



발효소시지의 생산과 미생물적 특성

Benno Kunz · 이주연*

독일 본 대학 식품가공학과

Production and Microbiological Characteristics of Fermented Sausages

Benno Kunz and Joo-Yeon Lee*

Department of Food Technology, University of Bonn, Roemerstrasse 164, 53117 Bonn, Germany

Abstract

In this study, significant factors influencing on the quality and stability of fermented sausage, such as materials, processing conditions, and microbiological characteristics as well as topography during ripening, were documented. Since most fermented sausages are not heated during manufacture or before consumption, a strict control of the growth of pathogens and the selection of favourable conditions that encourage the specific growth and development of desirable microflora are particularly important. With respect to microbiological safety, hurdles, i.e., preservations(nitrite), redox potential, competitive flora, acidity(pH), and water activity(a_w) are matters of importance to prevent proliferation of bacterial pathogens. Today, for ensuring the safety and quality of the final product, the application of starter cultures in combination with the proper processing is subsequently used in practice. For improving the efficiency of microbiological utility in the production of fermented sausages, the understanding of their topography is essential. The documented different points must be taken into account when HACCP systems set up for the manufacture of fermented sausages. There are continuous researches concerning desirable improvements to sausage fermentation with health enhancing properties.

Key words : fermented sausages, processing conditions, microbiological characteristics, bacterial topography

서론

발효소시지란 분쇄한 고기와 돼지 등지방을 소금, 설탕 및 여러 향신료와 혼합한 후 casing에 충전하여, 적절한 온도와 상대습도의 조건 속에 충분한 시간에 걸쳐 발효, 숙성 그리고 건조시킨 소시지이다. 발효소시지는 세절한 고기가 이용된다는 점에서 발효육의 다른 한 종류인 생햄으로부터, 그리고 공정 과정이나 섭취전 열처리가 전혀 되지 않는다는 점에서 가열 소시지나 frankfurter-style 소시지 등과 같은 다른 소시지들로부터 구분된다(Campbell-Platt, 1995; Luecke, 1997).

발효소시지는 유럽지역의 오래된 전통 식품으로, 약 260년전 이태리에서 처음 시작된 것으로 보고되었다(Leistner, 1986; Zeuthen, 1995). 세절한 고기가 소금, 설탕 그리고 향신료 등의 첨가물과 섞여져, 적당히 발효 숙성될 경우 특유의 맛이 형성될 뿐 아니라 장기간 보존될 수 있다는 것을 알게 되었으며, 특히 지중해 연안 국가들(이태리, 프랑스, 스페인 등)의 기후적 특성인 겨울의 적당한 온도와 잦은 비는 소시지의 자연 숙성과 건조에 적절하였으며, 겉 표면에 곰팡이가 번식한 특유의 향과 맛을 생성하는 소시지 종류가 발전하는 것을 도왔을 것으로 여겨진다. 이와는 달리, 중 북부 유럽에서는 훈연처리를 한 소시지가 주로 발달하였다. 소시지의 왕국으로 불리는 독일에서는 약 160년 전부터 발효소시지가 생산된 것으로 알려져 있고, 그 종류만도 300여종에 이르고 있다(Linke, 1985).

* **Corresponding author** : Joo-Yeon Lee, Department of Food Technology, University of Bonn, 164 Roemerstrasse, D-53117 Bonn, Germany. Tel: 82-49-228-734453, Fax: 82-49-228-734429, E-mail: j.lee@uni-bonn.de

Fisher와 Palmer(1995)와 Luecke 등(1990)의 보고에 따르면, 발효소시지의 분류는 무엇을 기준으로 하였는가에 따라 나라마다 약간의 차이가 있다. 발효소시지의 분류를 위해 사용되는 기준은 주로 수분함량, 단백질 함량, 수분/단백질 비율, 무게 손실량(weight loss), 사용한 casing의 직경, 고기의 세절 정도, 원료육 종류, 지방 함량, 첨가한 향신료 등이 있다(Adams, 1986; Zeuthen, 1995). 발효소시지의 특성을 고려하여 미생물학적 측면에서 보았을 때, 이들의 분류를 위해 무엇보다 중요한 것은 수분활성도(a_w)와 혼연처리 여부로 여겨지고 있으며, 이들을 기준으로 Luecke(1997)는 발효소시지를 다음의 Table 1과 같이 분류하였다. 소시지의 숙성은 소시지 혼합물이 casing에 충전되어 완성품이 될 때까지 일어나는 모든 화학적, 물리적, 미생물적 그리고 효소적 변화들을 포함한다(Coretti, 1971; Luecke, 1997). 소시지 숙성은 본격적인 젖산의 생성과 함께 일련의 변화가 일어나는 발효와 건조 및 맛과 향이 생성되는 숙성기간으로 나누어진다.

발효소시지의 생산이 대량화되면서, 생산비를 줄이고 공정과정을 단축시키면서도 일률적이며 좋은 품질의 상품에 대한 필요성이 생기게 되었고, 더 이상 기존의 경험만을 토대로 한 생산기술로는 이러한 조건들을 충족시킬 수가 없었다. 이에 따라 미국에서는 1930년대부터, 그리고 유럽에서는 1950년대부터 소시지의 숙성기간 동안의 미생물적 그리고 화학적 변화에 대한 체계적인 연구가 이루어지게 되었다(Luecke, 1997). 특히, 발효소시지는 공정과정이나 섭취 전에 대부분 열처리를 하지 않는 식품이며, 주로 특별한 냉장 처리 없이 장기간 보존되어지는 특성을 가지기에, 공정과정동안의 유해 미생물의 성장을 막아 위생적으로 안전한 상품을

생산하며, 또 보존력을 높이는 것이 중요하다(Bacus and Brown, 1981; Leistner, 1995; Luecke, 1997). 따라서, 본 고찰에서는 앞에서 제시한 사항에 영향을 미칠 수 있는 요소들인 발효소시지의 생산에 쓰이는 재료와 첨가물, 생산 공정, 그리고 발효와 숙성기간 동안의 미생물의 변화와 소시지의 특성의 이해에 관련된 사항들을 제시하고자 한다.

발효소시지 생산

소시지 재료

발효소시지의 주재료는 고기와 지방이며, 이 외에 중요한 첨가물로는 미생물을 위한 탄소원이 될 당분(sugar), 염지제(curing agent), 향신료(spices), 그리고 스타터(starter culture) 등이 있다. 이들의 배합비율 및 첨가 조건을 다음의 Table 2에 제시하였다(Luecke, 1997).

고기와 지방

위생적으로 안전하며, 바람직한 미생물의 성장 구도를 가진 발효소시지를 생산하는데 있어서 무엇보다 중요한 것은 주원료인 고기와 지방의 미생물 상태와 pH라고 할 수 있다. 이를 위해 도살 후 되도록 빠른 시간 안에 소시지 생산에 사용하는 것이 바람직하며, 항상 2°C 이하의 온도에서 냉장보관하는 것이 중요하다. 또한 냉동 보관한 고기의 경우, 될 수 있으면 녹이지 않고, 얼은 상태로 작업하기를 권장하는데, 이는 해동하는 과정 중 높은 온도와 고기 표면에 생긴 수분으로 인해 유해한 미생물의 성장이 촉진될 수 있기 때문이다. 또한 장기간 냉동 보관한 고기의 사용을 금하는데, 이는

Table 1. Classification of fermented sausages¹⁾

Category	Ripening times	Final water activity(a_w)	Weight loss during drying	Application of smoke	Examples
Dry, mould-ripened	>4 weeks	<0.9	>30%	No	Genuine Italian salami; French 'saucisson sec'
Dry, mould-ripened	>4 weeks	<0.9	>30%	Yes(during fermentation)	Genuine Hungarian salami
Dry, no mould growth	>4 weeks	<0.9	>30%	Yes or no	German 'Dauerwurst'
Semi-dry, mould-ripened	<4 weeks	0.9~0.95	<20%	No	Various French and Spanish raw sausages
Semi-dry, no mould growth	<4 weeks (usually 10~20 days)	0.90~0.95	<20%	Yes(with exceptions)	Most fermented sausages in Germany, The Netherlands, Scandinavia, USA, etc.
Undried, spreadable	<2 weeks	0.94~0.96	<10%	Yes or no	German 'Streichmettwurst'; Spanish 'sobrasada'

¹⁾ modified from Luecke(1997)

Table 2. Raw materials used for the production of fermented sausages

Groups	Raw materials
Meat and fat	· Lean meat(50~70%)/Fatty tissue(30~50%)
Carbohydrate	· Rapidly fermentable carbohydrate: 0.4~0.8% (e.g. glucose) · Low amounts(0.2~0.3%) are recommended in the case of use of nitrate rather than nitrite
Curing agents	· Sodium chloride(NaCl): usually 2.4~3% · Sodium nitrite: <150 mg/kg · Potassium nitrate: 200~600 mg/kg (in Germany, it is limited to 300 mg/kg)
Spices	· Usually 0.2~0.3% · Paprika, garlic, mace, pimento, cardamom, mustard, etc. · Glucono- δ -lactone(GdL): ~0.5%
Starter culture	See Table 3

발효소시지의 위생에 치명적 역할을 하는 *Pseudomonas* spp. 나 *Enterobacteriaceae*가 낮은 온도에 내성을 가지는 특성으로 인해 나타날 수 있기 때문이다(Hechelmann, 1985).

