

숙성 및 건조기간중 소금농도에 따른 Dry Sausage의 이화학적 성상 및 미생물의 증식 특성

신현길 · 최성수 · 강익순 · 한석현

*건국대학교 축산가공학과

Effect of Added NaCl Levels on the Physical, Chemical and Microbial Properties of Dry Sausage during Ripening Period

Heuyn-Kil Shin, Sung-Soo Choi, Ik-Soon Kang and Suk-Hyeon Han

Department of Animal Products Science, Kon-kuk University, Seoul

Abstract

The effect of NaCl content levels(1.7, 2.2, 2.7 and 3.2%) on the ripening of a dry sausage was studied, when starter culture and Glucono-delta-Lacton were used. During the ripening of sausages, the physical and chemical properties and the microbial multiplication were investigated, and also the growth of inoculated *Staphylococcus aureus* was detected. pH values were slowly decreased and Aw values dropped fastly during ripening period with the increase of NaCl content. In instrumental texture examination, the texture of sausage with NaCl content of 3.2% was significantly harder and more cohesive than those with lower NaCl contents. During ripening *St. aureus* was decreased by one tenth and not significantly different among mixtures with different NaCl contents. Depending upon reducing NaCl levels, total bacteria and Lactobacilli grew rapidly, while *Enterobacteriaceae* decreased slowly during ripening.

Key words: dry sausage, ripening, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae*, water activity, texture

서 론

발효소세지는 가열처리에 의하여 생산되지 않고 발효, 건조후 날상태로 소비되어지는데 특히 구미에 있어서선 전통 육제품으로 식품가공품 중에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히 발효육제품의 생산에 첨가되는 식염은 수분활성도를 낮추어 줌으로 미생물에 대한 안정성^(1,2)에 기여할 뿐 아니라 육입자로부터 염용성 단백질인 actin, myosin 그리고 actomyosin 등을 용해시켜 육입자와 지방입자간의 결합력을 갖게 하여 조직을 좋게 할 뿐 아니라⁽³⁻⁵⁾ 또한 풍미를 향상시킨다고 보고되고 있다. 한편 식염은 인체생리조절에 꼭 필요하지만 과다한 식염의 섭취는 고혈압 및 각종 성인병의 원인이 된다는 사실은 잘 알려져 있다. 따라서 식염의 첨가량을 줄이기 위한 연구가 육가공분야에도 활발하게 진행되고 있다^(6,7-9). 본 실험에서는 미생물에 대해 안정한 발효육제품을 생산하기

위해 고농도로 첨가되는 식염의 첨가수준을 줄이기 위하여 식염의 첨가 수준에 따라 숙성 및 건조중 발효소세지의 이화학적 특성 및 미생물의 생육특성을 조사하였으며, 특히 수분활성도에 대하여 내성이 강한 *Staphylococcus aureus*의 접종시험을 통해서 이들의 생육관계를 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료

신선한 돈육 및 우육을 구입하여 2-3cm³로 정형한 후 -25°C 냉동고에서 2주일간 동결 보존한 후 가공직전에 세절이 용이하게 -5°C로 원료육의 온도를 조절하였다. 원료지방은 신선한 것을 구입하여, 사용하기전 2-3일 동안 동결상태에서 지방의 표면을 건조시켰으며 원료육과 함께 세절하고 첨가제를 Table 1과 같이 혼합하였다. Starter culture는 *Lactobacillus plantarum* L-74 (DSM-No. 1954)을 *Rudorfmüller* (Giesen, West-Germany)사로부터 구입하여 원료육 g 당 10⁵ cells 로

Corresponding author: Heuyn-Kil Shin, Department of Animal Products Science, Kon-kuk University, Mojin dong, Seongdong-gu, Seoul 133-701

Table 1. The composition of fermented dry sausage mixture

Composition	Content (g)
Beef	600
Pork	1,410
Pork speck	900
Glucono-delta-lacton (GdL)	21
KNO ₃	0.3
NaNO ₂	0.45
Ascorbic acid	3
Sodium glutamate	3
Corriander	1.5
Pepper	9

각각 접종하였다.

