	-	100	-	-	50	50	-	100	-	-
Genel Ortalama	6,67	33,33	40	10	10	80	6,67	13,33	66,67	30	3,33	90	6,67	3,33

^a log kob/g,

^b Değerler % olarak verilmiştir.

Tablo 2. Salam örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları (P < 0,05).

Firma	Su (%)	Protein (%)	Su/Protein	Yağ (%)	Yağ/Protein	Tuz (%)	Nitrit (ppm)	pH	Hidroksiprolin (g/100g)
A	65,13 ± 1,91a ¹	14,18 ± 1,35a	4,63 ± 0,47a	13,25 ± 4,60a	1,14 ± 0,33a	2,00 ± 0,09 b	35,87 ± 23,91 a	6,45 ± 0,51a	0,150 ± 0,060a
B	66,39 ± 6,15a	12,31 ± 1,56a	5,48 ± 1,04a	15,77 ± 4,49a	1,30 ± 0,29a	2,15 ± 0,08 a	17,7 ± 8,26 b	6,38 ± 0,12a	0,129 ± 0,031a
C	65,76 ± 2,48a	13,31 ± 1,31a	4,98 ± 0,53a	16,31 ± 2,54a	1,26 ± 0,27a	1,79 ± 0,14 c	7,09 ± 5,29 b	6,34 ± 0,15a	0,175 ± 0,061a
D	66,57 ± 1,46a	12,79 ± 1,08a	5,25 ± 0,51a	15,67 ± 1,26a	1,23 ± 0,17a	2,12 ± 0,13 ab	12,30 ± 5,12 b	6,46 ± 0,04a	0,189 ± 0,070a
Genel Ortalama	65,74 ± 2,81	13,40 ± 1,42	4,96 ± 0,63	15,13 ± 3,63	1,22 ± 0,28	1,95 ± 0,18	18,80 ± 19,00	6,40 ± 0,31	0,162 ± 0,059

¹ Aynı sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalama değerler istatistiksel olarak birbirlerinden farklıdır.

Tartışma

Tablo 1'de belirtildiği gibi salamların % 10'unun Salam Standardı'nda (TS 979) belirtilen toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının en fazla 5 log kob/g olması gerekir ibaresine uymadığı belirlenmiştir (18). Örneklerin % 90'ının ise standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, Aran (3)'ün bulgularına kısmen benzerlik göstermektedir.

Sosis, salam gibi et ürünlerinde laktik asit bakterilerinin mikrofloranın önemli bir kısmını oluşturduğu belirtilmektedir (19). Ancak, bu araştırmada incelenen salam örneklerinin sadece % 13,33'ünde laktik asit bakterileri dominant flora durumundadır. Örneklerin % 80'inde ise laktik asit bakteri sayısı 2 log kob/g'dan daha az olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Enterococcus cinsi bakteriler gıda endüstrisinde yararlanılan ısıtma, kurutma, dondurma gibi işlemler ile temizlik ve dezenfeksiyona nispeten dirençlidirler. Bu nedenle işlem görmüş gıda ürünleri için koliform grubu bakterilere kıyasla iyi bir sanitasyon ve/veya fekal kontaminasyon indikatörü olma özelliğine sahiptirler (20). İncelenen bütün örneklerde Enterococcus sayılarının saptanabilir sınırların (<2 log kob/g) altında olması uygulanan ısıtma işleminin ve sanitasyonun yeterli olma ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

Gıda maddelerinin gerekli hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun üretim yapılıp yapılmadığını belirlemede indikatör bakteriler (Enterobacteriaceae, koliform grubu bakteri ve *E. coli* vb.) kullanılmaktadır (20). Analiz edilen salamlarda, Enterobacteriaceae, koliform grubu bakteri ve *E. coli* sayılarının 1 log kob/g'dan daha az olduğu belirlenmiş ve Enterobacteriaceae familyasının üyesi olan Salmonella cinsi bakterilere de yapılan analizler sonucu rastlanılmamıştır. Ayrıca Pseudomonas sayısı bütün örneklerde 2 log kob/g'dan az bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre incelenen salam örneklerinin Gram negatif flora bakımından güvenilir olduğu söylenebilir.

Maya-küf sayısının örneklerin % 66,67'sinde 2 log kob/g'dan az olduğu, % 30'unda ise 2-<3,3 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 1). Salam Standardı'nda maya-küf sayısının en çok 2 log kob/g olacağı belirtilmiştir (18). Örneklerin büyük bir kısmı standartta belirtilen değerlere uygunluk göstermektedir.