도살 후 고기의 근육조직 중에 저장되어 있던 글리코젠은 glycogenolysis에 의해 glucose나 glucose-6-phosphate로 분해되고, 이들이 존재하는 젖산균에 의해 이용되어 젖산 등의 유기산이 생성되면서 pH가 약 5.8 정도까지 떨어지게 되어 정상 pH를 보통 5.5~5.9 정도로 보고 있다. 그러나 도살 전 스트레스 등에 의해 글리코젠이 고갈되었을 경우 pH가 6.0 이상이 될 수도 있는데 이와 같은 고기는 발효소시지의 생산에 부적절한 것으로 본다. 그 이유는 정상 pH의 범위에 있는 고기에서는 초기 유해균의 성장이 저해되며, 젖산균의 성장이 도모되어지는 반면(Luecke, 1997), 고기의 pH가 6.0 이상이 되면서 수분 흡착율이 높아져, 발효소시지의 건조가 지연되면서 유해 균의 성장이 촉진되어 상하기 쉽기 때문이다(Newton and Gill, 1981).

발효소시지의 생산에 쓰이는 고기의 선택은 지역적으로 차이가 있는데, 주로 식습관, 종교, 그리고 고기의 가격 등이 영향을 준다. 독일의 경우 쇠고기, 돼지고기, 그리고 지방을 다 함께 사용하는 반면, 헝가리나 이태리의 경우는 주로 돼지고기와 돼지의 지방만을 사용하고, 터키의 고유한 발효소시지인 Soudjouk의 경우 쇠고기와 양의 지방으로 만들어진 다(Luecke, 1997).

염지제(nitrate/nitrite)

발효소시지의 위생적 안전을 위한 가장 중요한 첨가물은 염지제이다. 특히 아질산염은 아직 젖산균 수가 절정에 달하

지 않았고, pH 또한 낮아지고 있는 과정중이며, 건조가 진행되지 않은 발효초기에 유해한 Gram 음성 박테리아들의 성장을 막는데 유효한 것으로 여겨져, Leistner(1984, 1985a)는 그의 발효소시지의 hurdle theory에서 아질산염을 첫 번째 hurdle로 지정하였다. Hurdle theory란 발효소시지의 저장 안정성에 영향을 미치는 일련의 요소들을 의미하는 용어이다(Lleistner, 1985). 발효소시지의 중요한 hurdle들로는 preservation(nitrite), redox potential, competitive flora(특히 젖산균), acidity(pH), water activity(a_w)가 있다. 이들 요소들은 앞의 hurdle 효과가 약해질 때 다음 hurdle이 그 효과를 나타내며, 순차적으로 서로 영향을 주어, 발효소시지의 미생물 안전성에 영향을 미치게 된다. 이들 중 아질산염은 *Salmonella*와 내열성 포자 형성균인 *Clostridium botulinum*의 포자발아 및 증식을 억제하는데 유효한 것으로 여겨져 독일에서는 발효소시지 생산에 적어도 125 ppm 이상을 첨가하도록 권하고 있다. 염지제로 쓰이는 질산염과 아질산염은 이외에도 소시지의 발색 및 향과 맛의 형성을 위하여 사용되며, 항산화적 효과가 있어 산패를 초래하는 지방의 산화를 막는 역할을 한다(Luecke, 1997). 그러나 질산염과 아질산염의 분해 물질이 육속의 제 2 아민(amines)류와 결합하여 발암 물질인 nitrosamin을 생성하는 것으로 알려져 과다 사용을 금하고 있다(Linke, 1985).

당분(sugar)과 향신료(spices)

도살 후 돼지와 소 근육의 글리코젠으로부터 glycogenolysis를 통해 생성된 glucose는 각각 약 4.5와 8 $\mu\text{mol/g}$ 인 것으로 보고되었다(Dainty, 1986; Lawrie, 1991). Glucose 이외에 생성된 glucose-6-phosphate가 있기는 하나, 이들이 모두 젖산균에 의해 이용되어진다 해도 부패미생물의 성장을 막을 정도의 젖산을 생산하기에 충분한 양은 아니다(Luecke, 1997). 이에 따라 젖산균의 에너지원이 되어 그들의 성장을 돕고, 빠른 pH 저하를 유도하여 유해 미생물의 성장을 막도록 하기 위해 여러 종류의 당류가 첨가되어지게 된다. 이들의 첨가에 따른 충분한 pH의 저하는 또한 소시지의 발색, 조직감의 발달, 건조 촉진에 도움이 되어지는 것이다.

이와 비슷한 효과를 가지는 것으로 또 다른 중요한 첨가물은 향신료(spices)이다. 이들의 항미생물적(Gerhardt, 1994; Kraemer, 1997; Kunz, 1994) 그리고 항산화적 효과(Chipaul et al., 1952; Chipaul et al., 1956; Herrmann, 1981; Madsen and Bertelsen, 1995)는 이미 많이 밝혀졌다. 이외에 그들의 중요한 역할 중 하나는 젖산균의 당 대사에 관여하여 pH 저하를 촉진하는 것이라고 하겠다. 이와 같은 효과는 향신료에 들어 있는 망간(Mn) 때문인 것으로 밝혀졌는데, 이 미량무기질은 젖산균의 여러 효소 작용에 필요하며, 특히 당대사의

주요 효소인 fructose-1,6-diphosphate aldolase의 작용에 필수적이기 때문이다(Kandler, 1983; Zaika and Kissinger, 1984).

스타터(Starter Culture)

발효소시지는 본래 재료 중에 존재하는 미생물에 의해 자연 발효되는 소시지이다(Bacus, 1984, 1986). 또한 back slopping 방법으로도 훌륭한 발효소시지를 생산할 수 있었다(Daly et al., 1973). 그러나 소시지의 생산이 대량화, 그리고 산업화되면서 공정과정에 걸리는 시간을 줄이고, 소시지의 품질을 표준화할 필요성이 증대되었다. 이에 따라 스타터의 사용에 대한 가능성이 제시되어지면서 1960, 70년대에 활발한 연구가 이루어지게 되었다. 이들 미생물의 사용에 대한 역사적 배경과 그 사용이 가져오게 되는 이 점들에 대해 여러 저자에 의해 정리 발표되었다(Bacus and Brown, 1981; Geisen et al., 1992; Hammes and Knauf, 1994; Kunz, 1994; Luecke and Hechelmann, 1986; Smith and Palumbo, 1983). 발효소시지 생산에 스타터로 많이 쓰이는 미생물들과 그의

기능에 대해 다음의 Table 3에 정리하였다.

스타터로 쓰이는 여러 미생물들 중에서 소시지의 발효에 있어 가장 중요한 것은 젖산균이다. 젖산균은 모든 발효소시지에 널리 쓰이는 데다가, 발효 과정 중 일어나는 대부분의 중요한 변화에 기여하기 때문이다(Hammes et al., 1990). 소시지의 발효 초기에 유용한 젖산균 수가 $10^6 \sim 10^7$ CFU/g 이상일 경우 이보다 낮은 균 수가 있을 때보다 빠르고 확실하게 낮은 pH에 도달할 수 있다. 이와 같이 낮아진 pH(4.6~5.9)는 소시지의 발색을 돕고, 조직 발달 및 건조를 촉진하는 효과를 가져와 숙성에 걸리는 시간을 줄여줌과 동시에 부패미생물의 성장을 억제시켜 제품의 저장 안정성을 증가시키는 역할을 한다(Leistner, 1995). 최근에 와서는 bacteriocin을 생산하는 젖산균을 사용하여 천연적인 보존력을 얻고자 하는 노력이 있어 젖산균은 스타터로만 아니라 "protective culture"로서의 의미도 가지게 되었다(Berry et al., 1990, 1991; Campanini et al., 1993; Hugas and Monfort, 1997; Nielsen et al., 1990; Schillinger et al., 1991; Schillinger and Luecke,

Table 3. Frequently used starter cultures for sausage fermentation¹⁾

Microbial group	Species available as starters	Desired metabolic activities	Benefits in sausage ripening
Lactic acid bacteria	<i>L. plantarum</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. sake</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>P. acidilactici</i>	Formation of lactic acid	Inhibition of pathogenic and spoilage bacteria; acceleration of colour formation and drying
Catalase-positive cocci	<i>St. carnosus</i> , <i>St. xylosum</i> , <i>M. varians</i>	Nitrate/Nitrite reduction; Oxygen consumption; peroxide destruction Formation of carbonyls and esters	Colour formation; Removal of excess nitrite Delay of rancidity; colour stabilization Aroma and flavour development
Yeasts	<i>Deb. Hansenii</i> , <i>Candida famata</i>	Oxygen consumption Not known in detail	Delay of rancidity; colour stabilization Aroma and flavour development
Moulds	<i>Pen. nalgiovense</i> , <i>Pen. chrysogenum</i>	Surface colonization Oxygen consumption Lactate oxidation; degradation of proteins and amino acids	Suppression of undesired moulds; facilitation of drying Delay of rancidity; colour stabilization Flavour development

(*L.*=*Lactobacillus*, *P.*=*Pediococcus*, *St.*=*Staphylococcus*, *M.*=*Micococcus*, *Deb.*=*Debaryomyces*, *Pen.*=*Penicillium*)

¹⁾ modified from Luecke(1997)

1989). 또한 probiotic 젖산균을 스타터로 사용하여 기능성 식품으로서의 발효소시지를 개발하려는 노력도 이어지고 있다(Erkkilae, et al., 2001).