제조 및 숙성

원료육 및 등지방을 *Cutter*(*Seydelmann, West-Germany*)에서 -5°C의 동결상태로 세절하였고 이때 세절중에 첨가제 및 *Starter culture*를 함께 혼합하였으며, *Staphylococcus aureus*의 접종시험에 있어서는 이때 접종을 실시하였다. 혼합육은 fibrous casing(ϕ 55 mm: Walsrode, West-Germany)에 약 300g씩 충전시킨 후 신폴(10) 같이 숙성 및 건조를 실시하였으며 숙성 3일째에는 20°C에서 2시간 혼연을 실시하였다.

실험처리구 및 *St. aureus*의 접종

각 실험처리구별 식염의 첨가량은 원료육 및 지방에 대하여 1.7%, 2.2%, 2.7% 그리고 3.2% 수준으로 제조시 첨가하였으며, 접종시험에 이용된 *St. aureus*는 독일 정부육연구소(Federal Meat Research Institute, Kulmbach)에 보관하고 있는 균주중에서 enterotoxin A를 생성하며 특히 Aw와 pH에 내성이 강한 세균주, No. 13, No. 14 그리고 No. 15를 이용하였다. 이들은 Standard-I-broth(Merck)에 각각 달리 배양한 후 각 균주를 counting chamber에 의해서 비슷한 숫자로 혼합하여 pool을 만들어 접종하였으며 접종은 원료육 g 당 10⁸ cells이 되게 실시하였다. 숙성 및 건조기간중의 이화학적 변화 및 미생물의 조사는 제조당일, 제조 2, 4, 7, 10, 14 그리고 21일후 경시적으로 실시하였다.

pH의 측정

육표면 pH 측정용 pH meter(Knick No. 654,

West-Germany)로 시료를 절단하여 다섯부위를 임의로 측정된 평균치를 구하였다.

Aw의 측정

Novasina hygrometer(EEJA-3, Switzerland)로 3회 반복 Aw를 구한 평균값을 측정치로 하였으며 Sensor의 표준화를 위하여 BaCl₂·2H₂O, NaCl 그리고 Mg(NO₃)₂·6H₂O 등의 특급시약을 포화용액으로 만들어 이용하였다.

조직의 특성

Instron(No. 114)을 이용하여 조사하였으며 시료는 1.2cm의 두께로 4등분하고 한개의 시료마다 중앙을 포함하여 5부위를 2회 조사하였다.

미생물의 조사

시료 10g을 취하여 멸균증류수 90ml을 혼합하고 Stomacher 용 P.V.D.C. 용기에 넣고 Stomacher (NO. BA-6021, England)를 이용하여 90초간 균질화한 후 각 배지에 접종하였다. 총 세균수는 Standard-I-agar(Merck), *Lactobacilli*는 MRS agar(Difco) 그리고 *St. aureus*는 Egg yolk agar(Merck)를 이용하였다. 또한 *Streptococci*를 조사하기 위한 KF-Strepto. agar(Difco)는 멸균 후 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride 1% 용액을 멸균한 배지가 60°C 정도 냉각 되었을 때 무균적으로 주입한 후 사용하였으며, *Enterobacteriaceae*를 조사하기 위해서는 VRB agar(Difco)를 이용하여 각각 미생물의 수를 조사하였다.

결과 및 고찰

pH의 변화

식염의 첨가수준에 따른 숙성 및 건조기간 중에 나타난 발효소세지의 pH 변화는 Fig. 1에서 나타낸 바와 같이 pH 5.8이던 원료육이 숙성이 진행됨에 따라 신속하게 떨어졌으며 숙성 말기에는 pH가 4.6~4.8로 변화하였다. 숙성 4일까지의 변화는 첨가된 식염량이 낮을수록 pH가 낮아지는 경향을 나타내었으며, 이러한 결과는 첨가된 식염의 비율에 따라 Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 Aw가 달라지므로 이러한 Aw의 차이에 의해서 *Starter culture*의 증식에 영향을 받아(Fig. 5) 나타난 결과가 아닌가 사료되며 이러한 결과는 Zaika 등⁽¹¹⁾과 Marcy 등⁽¹²⁾의 결과와 일치하나 상반된 보고도 있다⁽³⁾

Table 1에서 나타낸 바와 같이 4처리구 마찬가지로 0,

7%의 glucono-delta-lacton(GdL)이 첨가되었으며 생성된 산의 대부분은 첨가된 GdL이 젖산균이나 육자체내의 효소에 의해 분해되기 때문이다. 이러한 GdL의 첨가는 발효초기에 특히 증식하기 쉬운 부패균의 증식억제 작용이 가장 큰 이유라고 보고되고 있다⁽¹³⁾.