C. perfringens et ve tavuk ürünlerinde yaygın bir şekilde bulunan patojen bir mikroorganizmadır. Vegetatif

hücreleri 60 °C civarında zarar görürler, ancak sporları ısıtma işlemde canlı kalabilir ve uygun şartlarda vegetatif forma dönüşerek hızla üreyebilirler (4,21). *C. perfringens* sayısı örneklerin % 90'ında 1 log kob/g'dan az, % 6,67'sinde 1-<2,3 log kob/g arasında ve % 3,33'ünde de 2,3-<2,7 log kob/g arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Elde edilen en yüksek *C. perfringens* sayısı (2,69 log kob/g) dahi gıda zehirlenmesine sebep olacak seviyede değildir. Bununla birlikte ürünlerin soğukta muhafaza edilmemesi halinde bu bakteri sayısında önemli artışlar olması muhtemeldir.

S. aureus et endüstrisinde özellikle kür edilmiş et ürünlerinde büyük öneme sahiptir. Salam ve sosis gibi ürünlerin üretiminde kullanılan ısıtma işlemi genellikle bu mikroorganizmanın inaktivasyonu için yeterli olmaktadır (1,22). Salam örneklerinde *S. aureus* sayısını EMS metodu uygulanarak gerçekleştirilmiş ve sayının bütün örneklerde 3 EMS/g'dan az olduğu belirlenmiştir.

Salam, sosis gibi tüketime hazır et ürünleri, gıda kaynaklı bir patojen olan *L. monocytogenes* içerebilmektedir (6). Özellikle dilimlenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanan salamlarda bu bakterinin soğukta muhafazası sırasında da gelişebildiği belirlenmiştir (7,23). Yapılan araştırmada Erzurum piyasasından temin edilmiş salam örneklerinin hiç birinde *L. monocytogenes* ve diğer Listeria türlerinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Schmidt (6), dilimlenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanmış salamların % 17'sinin, Teufel (8) ise salam örneklerinin % 11,8'inin *L. monocytogenes* içerdiğini belirtmişlerdir.

Örneklerin ortalama su oranı % 65,74 ± 2,81 ve ham protein oranı da % 13,40 ± 1,42 olarak bulunmuştur. Salam Standardı'nda su ve protein oranı ile ilgili bir hüküm bulunmamaktadır. Ancak, su/protein oranının 4,8'den fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir (18). Analiz edilen örneklerde genellikle su oranının yüksek ve protein oranının ise düşük olduğu belirlenmiştir. Örneklerin ham yağ oranları, Ertaş ve Kolsarıcı'nın (9) Ankara piyasasından temin ettiği salamlara ait ham yağ değerleriyle uyum içinde değildir. Wirth, (24) salamların (Lyoner, Gelbwurst, Jadwurst, Schinkenwurst, Mortedalla) yağ oranlarının % 15-35 arasında değiştiğini ancak yağ oranı düşürülmüş ürünlerde ise yağ oranının % 10 civarında olduğu belirtilmektedir. Bu durumda incelenen salam örneklerinin bazıları yağı azaltılmış ürünler olarak nitelendirilebilir. Salam Standardı'nda yağ oranı ile ilgili bir hüküm bulunmamasına karşın

yağ/protein oranının 2,0 sınırını aşmaması gerektiği kaydedilmiştir (18). Analiz edilen salamların bu sınırı aşmaması yağ oranlarının düşük olmasıyla açıklanabilir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu; örneklerin su, ham protein ve ham yağ değerleri yönünden firmalar arasında bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0,05$). Salam örneklerinin ortalama tuz oranının $\% 1,95 \pm 0,18$ olduğu tespit edilmiş (Tablo 2) ve yapılan istatistiksel analizler sonucu firmalar arasında tuz oranı açısından farklılıklar belirlenmiştir ($P < 0,05$). Örneklerin kalıntı nitrit miktarları ise ortalama $18,80 \pm 19,00$ ppm olarak bulunmuştur (Tablo 2). Nitrit miktarı yönünden A firmasının ortalama değerleri diğer firma ortalamalarından istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P < 0,05$). Bütün örnekler kalıntı nitrit miktarı açısından Salam Standardı'na uyduğu gibi Wirth (25)'in belirttiği 100 ppm sınırının da altındadır. Salam örneklerinin pH değeri $6,40 \pm 0,31$ olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Ancak, bütün örnekler dikkate alındığında $\% 60$ 'lık kısmın Salam Standardı'nda belirtilen pH 6,4 sınırını aştığı belirlenmiştir (18). Bu sonucun üretici firmaların

kullandıkları katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İncelenen salam örneklerinin hidroksiprolin miktarı ortalama $0,162 \pm 0,059$ g/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Belirlenen hidroksiprolin değerleri Ertaş ve Kolsarıcı (9)'nın değerlerine benzerlik göstermektedir. Salam Standardı'nda hidroksiprolin miktarının 100 g örnekte en çok 225 mg olacağı bildirilmektedir (18). Analiz edilen bazı örneklerin standartta belirtilen hidroksiprolin sınırını aştığı belirlenmiştir. Bu sonuç kullanılan et hammaddesinin bağ dokuca zengin olmasına bağlanmıştır.