주로 높은 온도(30~45℃)에서 짧은 시간동안 발효시켜 신맛이 강한 소시지를 생산하는 것을 선호하는 미국의 경우, *Pediococcus acidilactici*와 같은 젖산균을 스타터로 이용한다. 이에 반해, 유럽 지역에서는 장기간의 숙성을 통해 맛과 향이 발달하고, pH 저하 또한 천천히 일어나는 것을 선호한다. 이에 따라, 특히 중부유럽지역에서 젖산균과 *Micrococccaceae*가 섞인 스타터를 주로 사용한다(Luecke and Hechelmann, 1986).

소시지 생산공정

발효소시지 생산 방법은 종류에 따라 약간의 차이는 있을 수 있으나 일반적으로 원료육의 세절, 재료 혼합, casing에 채우기, 발효(훈연), 그리고 숙성 및 건조로 나눌 수 있다 (Fig. 1).

세절과 혼합(comminution and mixing)

세절이나 혼합시 고기와 지방의 온도가 상승되어 부패미생물이 성장하는 것을 방지하기 위해, 보통 사용 전 냉장 및 냉동을 시킨다(Hechelmann, 1985). 특히 지방의 경우 세절 후 냉동 보관하였다가 섞을 때 얼은 상태의 것을 넣어준다. 발효소시지는 그 재료육의 분쇄 정도에 따라 종류가 달라지기도 하는데, 독일의 경우 큰 입자로 분쇄된 고기를 사용하는 소시지의 종류를 Plockwurst라고 하고, 미세한 입자의 고기를 사용한 소시지를 Cervelatwurst라고 한다.

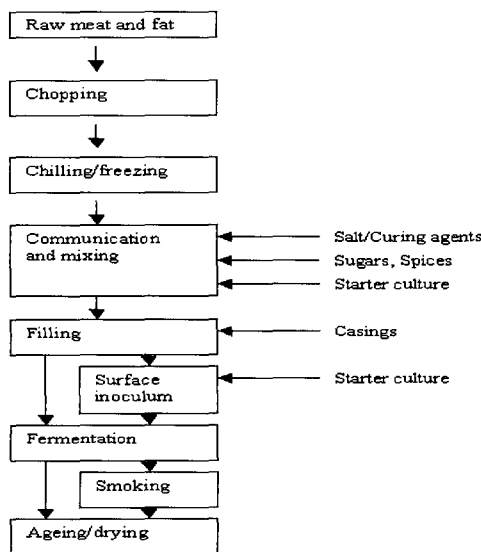


Fig. 1. Flow chart of fermented sausage manufacture. (modified from Luecke, 1997).

충전(filling)

소시지 재료를 casing에 충전할 때 가장 중요한 것 중 하나는 공기가 들어가지 않도록 주의하는 것이다(Hechelmann, 1985; Luecke, 1997). 이때 들어간 공기는 소시지 내부에 구멍을 생기게 할 뿐만 아니라 색상과 맛을 형성하는데 방해 요소가 된다. 이를 위해, 진공 충전기가 사용되며 충전 전 고기를 등글게 문쳐 충전기에 넣어주는 것이 필요하다. 충전중 공기의 유입 방지와 함께 낮은 온도(<2℃)를 유지하는 것은 제품의 산패를 막는데 중요한 역할을 한다.

발효와 숙성(ripening)

앞에서도 언급되었던 것과 같이 본래 발효소시지는 경험에 의한 방법으로 생산되어져 왔었으나, 그 시장규모가 커지게 되면서 생산비용을 줄이면서도 생산공정을 표준화 시켜 항상 같은 고품질의 소시지를 생산하는 것이 제품의 경쟁력을 높이는 데 중요한 요소가 되었다. 이를 위해서는 발효소시지의 특성이 이루어지게 되는 발효와 숙성기간 동안 일어나는 일련의 변화들을 예측하고 조정하며, feedback하는 것이 이상적이다. Roedel(1985)은 발효소시지의 발효와 숙성기간 동안의 중요한 실험 기준치(experimental parameter)들과 함께 그 변화에 영향을 미치는 외부적 조정 요소들(external control magnitudes)과 내부적 조정 요소들(internal control magnitudes)을 제시하였다(Table 4). 이들 중 중요한 외부적 조정 요소들은 소시지의 발효와 숙성기간 동안 주어지는 온도(temperature), 상대습도(relative humidity, RH), 그리고 공기의 흐름(air velocity)으로, Roedel과 Stiebing(1988)은 실험을 통해 이들과 소시지의 품질에 영향을 미치는 중요한 기준치들간의 상관관계를 연구하여 그 조건들을 표준화하기 위한 기초자료들을 제시하였다.

소시지의 공정과정 중의 조건은 보통 발효기간과 숙성 및 건조기간으로 나누어져 달라지게 된다.

장기간의 보존력을 요하는 발효소시지는 보통 22℃ 이하의 온도에서 발효를 시키며 헝가리나 독일에서는 심지어 이보다 낮은 8~12℃에서 발효를 시킨다(Incze, 1986). 이와 달리, 건조소시지 않는 반 건조(semi-dry) 소시지는 22~26℃에서 발효를 시키며 미국식 반 건조 소시지는 이보다 높은 온도에서 짧은 시간 안에 발효를 시킨다. 이와 같이 높은 온도에서 발효를 시킬 경우 부패균에 의해 오염되기가 쉬우므로 엄격한 관리가 필요하다. 발효 기간 동안 향온향습기(ripening chamber)의 RH는 보통 소시지 내부의 RH(water activity × 100) 보다 약 5~10% 낮은 85~90% 정도를, 그리고 공기의 흐름은 약 0.4 m/s가 적절한 것으로 보고되었다 (Stiebing and Roedel, 1988).

만약 저장기간 동안 곰팡이나 버섯이 생기는 것을 막기

Table 4. External and internal control magnitudes and experimental parameters for dry sausage

External control magnitudes (climate)	Internal control magnitudes (recipe)
1. relative humidity(% RH)	1. common salt and sugar content
2. temperature(°C)	2. fat content
3. air velocity(m/sec)	3. degree of comminution
	4. casing width
	5. starter culture
Experimental parameters	
1. acidity degree	
2. water activity(a _w)	
3. firmness(Newton)	
4. weight loss	

원한다면, 발효가 끝난 후 훈연을 한다. 훈연을 통해서 항미생물적 그리고 항산화적 효과를 기대할 수 있다(Toth and Blaas, 1972).

소시지는 보통 12~15°C 의 낮은 온도에서 숙성과 건조 과정을 거친다. 이 시기에 소시지의 건조가 서서히 일어나게 하며 표면에 곰팡이가 성장하는 것을 막기 위해서는 적절한 RH와 공기의 흐름의 조건을 주는 것이 중요하다(Luecke, 1997). 숙성과 건조가 진행됨에 따라 항온항습기(ripening chamber)의 RH를 서서히 낮추어야 하는데, 이때 소시지의 pH와 a_w에 따라 조절되어지게 된다. 이것은 소시지의 pH 변화가 a_w에 큰 영향을 주기 때문인 것으로, 발효가 진행됨에 따라 pH가 5.3으로 낮아지면서 육단백질의 isoelectric point에 가까워지게 되고 단백질 변성이 일어나게 되어 수분 흡착력(water holding capacity)이 저하되면서 소시지의 수분제거가 촉진되어 chamber의 RH와 소시지 내부의 RH 사이에 격차가 더욱 벌어지게 되기 때문이다(Stiebing and Roedel, 1990). 균등한 건조가 일어나도록 하기에 적절한 공기의 흐름속도는 약 0.1 m/s로 보고 있다.

Ripening동안의 미생물적 변화(microbiological changes occurring during ripening)

소시지의 숙성기간 동안 일어나는 미생물적 변화에 대해서는 Luecke(1985)에 의해 잘 설명되어졌다. 또한 Hechelmann(1985)은 소시지의 숙성을 실패로 이끌 수 있는 잘못된 미생물의 발달에 대해 자세히 설명하였다. 소시지의 발달에 중요한 역할을 하는 미생물은 먼저 *Lactobacillus*와 *Micrococcaceae*(*staphylococci*, *micrococci*)이며, yeast와 mould도 중요하다. 발효소시지 부패의 원인이 되는 중요한 미생물들은 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*와 *Clostridium botulinum*이다(Hechelmann et al., 1988; Katsaras et al., 1985; Schmidt, 1985, 1987, 1989).

소시지 혼합물의 초기 미생물 구조는 일차적으로 사용한 고기와 지방의 미생물 상태에 의해 결정된다(Luecke, 1985). 위생적인 처리가 잘 된 가운데 도살된 동물의 고기는 보통 cm²의 표면 당 대략 10⁴ 이하의 미생물이 존재하며 그들의 대부분은 *Micrococcaceae*나 yeast와 같은 Gram 음성, Oxidase 양성 미생물들이다(Gill, 1982). 그후 냉장보관이 되는 동안 고기에는 낮은 온도에 대해 내성을 가지는 *Pseudomonas* spp.나 *Enterobacteriaceae*가 주로 발달한다. 진공 처리를 한 포장육의 조건하에 있는 고기의 경우 *Lactobacillus*가 주를 이루게 된다.

고기와 지방이 다른 소시지 재료들, 특히 염지제와 섞이면서 a_w가 0.96~0.97로 떨어지고, 존재하는 산소는 빠른 속도로 소비가 되어진다. 이에 따라 산소를 필요로 하고 보통 소금이나 아질산염에 민감한 *Pseudomonas* spp.는 성장하지 못하게 된다. 이와 비슷하게, 산소의 고갈, 낮은 pH, 그리고 소금의 존재는 *Enterobacteriaceae*의 성장을 저해한다. 이에 반해, 젖산균과 *Micrococcaceae*(*Staphylococci*와 *Micrococci*)가 성장하기에 좋은 환경이 조성된다(Luecke, 1985).