Aw의 변화

식염의 첨가수준에 따른 숙성 및 건조중에 나타난 발효소세지의 Aw의 변화는 Fig. 2와 같다. 식염의 첨가수준이 높을 수록 Aw는 낮게 나타났으며 건조가 진행됨에 따라 이러한 처리구별 차이는 크게 나타났는데 이는 건조에 의해서 자유수가 탈수되므로 염의 농도가 상대적으로 더욱 높아짐에 기인된다고 사료된다. 식염의 첨가수준을 달리한 처리구에서 숙성 및 건조기간중 Aw가 아주 유의성 있게 낮아졌으며, Leistner 등⁽¹³⁾은 발효소세지의 저장안정성에 영향을 미치는 요소들로는 Aw, pH, competitive microflora 그리고 첨가된 nitrite/nitrate 등인데 이 중에서 Aw가 가장 중요한 요소라고 보고하였다. 발효억제제의 부패균인 그람음성 세균은 대부분 Aw에 내성이 약하므로 식염의 적당한 첨가는 발효억제제의 원료육에 오염된 부패균이 숙성초기에 증식할 수 없도록 작용한다고 보고되고 있다^(13,14).

조직의 특성

식염의 첨가수준에 따른 발효소세지의 특성은 Fig. 3

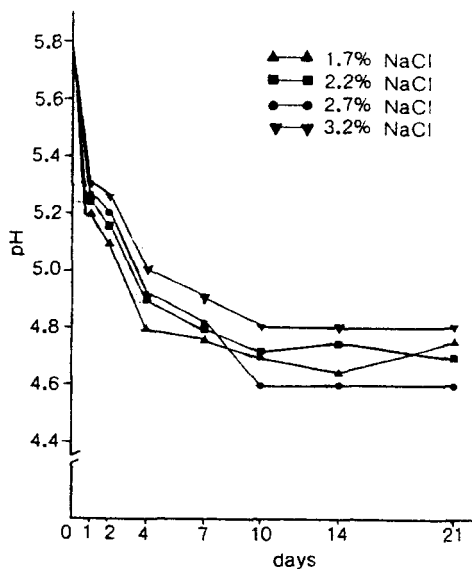


Fig. 1. Changes of pH in fermented sausage during ripening and drying.

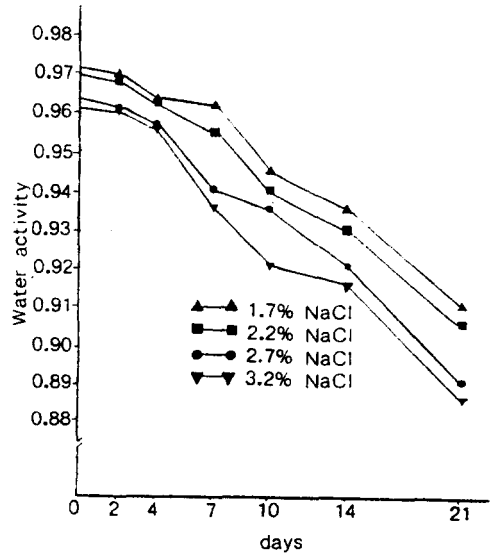


Fig. 2. Changes of Aw in fermented sausage during ripening and drying.

