

자몽 추출물과 김치 추출 유산균을 이용한 발효 소시지 개발에 관한 연구

김 옹 휘[†] · 안 병 석

중부대학교 호텔외식산업학과

Study on Development of Fermented Sausage using Grapefruit Extract and Kimchi Extracted Starter Culture

Yonghui Kim[†] and Byong-Suk Ahn

Dept. of Hotel & Foodservice Industry, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to develop natural additive for the improvement of lipid stability and the suppression of pathogenic contamination during the storage periods of fermented sausage. Fermented sausage prepared with grapefruit extract showed good suppression of lipid oxidation and pathogenic bacterial growth, and it was higher than that of fermented sausage prepared with nitrate until 7 days of storage. Fermented sausage prepared with treatment A (sodium nitrate and *L. acidophilus*), B (sodium nitrate and *L. brevis*), C (ascorbic acid and *L. brevis*) and D (grapefruit extract and *L. brevis*) were compared. As results, treatment C and D showed the lowest pH changes among treatments, and the highest growth of lactic acid bacteria was represented in treatment D. In the suppression effect of *E. coli*, the bacterial count was below 100 in all treatment except the treatment A. There were no differences among treatment in the brightness of meat color ($p < 0.05$). Treatment D showed significantly high values in the redness, but showed the lowest values in the yellowness. In sensory and texture test, treatment C and D were superior compared to others. Therefore, grapefruit was represented as a good source of antioxidant for fermented sausage, and *L. brevis* isolated from kimchi was effect in lowering pH value of sausage during fermentation and it was also effective to persist fermentation during storage period and to reduce the occurrence of pathogenic bacteria by the suppression of their growth.

Key words : Grapefruit extract, kimchi extracted starter culture, fermented sausage, lipid oxidation

서 론

유산균을 사용하여 발효, 숙성 및 건조시킨 발효 소시지는 열처리를 하지 않는 경우가 많아 생산 과정에서 발생할 수 있는 유해 세균의 증식 억제, 지질 산화의 억제, 발색 향상 등을 위하여 다양한 첨가제들을 이용하고 있다(Gidding GG 1977, Kim YJ 2011, Kunz & Lee 2003, Lee et al 2012). 발효 소시지의 가공 및 저장 과정에서 일어나는 지질 산화는 영양소의 손실을 초래할 뿐만 아니라, 지질 산화로 생성되는 다양한 알데하이드, 과산화물 및 과산화수소가 인체에 대하여 독성을 나타내어 안전성, 색, 풍미에 부정적인 영향을 미쳐 품질을 저하시키는 원인이 되기 때문에, 발효 소시지의 안전성 확보와 지질 산화 억제를 위하여 아질산염을 주로 사용하고 있다(Kim YJ 2011, Zanardi et al 2004). 아질산염은 육색의 발색과 안정화뿐만 아니라, 정균 작용을 통하여 발효 소시지의

안전성을 확보하고, 지질 산화 억제 효과도 있지만(Gidding GG 1977), 아질산염이 발암물질로 알려지면서 그 사용에 대한 부정적인 인식이 높아지고 있다. 이에 따라 현재 아질산염의 기능을 대체할 수 있는 대체제의 개발에 많은 연구가 이루어지고 있다(Kim YJ 2011, Zanardi et al 2004, Shin et al 2011).

아질산염의 대체제에 대한 연구로 Zanardi et al(2004)은 전자공여능을 통하여 자유기를 소거하는 항산화 기능이 우수한 것으로 알려진 아스코르빈산, Kim YJ(2011)는 솔잎 추출물의 α -oienene, β -pinene, camphene 등의 정유 성분과 quercetin, kaempferol, rutin 등의 flavonoid 류 및 pinnitol 등의 항산화 유효 성분 가운데 강한 iron binding 능력 때문에 항산화 능력이 우수한 rutin(Kim & Kim 1998, Lee et al 2005), Shin et al(2011)은 흑마늘에 함유된 phenol 및 flavonoid가 항산화 작용에 의해 유지의 자동 산화를 억제시키기 때문에 아질산염의 대체 효과가 있다고 보고한 바 있다.

일반적으로 항산화 작용은 크게 효소적 반응과 비효소적 반응에 의하여 일어나는데, 효소적 작용은 superoxide dismu-

[†] Corresponding author : Yonghui Kim, Tel : +82-41-750-6717, Fax : +82-41-750-6381, E-mail : yhkim@joongbu.ac.kr

tase(SOD), catalase, glutathione peroxidase, glutathione S-transferase 등과 같은 효소에 의하여 일어나며, 비효소적 작용은 비타민 C, 비타민 E, 베타카로틴 및 식물의 flavonoid나 polyphenol 등에 의하여 일어난다(Lee *et al* 2012).

자몽(Grapefruit, *Citrus paradisi* Macf.)은 감귤류에 속하는 과일로 비타민 C 외에 활성 물질의 존재와 성분 물질 및 기작 여부에 대해서는 밝혀지지 않아 자몽 추출물의 식품의 향균, 항산화 물질로서의 활용에 대한 보편화가 이루어지지 않았으나(Cho *et al* 1995), 최근 독성 실험에서 다른 합성 보존료에 포함된 독성 물질이 거의 없고, 향균, 항진균, 항산화 기능이 우수한 flavonoids(flavonols, flavones, flavonones, isoflavones, anthocyanins, flavans)의 함유량이 높은 식품으로 알려지면서 식품의 향균 물질로서의 사용 및 아질산염의 대체제로서의 가능성에 대한 연구가 이루어지고 있다(Kim *et al* 2004). Chin *et al*(2005)은 자몽 종자 추출물을 이용한 저지방 세절 소시지와 Son *et al*(2009)의 저지방 훈연 소시지의 저장성을 증진시켜 천연 보존제로의 활용 가능성을 보고한 바 있다(Hong KP 2011, Vanamala *et al* 2006, Yu *et al* 2005).