Araştırmada incelenen salamların mikrobiyolojik özellikleri $\% 10$ 'u hariç genellikle Salam Standardı'nda belirtilen değerlere uygundur. Ayrıca, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *C. perfringens* ve Salmonella gibi patojen bakteriler yönünden de güvenilir olduğu söylenebilir. Fakat, örneklerin genellikle su oranı ve pH değerinin yüksek, protein oranı ise düşük bulunmuştur. Bu nedenle üretici firmaların üretim proseslerini gözden geçirmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Price, J.F., Schweigert, B.S.: The Science of Meat and Products. Third Edition. Food and Nutrition Press Inc., Westport, Connecticut. USA. 1987.
- Tändler, K.: Frankfurter-Type Sausages Shelf-Life and Packaging of the Fresh Product. Fleischwirtschaft, 1986; 66: 868-872.
- Aran, N.: İstanbul Piyasasında Tüketilen Bazı Hazır Gıdaların Tüketicisi Sağlığı Yönünden Değerlendirilmesi. Gıda San., 1988; 2: 36-42.
- Cooksey, D.K., Klein, B.P., McKeith, F.K., Blaschek, H.P.: Post-packaging Pasteurization Reduces *Clostridium perfringens* and Other Bacteria in Precooked Vacuum-Package Beef Lion Chunks. J. Food Sci., 1993; 58: 239-241.
- Guang-hua, W., Xiao-ling, Q.: The Incidence of *C. perfringens*, *S. aureus*, Salmonella and *L. monocytogenes* in Retail Meat and Meat Product in Beijing. Fleischwirtschaft, 1994; 74: 288-290.
- Schmidt, U.: Verfahren zum Nachweis von Listerien in Fleisch und Fleischerzeugnissen. Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung. 1989; 28: 311-316.
- Schmidt, U., Kaya, M.: Verhalten von *Listeria monocytogenes* in vakuumverpackten Brühwurstaufschnitt. Fleischwirtschaft, 1990; 70: 236-240.
- Teufel, P.: Aktuelle Risikokeime in Lebensmitteln. Zbl. Bakt. Hyg. B., 1989; 187: 578-590.
- Ertaş, A.H., Kolsarıcı, N.: Salam, Sosis ve Sucuklarda Hidroksiprolin Miktarı Üzerine Araştırma. Gıda, 1983; 8: 209-215.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., Spicher, G.: Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg, Germany. 1986.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö.: Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yayın No: 318. Ders Kitapları Serisi No: 69, Atatürk Ani. Zir. Fak. Ofset Tesisi, Erzurum. 1995.
- American Public Health Association: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods 3rd ed. Ed. by Vanderzant, C. and Spliststoesser, D.F. American Public Health Association, Washington, D.C., USA. 1992.
- Schmidt, U., Seeliger, H.P.R., Glenn, E., Langer, B., Leistner, L.: Listerienfunde in rohen Felischerzeugnissen. Fleischwirtschaft, 1988; 68: 1313-1316.
- McClain, D., Lee, W.H.: Development of USDA-FSIS Method for Isolation of *Listeria monocytogenes* from Raw Meat and Poultry J. Assoc. Off. Anal. Chem., 1988; 71: 660-664.
- Ockerman, H.W.: Quality Control of Post-Mortem Muscle Tissue Volume 1 Meat and Additives Analysis, Ohio, USA. 1985.
- Tauchmann, F.: Methoden der chemischen Analytik von Fleisch und Fleischwaren. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Germany, 80, 1987.
- Yıldız, N., Bircan, H.: Araştırma ve Deneme Metodları. 2. Baskı. Atatürk Üniv. Yayın No: 697, Ziraat Fak. Yayın No: 305. Ders Kitapları Serisi No: 57, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ofset Tesisi, Erzurum. 1994.

18. Türk Standartları Enstitüsü: Salam Standardı, TS 979 Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara. 1992.
19. Giaccone, V., Sibour, M., Parisi, E.: Sliced, Vacuum-Packed Italian Dry Sausages and Frankfurter-Type Sausages. *Fleischwirtschaft*, 1988; 68: 1001-1003.
20. Temiz A.: Gıdalarda İndikatör ve Patojen Mikroorganizmalar. *Gıda Mikrobiyolojisi*, Editör: Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., II. Baskı, Mengi Tan Basımevi Çınarlı İzmir. 1999; 83-106.
21. Aran, N: Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Toksinler. *Gıda San.*, 1993; 7: 31-46.
22. Göktan, D.: Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, Et Mikrobiyolojisi, Cilt 1, Mühendislik Fak. Yayın No: 21, Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İzmir. 1990.
23. Krämer, K.H., Baumgart, J.: Brühwurstaufschnitt-Hemmung von *Listeria monocytogenes* durch eine modifizierte Atmosphäre. *Fleischwirtschaft*, 1992; 72: 666-668.
24. Wirth, F.: Reducing the Fat and Sodium Content of Meat Products. *Fleischwirtschaft*, 1991; 71: 3-8.
25. Wirth, F.: Pökeln-Farbbildung, Farbhaltung. In: *Technologie der Brühwurst*. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Germany, 123-144, 1984.