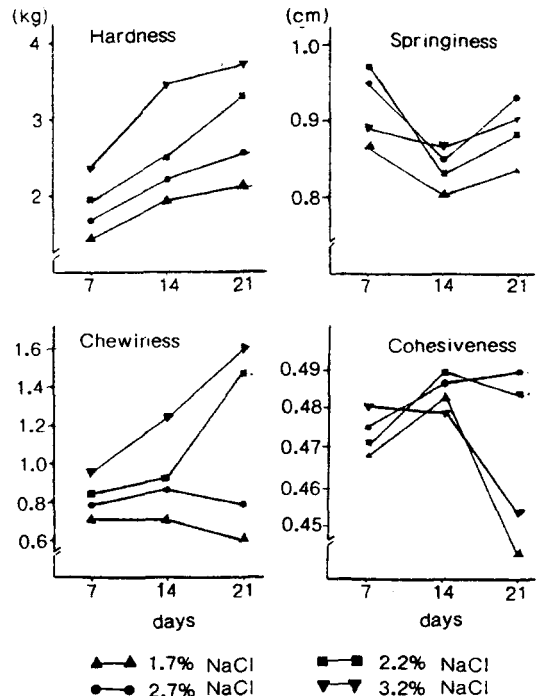


Fig. 3. Texture comparison of fermented sausage by texturemeter

과 같다. 식염의 첨가수준이 높을 수록 경도와 저작성은 현저하게 높게 나타났다. Hamm⁽¹⁵⁾은 식염의 첨가량이 일정한 수준까지 높을 수록 염용성 단백질인 actin, myosin 그리고 actomyosin의 용해도가 높아진다고 보고하고 있는데 식염의 첨가수준이 높아짐에 따라 육입자 표면으로 용출되는 단백질의 농도가 높아 지방입자와 육입자간의 결합이 용이하게 되므로 이러한 결과가 나타나지 않았나 사료된다^(3,5). 숙성 중에 낮아지는 pH도 발효소세지의 결합을 좋게 하는데^(16,17) 이는 pH가 낮아지므로 용해된 단백질이 gel에서 sol 상태로 변화되기 때문인데 이러한 변화는 건조에 따른 탈수에 의하여 더욱 지방과 육입자간의 결합을 증진시키는 결과가 된다고 보고되고 있다^(3,6,18). 하지만 원료육자체의 낮은 pH는 단백질의 용해도를 낮춤으로 발효소세지의 결합력을 저하시킨다는 보고도 있다^(19,20). 본 실험에서는 식염의 첨가량이 많을 수록 최종제품에서 저작성이나 응집성에 있어서 1.7%와 2.2% 식염첨가구가 현저하게 낮았으며 이러한 결과는 식염첨가량이 2%이하가 될 때 발효소세지의 조직이 아주 나빴다고 보고한 Zaika⁽¹¹⁾ 등의 연구결과와 일치한다.

총 세균수와 Lactobacilli의 변화

각 처리구별 총세균수와 *Lactobacilli*의 증식변화는 Fig. 4와 Fig. 5와 같으며 두 Fig.를 비교해 볼 때 총균은 대부분 *Lactobacilli*임을 알 수 있다. 총세균수와 *Lactobacilli*의 수는 각 실험구마다 제조후 2일까지 급격히 증식하였고 식염의 첨가수준이 낮을 수록 세균의 증식이 빨리 진행되어 1.7%와 2.2% 식염처리구에서는 $10^7/g$ 이상의 세균수를 나타내었다. 이와 같은 세균증식의 차이는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 A_w 의 작용에 의해서 나타나는 결과가 아닌가 사료된다. 숙성초기 빠른 *Lactobacilli*의 증식은 발효소세지 제조에 우려되는 그람음성 부패균의 증식을 억제하므로 육제품의 안정성에 직접적인 영향을 미친다고 보고되고 있다⁽¹³⁾.

Streptococci와 Enterobacteriaceae의 변화

Table 2에서 나타난 바와 같이 발효소세지에서 품질을 저하시키는 *Streptococci*는 원료육에 있어서 각 처리구 모두 원료육 g당 100마리 이하로 나타났으나 숙성 및 건조중 점차 증가하여 최종 육제품에서는 $10^3 \sim 10^4$ cells/g을 나타내었으며 식염의 처리구별 증식의 차이는 나타나지 않았다. *Enterobacteriaceae*는 발효육제품의 부패에 관여하는데 원료육 g당 10^8 cells의 수준에서