다음의 Fig. 2에서는 보통의 방법으로 생산한 소시지의 발효와 숙성기간 동안의 미생물 변화를 보여주고 있다. 0.4% 이상의 당분을 첨가하고(이때 주로 사용되는 당분은 glucose나 sucrose), 발효 시작 온도를 20~24°C로 조건을 주었을 경우 벌써 발효 초기에 젖산균의 성장이 활발해져, 발효후 2~3일 후 그 수가 10⁸ CFU/g 이상의 최고균 수에 이르게 되고, 산의 생성 또한 왕성해지면서 빠른 pH저하가 일어나게 된다. 이때 활발히 성장한 젖산균들은 주로 facultatively heterofermentative *Lactobacillus* spp.(일명 streptobacteria)들로 *L. plantarum*, *L. sake*, 그리고 *L. curvatus*들이 다른 미생물들에 대해 경쟁력이 높으며, 소시지의 환경에서 잘 성장한다(Geisen et al., 1992; Hammes and Knauf, 1994; Hammes et al., 1985; ; Kroeckel, 1995; Kunz, 1989; Luecke and Hechelmann, 1987). 이와 같이 소시지 환경에서 잘 성장하는 젖산균을 스타터로 사용하기 위해 많은 연구가 이루어졌으며, 또한 이들은 실제로 사용되고 있는 lactic acid 스타터와 같은 종이다. 이 외에도 *Pediococci*(*Pediococcus acidilactici*) 또한 소시지 환경에 잘 적응, 성장하여 스타터로 사용되고 있는데, 특히 미국에서와 같이 quick ripening을 선호하는 곳에서 주로 사용되고 있다(Hammes et al., 1985). 대체로 소시지의 발효 동안 *Leuconostoc*이나 *Weisella*와 같은 heterofermentative *Lactobacilli*가 전체 젖산균의 약 10%를 차지한다고 한다(Luecke, 1997). 그러나 이들은 젖산 이외에 초산을 생성하여 소시지의 맛과 향의 발달에 부정적이며, 또한 가스를 생성하는 특성을 가져 소시지에 구멍이 생기게 하여 발효소시지의 발효에 부적절한 미생물로 여겨진다(Buckenhueskes, 1993;

Luecke and Hechelmann, 1985).

*Micrococcaceae*에 속하는 *Staphylococci*와 *Micrococci*는 질산염을 아질산염으로 분해하며, 산소를 소비하고, catalase를 형성하고, 단백질과 지질을 분해하는 효소를 가지고 있어 소시지의 발색, 맛과 향의 발달에 크게 기여할 뿐만 아니라 지방의 산패를 막는 역할까지 한다(Leistner, 1995; Luecke and Hechelmann, 1985). 따라서 이들의 성장을 보장해 주는 것이 좋은 품질의 소시지 생산을 위해 중요하며, 이를 위해 스타터로서 초기에 충분한 수의 *Micrococcaceae*(10^6 ~ 10^7 CFU/g)를 넣어 사용한다(Hammes et al., 1985). 소시지 생산에 스타터로 많이 이용되고 있는 *Micrococcaceae*는 *Staphylococcus carnosus*, *S. xylosus* 그리고 *Micrococcus varians*가 있다.

부패균들의 억제에는 앞서서도 언급되었던 것과 같이 소시지 공정과정중의 여러 가지 요소들이 순차적으로 hurdle로서 작용하여 이루어지게 된다. *Salmonella*, *Escherichia coli*, 그리고 *Shigella*와 같은 Gram 음성 병원균들을 포함하는 *Enterobacteriaceae*는 신선한 재료의 선택과 적절한 processing에 의해 pH가 빠르게 떨어지고, a_w 가 낮아지면서 서서히 저하되어, 발효 중 소멸된다(Fig. 2)(Kraemer, 1997).

특히 *Salmonella*의 성장은 염지체로서 아질산염을 사용하고, Glucono-delta-lactone(GdL, 약 0.3%)을 첨가하고 스타터를 사용하며 발효와 숙성 온도를 25°C 이하로 해주어 억제될 수 있다(Schmidt, 1985, 1987). *Staphylococcus aureus*는

발효소시지에서 발견되어지며 식중독을 일으키기는 하지만, 이들이 enterotoxin들을 형성하려면 보통 균수가 10^7 CFU/g 이상이어야 하기 때문에 소시지 processing에 주의가 기울어 진다면 이들에 의한 식중독 위험은 적을 것으로 본다(Luecke, 1997). *S. aureus*는 소금과 아질산염에 대해서는 내성을 가지지만, 낮은 pH와 낮은 온도에 대해 약하기 때문에 초기의 pH 및 젖산균 수 그리고 발효 및 숙성 온도의 조정이 이들의 성장을 막는데 매우 중요하다고 보고되었다(Metaxopoulos et al., 1981a, b; Niskanen and Nurmi, 1976). 그러나 곰팡이에 의해 발효된 소시지의 경우 pH 상승이 뒤따르기 때문에 비록 발효나 숙성의 온도가 낮다 하더라도 *S. aureus*가 성장할 수 있는 위험성이 있다고 보고되었다(Hechelmann et al., 1988). 염지체인 아질산염의 첨가, 낮은 pH와 경쟁력 있는 미생물들의 존재, 그리고 낮은 a_w 가 어우러져 *Listeria monocytogenes*와 *Clostridium botulinum* 등의 식중독 균을 막기에 충분한 것으로 본다(Katsaras et al., 1985). 이 외에도 유해한 곰팡이의 경우 mycotoxin들과 같은 독소를 생성할 수 있기 때문에 이들의 성장이 철저히 규제되어야 한다. 이들의 성장을 막기 위해 가장 많이 쓰이는 방법은 혼연처리이며 potassium sorbate로 처리하는 것도 효과가 좋은 것으로 알려져 있다(Leistner, 1995).

발효소시지 박테리아들의 topography

발효 초기, 소시지의 재료들이 잘 섞여지고 많은 균들이 (10^5 ~ 10^6 CFU/g) 혼합물 속에 함유되어 있기는 하지만, 발효가 진행됨에 따라 미생물들의 분포는 불균등해지게 된다. 또한 숙성이 진행되면서 sol 상태가 gel 상태로 변이 되면서 박테리아들은 부착된 상태로 더욱 불균등하게 존재하게 된다. 더욱이 소시지 혼합물의 경우 수분의 양이 적고, 숙성이 진행됨에 따라 건조까지 일어나게 되면서 어떤 박테리아는 소멸하고 어떤 박테리아들은 빠른 성장을 하게 된다. 이러한 상태에 놓인 소시지를 현미경(100~1,500 μ m)으로 관찰하게 되면 박테리아들이 마치 둥지(nest)와 같은 형태를 가지고, 이 nest들은 여러 구멍들(cavities)에 의해 둘러 싸여 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 상태의 박테리아들은 그 이동력이 극히 제한되어진다. 그러므로 소시지의 발효는 solid-state fermentation으로 특징지어진다(Katsaras and Leistner, 1988). 이 동이 불가능한 상태에 놓인 박테리아들은 생존과 성장을 위한 영양분을 우선 주변에 있는 것부터 사용하게 된다. 그 후 영양분이 고갈되면 영양분은 확산(diffusion)에 의해 조달되어진다. 따라서, 주요 박테리아들의 성장과 활성화는 영양분의 확산속도가 어떠한가에 달려있다. 소시지의 발효에 가장 중요한 젖산균들 또한 바로 이와 같은 환경에 놓여지기 때문에 성공적인 소시지의 생산을 위해서는 소시지의 숙성기간동안

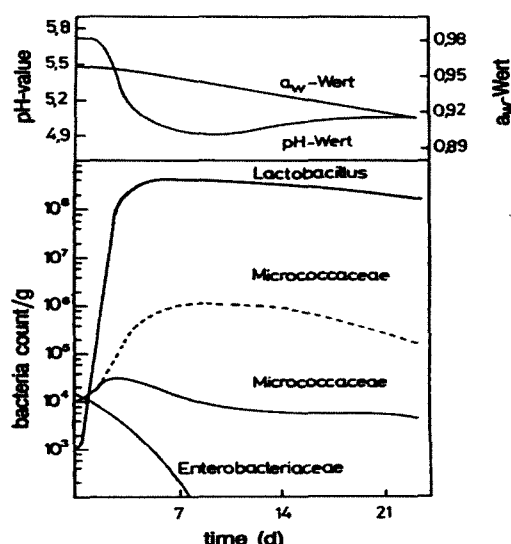


Fig. 2. Development of the microflora(log colony-forming units/g fresh weight) during ripening of salami-type sausage by the 'normal' method (use of nitrite and 0.5~0.7% sugar). Ripening conditions: (I) 22~24°C (2~3 days of first ripening week) (II) 20~22°C(2~3 days of the first ripening week).(Data from Ambrosiadis, 1981; Reuter, 1967; Wirth, 1984).

의 이들의 topography를 더욱 잘 이해하고, 그러한 환경에 잘 적응하는 스타터를 찾아내는 것이 중요하다(Leistner, 1987b).