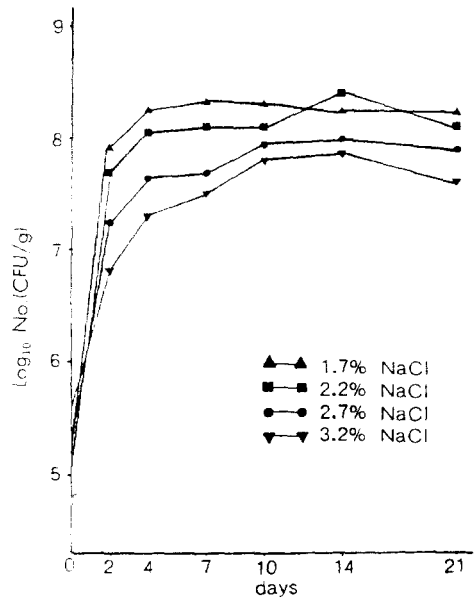


Fig. 4. Numbers of total bacteria during ripening and drying

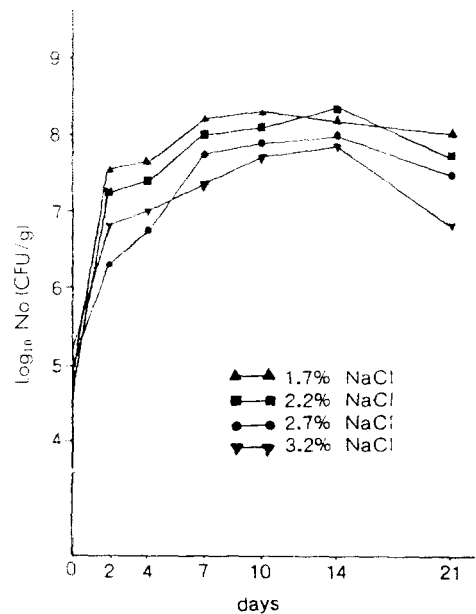


Fig. 5. Numbers of *Lactobacilli* during ripening and drying.

숙성 및 건조기간중 점차감소 하였으며 특히 2.7%와 3.2% 식염을 첨가한 시료에서는 7일후 거의 사멸하는 것으

Table 2. Numbers of *Streptococci* and *Enterobacteria* during ripening and drying

Microorganism		days						
		0	2	4	7	10	14	21
Streptococci	a	$< 10^2$	5.0×10^3	1.5×10^3	7.8×10^3	6.4×10^3	4.0×10^4	1.2×10^4
	b	$< 10^2$	1.0×10^3	4.8×10^2	1.6×10^3	1.7×10^3	3.2×10^3	5.4×10^3
	c	$< 10^2$	2.0×10^3	1.9×10^2	5.0×10^2	1.3×10^3	4.7×10^3	1.4×10^3
	d	$< 10^2$	5.0×10^3	5.0×10^2	5.9×10^3	1.7×10^3	3.9×10^4	5.0×10^4
Enterobacteria	a	2.0×10^3	2.0×10^3	7.0×10^2	1.0×10^2	9.0×10^2	$< 10^2$	1.0×10^2
	b	2.1×10^3	2.0×10^3	5.0×10^2	1.8×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	1.0×10^2
	c	6.6×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
	d	4.0×10^3	1.0×10^2	Nd	5.7×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$

a, 1.7% NaCl; b, 2.2% NaCl; c, 2.7% NaCl; d, 3.2% NaCl
Nd: Not detected

로 나타났으나 ($< 10^2$ g), 식염첨가 수준이 낮은 처리구에서는 오히려 완만하게 사멸하였다. Townsend 등⁽²⁰⁾과 Pezacki⁽²¹⁾ 등은 Aw에 민감한 그람음성 세균의 증식을 억제하기 위하여 일정 정도의 식염을 첨가해야 한다고 보고하고 있다. 하지만 이러한 세균의 증식은 발효육제품에서 starter culture⁽²⁾와 nitrite/nitrate^(11,22) 등의 첨가수준에 따라 직접적인 영향을 받으므로 소금의 첨가량 뿐만 아니라 이들에 의해서도 영향을 받아 본 실험에서 낮은 소금의 첨가구에서도 *Enterobacteriaceae*의 비교적 빠른 감소를 나타낸 것으로 사료된다.

Staphylococcus aureus의 변화

*St. aureus*는 Aw에 내성이 강한 세균종의 하나이며 Troller⁽²³⁾는 anaerobic 상태에서는 Aw=0.90까지 그리고 aerobic 상태에서는 Aw=0.86까지 증식한다고 보고하였으며 또한 발효소세지에서 식중독의 중요한 원인균이라고 발표되고 있다^(24,25). Marcy 등⁽¹²⁾은 발효소세지의 제조에 있어서 *St. aureus*의 증식이 소금의 첨가수준이 높을 수록 오히려 빨랐다고 보고했는데 이는 낮은 식염의 처리구에서 젖산 생성균이 빨리 증식하여 pH가 숙성중 신속하게 낮아짐에 기인한다고 보고하였다. 본 *St. aureus*의 접종 시험의 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 나타낸 바와 같이 각 처리구별 차이는 보이지 않았으며 마찬가지로 4처리구에서 10^5 cells/g 접종된 *St. aureus*가 숙성 21일 후에는 10^4 cells/g 수준으로 감소되었다. 따라서 본 실험의 결과에서 볼 때 발효소세지의 제조조건 즉 Nitrite 및 Nitrate 첨가량 각각 150과 100 ppm, 원료육의 pH 5.8, GdL의 첨가량 0.7%, 그리고

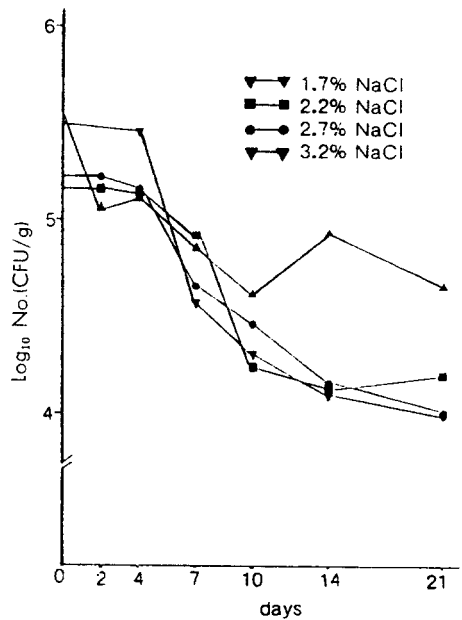


Fig. 6. Numbers of inoculated *Staphylococcus aureus* during ripening and drying.

starter culture 10^5 cells/g의 첨가조건 등에서는 소금의 첨가수준(1.7~3.2%)에 의해서 *St. aureus*의 증식이 하등의 영향을 받지 않음을 알 수 있다⁽⁹⁾. 발효육제품에 있어서 *St. aureus*의 증식은 숙성초기 pH 정도와 starter culture의 수준에 의해서 많은 영향을 받는다고 보고되고 있다⁽²⁾.

요 약

식염의 1.7%, 2.2%, 2.7% 그리고 3.2%의 첨가수준에 따라 발효소세지의 숙성 및 건조중 이화학적 변화 및 미생물의 변화를 조사하였으며 또한 *Staphylococcus aureus*의 접종시험을 통해서 이들의 증식관계를 조사하였다. 소금의 첨가량이 많아짐에 따라 pH는 완만하게 떨어졌으며 모든 처리구 공히 원료혼합육 5.8 수준에서 최종제품 4.8-4.6의 pH를 나타내었다. 조직은 소금의 첨가량이 높을 수록 저작성과 경도가 높게 나타났으며 낮은 식염처리구에서는 (1.7%, 2.2%)제품으로서의 조직을 갖지 못했다. 소금의 첨가량이 많아짐에 따라 총 세균수와 *Lactobacilli* 수는 낮은 수준을 보였으며 아울러 완만하게 증식하는 경향을 나타내었다. 원료혼합육 g 당 10^5 cells 수준으로 접종한 *St. aureus*는 소금의 첨가수준에 의하여 아무런 영향을 받지 않았으며 각 처리구 마찬가지로 21일 숙성기간중 10^4 cells/g의 수준으로 감소하였다. 그러나 *Enterobacteriaceae*는 소금의 첨가량이 많아짐에 따라 그들의 생존기간이 길었다.