발효소시지의 HACCP(HACCP concept for fermented sausage)

HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)는 식품의 생산으로부터 소비에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 위해 요소들을 규명하고, 이를 체계적이고 효율적으로 관리하여 식품의 안전성을 확보하기 위한 과학적인 위생관리체계이다(Stachle, 1988). 발효소시지의 경우도 이러한 HACCP의 개념을 도입한 엄격한 관리에 따라 안전한 상품의 생산을 보장할 수 있다. 독일에서는 1985년 Leistner에 의해 처음으로 HACCP 개념이 도입되어 보통 독일에서 접할 수 있는 소시지 생산에 이용되기 시작하였다. 그는 미생물적으로 안전한 발효소시지를 생산하기 위한 19항의 중요관리점(Critical Control Point)들을 제시하였다. 이들은 소시지의 전 생산 과정에 걸쳐 이상적인 위생상태가 되도록 하기 위해 주의하고 엄격하게 관리해야 할 다음과 같은 사항들을 다루고 있다: 재료(1. 세균 수; 2. 온도; 3. pH; 4. a_w ; 5. 소금; 6. 아질산염; 7. 질산염; 8. 당분; 9. GdL; 10. 스타터), 발효와 숙성조건(11. 온도; 12. 상대습도; 13. 공기의 흐름(air velocity)), 생산 완료품(14. 내부 세균 수; 15. 유익한 균 수; 16. 위해한 곰팡이의 성장 저해 여부; 17. 훈연 여부; 18. 제품의 pH; 19. 제품의 a_w). 그 후 이들 중요관리사항들은 지속적인 토론과 시험 그리고 교정의 과정을 거치고 있으며, 앞으로도 안전한 소시지 생산을 위한 지속적인 지침으로 이용될 것이다.

발효소시지의 연구동향

지난 1988년과 1989년에 발효소시지의 스타터에 대하여 저술한 Luecke 등(1990)은 발효소시지의 이상적인 품질 향상을 위해 앞으로 연구되어야 할 분야에 대해 산업체와 연구기관의 전문가들로부터 의견을 모았다. 그 결과 앞으로 연구의 초점이 될 것으로 여겨졌던 것은 무엇보다도 공정과정에 드는 시간을 단축시키면서도 맛과 색 등의 소시지 특성은 증진시키는 한편 산패 등을 막아 보존력을 증진시킬 수 있는 방법을 찾아내는 것이었다. 그러나 그 후 몇 년간은 병원성 유해균(특히 enterohaemorrhagic *E. coli*, EHEC)의 성장 저해와 biogenic amines의 형성이 연구의 주요 관심사가 되었다(Scheuer and Roedel, 1995; Tschabrun et al., 1990; Vandekerckhove, 1977; Wortberg and Woller, 1982). Biogenic amines는 아미노산으로부터 주로 미생물에 의해 생성이 되며, 발암물질인 nitrosamines의 전구체일 뿐만 아니라 편두통과 알레르기를 일으키는 물질로 잘 알려져 있다. 긴 숙성시간을 필요로 하며 특히 곰팡이에 의해 발효된 소시지에는

biogenic amines의 전구체인 펩타이드나 아미노산이 충분히 존재하게 되고, 이와 같은 환경은 다시 아미노산으로부터 biogenic amines를 형성하는 미생물들(acid-sensitive bacteria)의 활동을 보장해 주게 되어 biogenic amines의 형성 위험도가 높아지게 된다(Maijala et al., 1995; Scheuer and Roedel, 1995; Tschabrun et al., 1990). 또한, 특이하게도 고기에서 발견되어지는 몇몇의 *L. curvatus*와 같이 biogenic amines를 생성하는 젖산균들도 발견되어짐에 따라, 발효소시지의 스타터로 사용할 미생물을 선택하는 데 있어 biogenic amines를 생성하지 말아야 하는 것이 중요한 전제조건 중의 하나이기도 하다(Jessen, 1995; Knauf, 1995).

발효소시지의 스타터를 선택하는데 있어 어려운 점은 그에 적합한 미생물이 되기 위하여 갖추어야 하는 조건이 복잡적이라는 것이다. 즉, 스타터로 쓰일 미생물은 고기 등의 재료에 기초하는 미생물들에 대해 경쟁성을 가져야 하며 짧은 숙성시간동안 이상적인 소시지의 특성들(맛, 향, 색 등)을 형성하는데 도움이 되어야 하는 동시에 유해 미생물의 성장을 막고 위생적으로 안전한 제품이 될 수 있도록 보장하며 그 보존력도 증진시킬 수 있어야 하는 것이다. 이와 같이 복잡한 조건을 동시에 갖추는 미생물을 찾는다는 것은 매우 어려운 일이며 앞으로 이에 대한 대안으로 유전자 공학이 유용하게 쓰일 것으로 여겨지고 있다(Hugas and Monfort, 1997). 즉, 미생물의 여러 유용한 특성에 대한 유전자를 가장 경쟁력 있는 미생물에 복제하여 여러 기능을 함께 가지는 스타터를 사용하고자 하는 것으로, 이미 1990년대부터 *Lactobacilli*를 통해 이와 같은 연구가 행하여지고 있다. 지금까지 가장 많이 연구된 것은 electroporation을 통해 유용한 미생물의 DNA를 *Lactobacilli*에 복제하는 것으로, Gaier 등(1992)은 *L. sake*와 *L. curvatus*로 연구하였고, Aymerich 등(1993)은 *L. sake*, *L. curvatus*, *L. bavaricus*, 그리고 *L. plantarum*에 여러 DNA 벡터들을 시험하였다. 또한 여러 *Lactobacilli*로부터의 B-galactosidase 유전자(Obst et al., 1993), catalase(Knauf et al., 1992), bacteriocin 유전자(Axelsson et al., 1993; Tichaczek et al., 1993, 1994) 등이 복제되어졌다. 이외에도 안전하다고 인정된(Generally Recognized As Safe, GRAS) 미생물의 유전자가 복제되어지기도 하였는데, Gaier 등(1992)은 *S. staphyloziticus*의 lysostaphin 유전자를 스타터로 쓰이고 있는 *Lactobacilli*에 복제하였으며, 이를 통해 *S. aureus*의 성장이 저해되고 육제품의 위생상태가 증진되는 효과를 가져올 수 있었다.

발효소시지의 안전성 증진을 위해 계속 시도되고 있는 연구들 중의 하나는 bacteriocin을 생성하는 미생물을 찾아 스타터로 사용하고자 하는 것이다(Garriga et al., 1993). Bacteriocin은 펩타이드 구조를 기본으로 하며 항미생물적 효

과를 가지는 성분으로, 이를 생산하는 미생물을 발효소시지의 스타터로 사용할 경우 병원성 미생물의 성장을 막을 수 있을 뿐만 아니라 기존의 미생물에 대한 경쟁력이 강화되는 이점이 있다(Hugas and Monfort 1997). 방부제를 증가하는 효과를 보여주는 bacteriocin이나 이를 생산하는 젖산균을 발효소시지의 스타터로 이용할 수 있다면 새로운 bio-preservation의 가능성을 열어주어, 화학 방부제를 기피하면서도 오랜 시간을 보존할 수 있는 안전한 식품을 구입하기를 원하는 최근의 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있을 것으로 여겨져 더욱 많은 관심을 모으고 있다(Hugas and Monfort, 1997; Shahidi, 1991; Stiles and Hastings, 1991; Yousef et al., 1991). 잘 알려진 bacteriocin인 nisin(Group 1) 이외에 group 2에 속하는 bacteriocins는 육제품에서 많이 연구되어졌다. 예로 *L. curvatus*가 생산한 curvacin A(Tichaczek et al., 1992)와 *L. sakei*로부터의 sakacin A, P 그리고 K(Holck et al., 1992; Hugas et al., 1995; Tichaczek et al., 1992)는 다른 젖산균과 *L. monocytogenes*에 대한 항균효과를 보였다. 한편, *P. acidilactici*, *P. parvulus* 그리고 *L. plantarum*가 생산한 pediocin PA-1/AcH는 *S. aureus*, *L. monocytogenes* 그리고 *Clostridium perfringens*에 대한 항균효과를 보였다. 이외에 여러 가지 발효소시지의 환경에서 *Listeria*에 대한 bacteriocins들의 효과를 실험한 결과들을 다음의 Table 5에 정리하였다. 발효소시지의 종류에 상관없이, bacteriocin을 생산하는 젖산균은 그렇지 않은 젖산균이 접종된 비교군에 비해 *Listeria*의 성장을 저해하여 그의 잔존을 많게는 2.5 log CFU/g까지 줄여주는 효과를 보였다. 그러나 bacteriocins는 유해균 뿐만이 아니라 *Lactobacilli*와 같은 유익한 미생물의 성장을 저해할 수 있으며(Table 6) 식품중의 지방이나 단백질에 결합하는 특성이 있고, proteases나 다른 inhibitors에 의해 불활성화 되어질 수 있다(Degnan and Luchansky, 1992; Jung et al., 1992; Leroy

and De Vuyst, 1999). 또한, 특정 pH 범위에서만 그 활성이 나타날 수 있어 여러 식품에서의 다양한 사용이 어렵다는 점 등이 있어 앞으로도 많은 연구가 필요한 것으로 여겨지고 있다(Cutter and Siragusa, 1995a; Gaenzle et al., 1999b; Incze, 1998; Mortvedt-Abildgaard et al., 1995; Yang and Ray, 1994).

최근에는 기호도, 안전성, 그리고 보존력 이외에도 건강한 식품에 대한 관심이 높아짐에 따라(Diplock et al., 1999; Jimenez-Colmenero et al., 2001; Kunz, 2000) 발효소시지의 생산에서도 기능성 첨가제의 개발에 대한 연구가 이루어지고 있다. 대표적인 예로 probiotics로서의 발효소시지를 개발하기 위하여 사람의 장내에 있는 유용한 박테리아들을 소시지의 스타터로 이용하는 연구들이 있다. Arihara 등(1996, 1997)은 probiotic의 잠재성이 있는 *L. gasseri* JCM1131이 고기의 발효에 이용되어질 수 있으며 제품의 안정성을 더욱 좋게 한 결과를 얻었다. 이 외에도 *L. rhamnosus* FERM P-15120, *L. paracasei* subsp. *paracasei* FERM P-15121 (Sameshima et al., 1998), *L. casei* LC-01, *Bifidobacterium lactis* Bb-12(Andersen, 1998), *L. rhamnosus* GG, E-97800, LC-705(Erkkilae et al., 2001) 등이 발효소시지의 생산에 probiotic 스타터로 사용되어질 수 있는지 연구되어졌다. 연구에 사용된 대부분의 젖산균들은 소시지의 발효에 스타터로 사용될 수 있는 기본적인 조건들을 갖추는 것으로 밝혀졌다. 가장 최근에는 Lee(2003)의 연구에서 김치를 이용하여 발효소시지의 문제점들(예로 높은 지방 함량, 높은 열량 등)을 개선하는 동시에, 유익한 성분(각종 비타민과 미네랄 및 여러 phytochemicals)의 첨가를 통해 기능적 소시지의 개발이 가능하였으며, 동시에 김치의 젖산균이 스타터로 사용될 수 있는 가능성을 제시함에 따라 김치가 multi-functional 재료로 사용될 수 있음을 보여주었다. 앞으로도 발효소시지의 생산에 있어 여러 기능을 복합적으로 가지는 새로운 재료 및 미

Table 5. Effect of various bacteriocinogenic *lactobacilli* on *Listeria* in fermented sausages

(Luecke, 2000)

Type of sausage	Bacteriocinogenic strains used	Decimal reduction of <i>Listeria</i> count compared with control strain	Reference
Fresh (undried, low-acid)	<i>L. sakei</i> Lb706	1(regrowth at pH>6.0)	Schillinger et al., 1991
Dried, German style	Various <i>L. sakei</i> and <i>L. curvatus</i> strains	0~2	Hugas et al., 1996; Kroeckel, 1996
Spanish style	Various <i>L. sakei</i> and <i>L. curvatus</i> strains	0~2	Hugas et al., 1996; Hugas et al., 1995
Italian style	<i>L. plantarum</i> MCS	Slight effect on survival	Campanini et al., 1993
US style	<i>Ped. acidilactici</i>	0.5~2.5	Baccus-Taylor, 1993; Berry et al., 1990; Foegeding et al., 1992

Table 6. Antagonistic strains isolated from fermented meat products

(Garriga et al., 1993)

Indicator strains	% of strains with positive inhibition in agar spot test			
	<i>L. sake</i>	<i>L. curvatus</i>	<i>L. bavaricus</i>	<i>L. plantarum</i>
<i>L. plantarum</i> ATCC8014	9	6	0	9
<i>L. plantarum</i> DSM20174	5	0	0	100
<i>L. curvatus</i> MCD02739	12	6	15	0
<i>L. curvatus</i> CTC strain	14	14	11	9
<i>L. sake</i> DSM200017	4	0	0	4
No. of strains assayed	139	66	27	22

생물의 연구, 개발은 계속될 것으로 사료된다.

결론

발효소시지는 유럽에서 유래하여 오랜 시간에 걸쳐 발달된 발효 육제품이다. 공정과정 중 열처리가 없고, 역시 열처리 없이 섭취할 수 있는 식품이 발효소시지이기 때문에 위생적으로 안전하면서도 좋은 품질을 가진 제품을 생산하는 것이 중요하다. 또한, 그 생산이 대량화되면서 일률적이고 높은 품질의 제품을 생산하는 것이 산업체의 관심거리가 되었고, 그에 관련한 많은 연구가 이루어졌다. 제일 먼저 중요한 것은 신선한 재료를 사용하는 것이며, 공정과정 중에 적절한 외부적 그리고 내부적 조건들을 주어 병원성 미생물의 성장을 막으며 소시지의 특성이 이루어지도록 도와야 한다. 특히, 미생물적 안전성을 위해 hurdle를 보장해 주어 유해한 미생물이 성장하는 것을 막아야 한다. 최근 산업적 규모에서는 소시지의 안전성과 높은 품질을 이루기 위해 스타터가 사용되어지며, 더욱 효과가 뛰어난 스타터를 찾기 위한 연구가 이어지고 있다. 이상적인 미생물들의 성장을 도모하기 위해, 소시지의 topography를 잘 이해하여 특수한 환경에 잘 적응할 수 있는 미생물을 찾으며, 그들의 성장에 도움이 되는 요소들을 찾아내야 할 것이다. 위에 언급된 소시지의 안전성과 품질에 영향을 미치는 여러 가지 요소들은 발효소시지 생산의 HACCP 시스템을 세우는 데 있어 중요한 관리 점들로서 고려되어야 할 것으로 사료된다. 소시지의 품질을 증진시키기 위하여 새로운 스타터의 발견, 유전적 처리, 새로운 기능적 부재료에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 이들에 대한 연구는 계속될 것으로 사료된다.

참고문헌

- Adams, M. R. (1986) Fermented flesh foods. In *Microorganisms in the Production of Food*. Adams, M. R.(ed.), Elsevier, Amsterdam, pp. 159-198.
- Ambrosiadis, I. (1981) Verwendung von texturiertem Sojaeiweiss bei der Rohwurstherstellung. *Ph. D. thesis*, Fachbereich Veterinaermedizin der FU Berlin, Germany.
- Andersen, L. (1998) Fermented dry sausages produced with the admixture of probiotic cultures. *Proceed. 44th ICoMST*, pp. 826-827.
- Arihara, K., Ota, H., Itoh, M., Kondo, J., Sameshima, T., Yamamaka, H., Akimoto, M., Kanai, S., and Miki, T. (1996) Utilization of probiotic lactic acid bacteria for meat products. *Proceed. 42nd ICoMST, Norway Proceed.* pp. 501-502.
- Arihara, K., Itoh, M., and Kondo, J. (1997) Utilization of *Lactobacillus gasseri* and *Bifidobacterium bifidum* for meat fermentation. *Proc. 43rd ICoMST. New Zealand Proceed.* pp. 364- 365.
- Axelsson, L., Holck, A., Birkeland, S. E., Aukrust, T., and Blom, H. (1993) Cloning and nucleotide sequence of a gene from *Lb. sake* Lb706 necessary for sakacin A production and immunity. *Appl. Environ. Microbiol.* **59**, 2868-2875.
- Aymerich, M. T., Hugas, M., Garriga, M., Vogel, R. F., and Monfort, J. M. (1993) Electrotransformation of meat lactobacilli. Effect of several parameters on their efficiency of transformation. *J. Appl. Bacteriol.* **75**, 320-325.
- Bacus, J. N. (1984) Utilization of microorganisms in meat processing, A handbook for meat plant operators. Research Studied Press, England.
- Bacus, J. N. (1986) Fermented meat and poultry products; Starter cultures. In *Advanced in Meat Research*, AVI, 123, pp. 2-30.
- Bacus, J. N. and Brown, W. L. (1981) Use of microbial