문 헌

- Metaxopolos, J., Genigeorigis, C., Fanelli, M.M., Franti, C. and Cosma, E. : Production of Italian dry salami; Effect of starter culture and chemical acidulation on staphylococcal growth in salami under commercial manufacturing condition. *J. Food Protection*, **44**, 347(1981)
- Sirviö, P., Nurmi, E., Puolanne, E. und Ninivaarra, F. P. : Der Einfluss von Starterkulturen und verschiedenen Zusatzstoffen auf das Wachstum von *Salmonella enterberg* in Rohwurst. *Fleischwirtschaft*, **57**, 1007(1977)
- Petaja, E., Kukkonen, E. und Puolanne, E. : Effect of salt content on the ripening of dry sausage. *Fleischwirtschaft*, **65**, 189(1985)
- Sofos, J.N. : Effect of reduced salt(NaCl) levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *J. Food Sci.*, **48**, 1692(1983)
- Pezacki, W. and Pezacka, E. : Einfluss der Umhüllung auf die Rohwurstqualität. *Fleischwirtschaft*, **62**, 749(1982)
- Warldaw, F.B., Skelley, G.C., Johnson, M.G. and Acton, J.C. : Changes in meat components during fermentation, heat processing and drying of a summer sausage. *J. Food. Sci.*, **38**, 1228(1973)
- Sofos, J.N. : Effects of reduced salt levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *J. Food Sci.*, **48**, 1648(1983)
- Terrell, R.N., Quintanilla, M., Vanderzant, C. and Gardner, F.A. : Effect of reduction or replacement of sodium chloride on growth of *Micoroccus*, *Morarella* and *Lactobacillus* inoculated ground pork. *J. Food Sci.*, **48**, 122(1983)
- Terrell, R.N. : Reduction of replacement of salt in processed meats. Proc. 24th Annual Meat Sci. Institute. Dept. of Food Sci., Univ. of Go. Arthehs, 1982
- Shin, H.K. : Processing of Raw Sausage(Salami type). *Korean J. Meat Sci.*, **5**, 35(1984)
- Zaika, L.L., Zell, T.E., Palumbo, S.A. and Smith, J. L. : Effect of spices and salt fermentation of Lebanon bologna-type sausage. *J. Food Sci.*, **43**, 186(1978)
- Marcy, J.A., Kraft, A.A., Olson, D.G., Waler, H.W. and Hotchkiss, D.K. : Fate od *Staphylococcus aureus* in reduced sodium fermented sausage. *J. Food Sci.*, **50**, 316(1985)
- Leisther, L., Rödel, W. and Krispien, K. : Microbiology of meat and products in high-and intermediate-range. In *Wateractivity; Influence of food quqlity*. Academic Press, New York p.855(1981)
- Frey, W. : Schnittfest Rohwurst. In *Die sichere Fleischwarenherstellung*. Hans Holzmann Verlag, Ban Worishofen S. 7(1983)
- Hamm, R. and Deatherage, F.E. : Changes in hydration, solubility and protein charges of muscle proteins during heating of meat. *Food. Res.*, **25**, 587(1961)
- Klettner, P.G. and List, D. : Effect of type of carbohydrate on course of dry sausage ripening. *Fleischwirtschaft*, **60**, 1589(1980)
- Corettl, K. : Starterkulturen in der Fleisch in der Fleischwirtschaft. *Fleischwirtschaft*, **57**, 389(1977)
- Polymendis, A. : Rohwurstherstellung. *Fleischwirtschaft*, **58**, 22(1978)
- Klement, J.T., Cassens, R.G., Fennema, O.R. and Greaser, M.L. : Effect of direct acidulation and heat on the solubility of protein extract from a fermented sausage. *J. Animal Sci.*, **41**, 554(1975)

20. Townsend, W.E., Davis, C.E. Lyon, C.E. and Mescher, S.E. : Effect of pork quality on some chemical-physical and processing properties of fermented dry sausage. *J. Food Sci.*, 45, 623(1980)
21. Pezacki, W., Pikul, J. und Pezacka, E. : Einfluss der Bratsulzung auf die Qualität der Rohwurst. *Fleischwirtschaft*, 61, 189(1981)
22. Zaika, L.L., Zell, T.E., Smith, J.L., Palumbo, S.A. and Kissinger, J.C. : The role of nitrite and nitrate in Lebanon bologna, A fermented sausage. *J. Food Sci.*, 41, 1457(1976)
23. Troller, J.A. : Staphylococcal growth and enterotoxin production. In *Water Activity and Food*, Academic Press, New York, 118(1978)
24. Center for Disease Control : Morbid. Mortal. Weekly Rep. 24, 374(1975)
25. Leistner, L., Shin, H.K. and Hechelmann, H. : Microbiology and technology of traditional Chinese meat products. 30th european Meeting of Meat Research Workers, Bristol, 1, 280(1984)

(1988년 4월 29일 접수)