- cultures: Meat Products. *Food Technol.* **83**, 74-78.
11. Berry, E. D., Liewen, M. B., Mandigo, R. W., and Hutkins, R. W. (1990) Inhibition of *Listeria monocytogenes* by bacteriocin-producing *Pediococcus* during the manufacture of fermented semi dry sausage. *J. Food Prot.* **53**, 194-197.
 12. Berry, E. D., Hutkins, R. W., Mandigo, R. W., and Hutkins, R. W. (1991) The use of bacteriocin-producing *Pediococcus acidilactici* to control postprocessing *Listeria monocytogenes* contamination of frankfurters. *J. Food Prot.* **54**, 681-686.
 13. Buckenhueskes, H. H. (1993) Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS Microbiology Reviews* **12**, 253-272.
 14. Campanini, M., Pedrazzoni, I., Barbuti, S., and Baldini, P. (1993) Behaviour of *Listeria monocytogenes* during the maturation of naturally and artificially contaminated salami: effect of lactic acid bacteria starter cultures. *Int. J. Food Microbiol.* **20**, 169-175.
 15. Campbell-Platt, G. (1995) Fermented meats A world perspective. In *Fermented Meats*, Campbell-Platt, G.(ed.), Blackie Academic & Professional, London, Glasgow, Weinheim, New York, Melbourne, Madras.
 16. Chipault, J. R., Minzuno, G. R., Hawkins, J. M., and Lundberg, W. O. (1952) The antioxidant properties of natural spices. *Food Research* **17**, 46-55.
 17. Chipault, J. R., Minzuno, G. R., and Lundberg, W. O. (1956) The antioxidant properties of spices in foods. *Food Technol.* **10**, 209-211.
 18. Coretti, K. (1971) Rohwurstreifung und Fehlerzeugnisse bei der Rohwurstherstellung. Verlag der Rhein Hessischen Druckwerkstatt.
 19. Cutter, C. and Siragusa, G. (1995a) Population reductions of Gram-negative pathogens following treatments with nisin and chelators under various conditions. *J. Food Prot.* **58**, 977-983.
 20. Dainty, R. H. (1986) Chemical changes associated with microbial growth on meat stored at chill temperatures. Proceeding of 32nd European Meeting of Meat Research Workers, Ghent, pp. 179-186.
 21. Daly, C., Lachance, M., Sandine, W. E., and Elliker, P. R. (1974) Control of *Staphylococcus aureus* in sausage by starter cultures and chemicals acidulation. *J. Food Sci.* **39**, 297-300.
 22. Degan, A. and Luchansky, J. (1992) Influence of beef tallow and muscle on the antilisterial activity of pediocin AcH and lipo-some-encapsulated pediocin AcH. *J. Food Prot.* **55**, 552-554.
 23. Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., and Roberfroid, M. M. (1999) Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus Document. *Br. J. Nutr.* **81**, 1-27.
 24. Erkkilae, S., Suihko, M.-L., Eerola, S., Petaejae, E., and Mattila-Sandholm T. (2001) Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains. *Int. J. Food Microbiol.* **64**, 205-210.
 25. Fisher, S. and Palmer, M. Fermented meat production and consumption in the European Union. In *Fermented Meats*, Campbell-Platt and Cook, P. E.(eds.), Blackie, Glasgow, pp. 217-233.
 26. Gaenzle, M., Weber, S., and Hammes, W. (1999b) Effect of ecological factors on the inhibitory spectrum and activity of bacteriocins. *Int. J. Food Microbiol.* **46**, 207-217.
 27. Gaier, W., Vogel, R. F., and Hammes W. P. (1992) Genetic transformation of intact cells of *Lactobacillus curvatus* Lc2 and *L. sake* Ls2 by electroporation. *Lett. In App. Microbiol.* **11**, 81-83.
 28. Garriga, M., Hugas, M., Aymerich, T., and Monfort, J. M. (1993) Bacteriocinogenic activity of lactobacilli from fermented sausages. *J. Appl. Bacteriol.* **75**, 142-148.
 29. Geisen, R., Luecke, F.-K., and Kroeckel, L. (1992) Starter and protective cultures for meat and meat products. *Fleischwirtschaft* **72**(6), 894-898.
 30. Gerhardt, U. (1994) Gewuerze in der Lebensmittelindustrie: Eigenschaften, Technologien, und Verwendung. 2. Neubearb. und erw. Auflage., Hamburg, Behrs Verlag, pp. 123-129.
 31. Gill, C. O. (1982) Microbial interactions with meats. In *Meat Microbiology*, Brown, M. H.(ed.), Applied Science Publishers, London, pp. 225-264.
 32. Hammer, G. F. (1977) The stabilizing effect of various natural spices in dry sausage during storage. *Fleischwirtschaft* **57**, 1957-1959, 1947.
 33. Hammes, W. P., Bantleon, A., and Min, S. (1990) Lactic acid bacteria in meat fermentation. *FEMS Microbiology Reviews* **87**, 165-174.

34. Hammes, W. P. and Knauf, H. J. (1994) Starters in the processing of meat products. *Meat Sci.* **36**, 155-168.
35. Hammes, W. P., Roelz, I., and Bantleon, A. (1985) Mikrobiologische Untersuchung der auf dem deutschen Markt vorhandenen Starterkulturpräparate fuer die Rohwurstbereitung. *Fleischwirtschaft* **65**, 629-632, 635-636, 729-734.
36. Hechelmann, H. (1985) Microbiell verursachte Fehlfabrikate bei Rohwurst und Rohschinken, Mikrobiologie und Qualitaet von Rohwurst und Rohschinken. *Bundesanstalt fuer Fleischforschung*. Kulmbacher Reihe Band **5**, 103-127.
37. Hechelmann, H., Luecke, F. K., and Schillinger, U. (1988) Ursachen und Vermeidung von *Staphylococcus aureus*-Intoxikationen nach Verzehr von Rohwurst und Rohschinken. *Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung*, N. **100**, 7956-7964.
38. Herrmann, K. (1981) Ueber die antioxidative Wirkung von Gewuerzen. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, **77**, 134-138.
39. Holck, A., Axelsson, L., Birkeland, S.-E., Aukrust, T., and Blom, H. (1992) Purification and amino acid sequence of sakacin A, a bacteriocin from *Lactobacillus sake* Lb706. *J. Gen. Microbiol.* **138**, 2715-2720.
40. Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, M. T., and Monfort, J. M. (1995) Inhibition of *Listeria* in dry fermented sausages by the bacteriocinogenic *Lactobacillus sake* CTC 494. *J. Appl. Bacteriol* **79**, 323-330.
41. Hugas, M. and Monfort, J. M. (1997) Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry* **59**, 547-554.
42. Incze, K. (1986) Technologie und Mikrobiologie der ungarischen Salami. Tradition und Gegenwart. *Fleischwirtschaft* **66**, 1305-1308, 1311.
43. Incze, K. (1998) Dry fermented sausages. *Meat Sci.* **49**, 169-177.
44. Jessen, B. (1995) Starter cultures for meat fermentation. In *Fermented meats*, Campbell-Platt and P. E. Cook(eds.), Blackie, Glasgow, pp. 130-159.
45. Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., and Cofrades, S. (2001) Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Sci.* **59**, 5-13.
46. Jung, D. S., Bodyfelt, F., and Daeschel, M. (1992) Influence of fat and emulsifiers on the efficiency of nisin in inhibiting *Listeria monocytogenes* in fluid milk. *J. Dairy Sci.* **75**, 387-393.
47. Kandler, O. (1983) Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* **49**, 209-224.
48. Katsaras, K., Hechelmann, H., and Luecke, F.-K. (1985) *Staphylococcus aureus* und *Clostridium botulinum*. Bedeutung bei Rohwurst und Rohschinken. In *Mikrobiologie und Qualitaet von Rohwurst und Rohschinken*, Herausgegeben vom Institut fuer Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach, pp. 152-172.
49. Katsaras, K. and Leistner, L. (1988) Topographie der Bakterien in der Rohwurst. *Fleischwirtschaft* **68**, 1295-1298.
50. Knauf, H. (1995) Starterkulturen fuer die Herstellung von Rohwurst und Rohpoekelwaren: Potential, Auswahlkriterien und Beeinflussungsmoeglichkeiten. *Fleischerei* **46**, 4, 6, 8-14.
51. Knauf, H. J., Vogel, R. F., and Hammes, W. P. (1992) Cloning, sequence and phenotypic expression of KatA, which encodes the catalase of *Lactobacillus sake* LTH 677. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**, 832-839.
52. Kraemer, J. (1997) *Lebensmittel-Mikrobiologie*, 3rd ed., Stuttgart, Ulmer, pp. 98-105.
53. Kroeckel, L. (1995) Einsatz bacteriocinbildender Schutzkulturen bei Reifebeutelfleisch, *Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung*. Kulmbach, 133, pp. 275-276.
54. Kroeckel, L. (1995) Starterkulturen fuer die Rohwurst. *AID-Verbraucherdienst* **40**, 147-154.
55. Kunz, B. (1989) Aspects in the Use of Starter Cultures in Meat Products. Co. MST-89, pp. 176-180.
56. Kunz, B. (1994) *Grundriss der Lebensmittel-Mikrobiologie. 2. Ueberarbeitete und erweiterte Auflage*. Hamburg, Behr's Verlag, pp. 18-29.
57. Kunz, B. (2000) Neue technologische Verfahren: Erscheinungformen und Folgen fuer Lebensmittelsicherheit und Vorsorge. *Zeitschrift fuer das gesamte Lebensmittelrecht* **3**, 257-269.
58. Lawrie, R. A. (1991) *Meat Science*. 5th edition, Pergamon Press, Oxford, pp. 122-124.
59. Lee, J. Y. (2003) Investigations on the potential of applying kimchi(-powder) as a functional ingredient in fermented sausages. *Ph. D thesis*, University of Bonn,

- Germany.
60. Leistner, L. (1984) Huerden-Technologie fuer die Herstellung stabiler Fleischerzeugnisse, Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach, 84, 5882-5889.
 61. Leistner, L. (1985) Empfehlungen fuer sichere Produkte. In *Mikrobiologie und Qualitaet von Rohwurst und Rohschinken*, Herausgegeben vom Institut fuer Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach, pp. 219-244.
 62. Leistner, L. (1985) Hurdle technology applied to meat products of the shelf stable product and intermediate moisture food types. In *Properties of Water in Foods*, Simatos, D. and Multon, J. L.(eds.), Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht, pp. 309-329.
 63. Leistner, L. (1986) Allgemeines ueber Rohwurst. *Fleischwirtschaft* **66**, 290-300.
 64. Leistner, L. (1987) Fermented meat products. Proceed. 33rd Int. Congr. Meat Sci. Technol. August 2-7, Helsinki, Finland, pp. 323-326.
 65. Leistner, L. (1995) Stable and safe fermented sausages world-wide. In *Fermented Meats*, Campbell-Platt, G., and Cook, P. E.(eds.), Blackie Academic & Professional, pp. 160-175.
 66. Leroy, F. and De Vuyst, L. (1999) The presence of salt and a curing agent reduces bacteriocin production of *Lactobacillus sakei* CTC 494, a potential starter culture for sausage fermentation. *App. Environ. Microbiol.* **65**, 5350-5356.
 67. Linke, H. (1985) Qualitaetsnormen fuer Rohschinken und Rohwuersten. In *Mikrobiologie und Qualitaet von Rohwurst und Rohschinken*, Kulmbacher Reihe Band 5, Bundesanstalt fuer Fleischforschung, pp. 30-59.
 68. Luecke, F. K. (1985) Mikrobiologische Vorgaenge bei der Herstellung von Rohwurst und Rohschinken. In *Mikrobiologie und Qualitaet von Rohwurst und Rohschinken*, Herausgegeben vom Institut fuer Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt fuer Fleischforschung, pp. 85-102.
 69. Luecke, F. K. (1997) Fermented sausages, pp. 441-504. In *Microbiology of Fermented Foods*, Wood, B. J. B.(ed.). Blackie Academic & Professional, London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. pp. 441-504.
 70. Luecke, F. K. (2000) Quality and safety issues in fermented meat products. Joint Meeting of the Society of Applied Microbiology(UK) and the Estonian Society for Microbiology on Microbiological Safety of Food, Tartu, Estonia, pp. 20-29.
 71. Luecke, F. K., Bruemmer, J.-M., Buckenhueskes, H., Garrido Fernandez, A., Rodrigo, M., and Smith, J. E. (1990) Starter culture development. In *Processing and Quality of Foods, Vol. 2: Food Biotechnology: Avenues to Healthy and Nutritious products*, Zeuthen, J.-C., Cheftel, C., Eriksson, T. R., Gormley, P., and Paulus, K.(eds.), Elsevier Applied Science, London, pp. 2.11-2.36.
 72. Luecke, F. K. and Hechelmann, H. (1985) Starterkulturen fuer Rohwurst und Rohschinken. In *Mikrobiologie und Qualitaet von Rohwurst und Rohschinken*, Kulmbacher Reihe Band 5, Kulmbach: Institut fuer Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt fuer Fleischforschung, pp. 193-218.
 73. Luecke, F. K. and Hechelmann, H. (1986) Starterkulturen fuer Rohwurst und Rohschinken. *Fleischwirtschaft* **66**, 154-166.
 74. Luecke, F. K. and Hechelmann, H. (1987) Starter cultures for dry sausages and raw ham composition and effect. *Fleischwirtschaft* **67**, 307-314.
 75. Madsen, H. L. and Bertelsen, G. 1995. Spices as antioxidants. *Trends Food Sci. Technol.* **6**, 271-276.
 76. Majjala, R., Nurmi, E., and Fischer, A. (1995) Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in dry sausage. *Meat Sci.* **39**, 9-22.
 77. Metaxopoulos, J., Genigeorgis, C., Fanelli, M. J., Franti, E., and Cosma, E. (1981a) Production of Italian dry salami. I. Initiation of staphylococcal growth in salami under commercial manufacturing conditions. *J. Food Prot.* **44**, 347-352.
 78. Metaxopoulos, J., Genigeorgis, C., Fanelli, M. J., Franti, E., and Cosma, E. (1981b) Production of Italian dry salami: II. Effect of starter culture and chemical acidulation on staphylococcal growth in salami under commercial manufacturing conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* **42**, 863-871.
 79. Mortvedt-Abildgaard, C., Nissen-Meyer, J., Jelle, B., Grenov, B., Skaugen, M., and Nes, I. (1995) Proudction of pH-dependent bactericidal activity of lantocin S., a lantibiotic from *Lactobacillus sake* L45. *Appl. Environ.*

- Microbiol.* **61**, 175-179.
80. Newton, K. G. and Gill, C. O. (1981) The microbiology of DFD fresh meats: a review. *Meat Sci.* **5**, 223-232.
 81. Nielsen, J. W., Dickson, J. S., and Crouse, J. D. (1990) Use of bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* to inhibit *Listeria monocytogenes* associated with fresh meat. *Appl. Environ. Microbiol.* **56**, 2142-2145.
 82. Niskanen, A. and Nurmi, E. (1976) Effects of starter culture on staphylococcal enterotoxin and thermonuclease production in dry sausage. *Appl. Environ. Microbiol.* **31**, 11-20.
 83. Obst, M., Meding, E. R., Vogel, R. F., and Hammes, W. P. (1992) Two genes encoding the B-galactosidase of *Lactobacillus sake*. *Microbiol.* **141**, 3059-3066.
 84. Reuter, G. (1967) Atypische Streptobakterien als dominierende Flora in reifender und gelagerter Rohwurst. *Fleischwirtschaft* **47**, 397-402.
 85. Roedel, W. (1985) Rohwurstreifung: Klima und andere Einflussgrößen. In *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken*, Kulmbacher Reihe Band 5, Bundesanstalt fuer Fleischforschung, pp. 60-84.
 86. Roedel, W. and Stiebing, A. (1986) Continuous measurement of the ripening pattern in dry sausage. *Fleischwirtschaft* **68**, 1423-1426.
 87. Sameshima, T., Magome, C., Takeshita, K., Arihara, K., Itoh M., and Kondo, Y. (1998) Effect of Intestinal *Lactobacillus* starter cultures on the behaviour of *Staphylococcus aureus* in fermented sausage. *Int. J. Food Microbiol.* **41**, 1-7.
 88. Scheuer, R. and Roedel, W. (1995) Bestimmung zur Bildung von Verrucosidin auf Rohwurst. *Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach*, **34**, 66-70.
 89. Schillinger, U. and Luecke, F. K. (1989) Einsatz von Milchsäurebakterien als Schutzkulturen bei Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft* **69**, 1581-1585.
 90. Schillinger, U., Kaya, M., and Luecke, F. K. (1991) Behaviour of *Listeria monocytogenes* in meat and its control by a bacteriocin-producing strain of *Lactobacillus sake*. *J Appl. Bacteriol.* **70**, 473-478.
 91. Smith, J. L. and Palumbo, S. A. (1983) Use of Starter Cultures in Meats. *J. Food Prot.* **46**, 997-1006.
 92. Schmidt, U. (1985) Salmonellen, Bedeutung bei Rohwurst und Rohschinken. In *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken*, Herausgegeben vom Institut fuer Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach, pp. 128-151.
 93. Schmidt, U. (1987) Hemmung von Salmonellen durch technologische Massnahmen. *Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach*, **96**, 7443-7448.
 94. Schmidt, U. (1989) Verfahren zum Nachweis von Listerien in Fleisch und Fleischerzeugnissen. *Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach*, **28**, 311-316.
 95. Shahidi, F. (1991) Developing alternative meat-curing systems. *Trends in Food Sci. Technol.* September, 291-322.
 96. Staehle, S. (1988) Verordnung ueber Lebensmittelhygiene LMHV und HACCP. Pfannberg, Giessen, Leipzig.
 97. Stiebing, A. and Roedel, W. (1988) Influence of relative humidity on the ripening of dry sausage. *Fleischwirtschaft* **68**, 1287-1291.
 98. Stiebing, A. and Roedel, W. (1990) Influence of the pH on the drying pattern in dry sausage. *Fleischwirtschaft* **72**, 1039-1043.
 99. Stiles, M. E. and Hatings, J. W. (1991) Bacteriocin production by lactic acid bacteria: potential for use in meat preservation. *Food Sci. Technol.* **2**, 235-263.
 100. Tichaczek, P. S., Vogel, R. F., and Hammes, W. P. (1993) Cloning and sequencing of *cur A* encoding curvacin A, the bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* LTH1174. *Arch. Microbiol.* **160**, 279-283.
 101. Tichaczek, P., Nissen-Meyer, J., Nes, I., Vogel, R., and Hammes W. (1992) Characterization of the bacteriocins curvacin A from *Lactobacillus curvatus* LTH1174 and sakacin P from *Lactobacillus sake* LTH673. *Sys. Appl. Microbiol.* **15**, 460-468.
 102. Tichaczek, P. S., Vogel, R. F., and Hammes, W. P. (1994) Cloning and sequencing of *sak P* encoding sakacin P, the bacteriocin produced by *Lactobacillus sake* LTH673. *Microbiol.* **140**, 361-367.
 103. Toth, L. and Blaas, W. (1972) Einfluss der Raeuchertechnologie auf den Gehalt von geraeucherten Fleischwaren and cancerogenen Kohlenwasserstoffen. II. Mitteilung: Einfluss der Glimmtemperatur des Holyes sowie der Kuehlung, Waesche und Filtration des Raeucherrauchs. *Fleischwirtschaft* **52**, 1419-1422.
 104. Tschabrun, R., Sick, K., Bauer, F., and Kranner, P.

- (1990) Bildung von Histamin in schnittfesten Rohwuersten. *Fleischwirtschaft* **70**, 448-452.
105. Vandekerckhove, p. (1977) Amines in dry fermented sausage. *J. Food Sci.* **42**, 283-285.
106. Wirth, F. (1984) Zur Wirkung von Zuckerstoffen bei Rohwurst. *Mitteilungsblatt-Bundesanstalt fuer Fleischforschung, Kulmbach*, **84**, 5924-5928.
107. Wortberg, B. and Woller, R. (1982) Qualitaet und Frische von Fleisch und Fleischwaren im Hinblick auf ihren Gehalt an biogenen Aminen. *Fleischwirtschaft* **62**, 1457-1460, 1463.
108. Yang, R. and Ray, B. (1994) Factors influencing production of bacteriocins by lactic acid bacteria. *Food Microbiol.* **11**, 281-291.
109. Yousef, A. E., Luchansky, J. B., Degnan, A. J., and Doyle, M. P. (1991) Behavior of *Listeria monocytogenes* in Wiener exudates in the presence of *Pediococcus acidilactici* or Pediocin AcH during storage at 4 or 25°C. *Appl. Environ. Microbiol.* **57**, 1461-1467.
110. Zaika, L. L. and Kissinger, J. C. (1984) Fermentation enhanced by spices: identification of active component. *J. Food Sci.* **49**, 5-9.
111. Zeuthen, P. 1995. Historical aspects of meat fermentation. In *Fermented Meat*. Campbell-Platt and Cook, P. E.(eds.), Blackie, Glasgow, pp. 39-52.

(2003. 9. 26. 접수 ; 2003. 11. 20. 채택)