발효 소시지의 맛과 향 그리고 색은 주로 사용되는 스타터 균주의 발효 특성에 따라 크게 달라지는데, 특히 스타터 균주로 사용되는 유산균은 젖산 생성에 의한 신속한 pH 저하와 다양한 유기산의 생성으로 풍미에 큰 영향을 미치거나, 젖산 생성보다는 지방의 분해를 통하여 발효 소시지의 풍미를 개선하는 역할을 하고 있다(Kunz & Lee 2003).

따라서 본 연구는 발효 소시지의 제조를 위한 아질산염의 대체체로서 항산화 활성이 높고, 지질 산화 및 유해 세균의 증식을 억제할 수 있는 자몽 추출물과 김치로부터 추출한 유용 유산 균주를 이용한 발효 소시지의 개발 가능성을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 발효 소시지 제조를 위한 김치 유산균과 자몽 추출물의 제조

1) 공시 김치 유산균주

공시균주는 선행 연구를 통해 김치로부터 분리하여 esterase 활성이 우수한 유산균을 분리·동정한 후, 16s ribosomal RNA 유전자 염기서열의 분석과 유사성 분석을 통해 확인된 *Lactobacillus brevis* CSB21을 공시균주로 사용하였다.

2) 농축 자몽 추출물의 제조

본 실험에 사용한 자몽은 시중 대형 시장에서 구매하여 Hong KP(2011)의 방법에 따라 세수한 후 과피를 제거하고,

칼날 분쇄기(philips HR2860, Netherland)를 이용하여 세절하였다. 자몽의 농축은 시료 750 g에 증류수 2,000 mL를 넣어 100°C 끓는 물에서 3시간 정도 열탕 처리하여 열수 추출한 열수 추출액을 10,000 rpm/10 min으로 원심분리(supra 21K, Hanil, Korea)한 뒤, 여과지(Whatman No.2)로 여과한 여액을 90°C 수욕상에서 진공 농축기(2005N Series, Dongseo Sci. Co, Korea)로 감압, 농축하여 본 실험의 시료로 사용하였다.

2. 자몽 추출물과 *Lactobacillus brevis*를 이용한 발효 소시지의 제조

1) 실험 설계

본 연구의 첫 번째 실험 설계는 자몽 추출물과 김치 유산균의 혼합 조건에 따라 제조된 발효 소시지의 저장 기간에 따른 변화를 조사하기 위하여 Table 1과 같이 실험 설계하였다. 즉, 선행 연구를 통해 얻어진 최적의 자몽 추출물과 김치 유산균 혼합 조건(자몽 추출물 3.5% 및 *L. brevis* 2.5%)에 따라서 제조된 발효 소시지를 GFL 처리구로 설정하고, 관행적으로 이용되는 아질산염과 아스코르빈산 그리고 김치 유산균주를 혼합한 발효 소시지를 ANL 대조구 1로 설정하였다. 마지막으로 아무런 첨가제도 혼합하지 않고 김치 유산균만 첨가한 발효 소시지를 L 대조구 2로 설정하여 실험을 설계한 후 저장 기간(0~14일)에 따른 pH와 유해세균의 오염도 및 TBARS의 변화를 측정하였다.

두 번째 실험 설계는 자몽 추출물을 이용하여 제조된 발효 소시지의 품질을 비교하기 위하여 Table 2와 같이 실험 설계하였다. 처리구 A는 아질산염과 *L. acidophilus* 균주를 사용하였고, 처리구 B는 아질산염과 본 연구에서 분리된 *L. brevis*, 처리구 C는 아스코르빈산과 *L. brevis*, 마지막으로 처리구 D는 자몽 추출물과 *L. brevis*를 사용하는 방법으로 실험 설계하였다.

2) 발효 소시지의 제조

발효 소시지 원료육의 제조는 Han *et al*(2006)의 방법에 따라 원료육은 국내산 돈육 후지 및 등지방을 구입하여 24시간 동안 냉장 보관한 후 5 mm 플레이트(한국후지공업사, 한국)로 분쇄하여 사용하였다. 분쇄된 원료육은 각 실험에 설정된 배합비율에 따라서 자몽 추출물 0~3.5%, *L. brevis* 2.5%, dextrose 1%, 빙수 10~13.5%(김치 유산균의 첨가 비율에 따라서 총 수분량을 조절함), 식염 0.5%를 혼합하여 silent cutter(Roman, Spain)를 이용하여 혼합하였다. 혼합이 완료된 원료육은 진공 충전기를 이용하여 콜라겐 케이싱(직경 28 mm, Yoorak, Co., Korea)에 충전하여 발효 소시지를 제조하였다.

Table 1. Experiment design for the evaluation of the effect of grapefruit extract supplementation in fermented sausage

Treatment ¹⁾	Ingredients							
	Grapefruit extract(%)	<i>L. brevis</i> (mL)	NaCl(%)	Ascorbic acid(%)	Nitrate(g)	Dextrose(g)	Water(mL)	Meat(%)
GFL	3.5	2.5	0.5	0	0	1	10	83
ANL	0	2.5	0.5	0.1	0.05	1	13.5	82
L	0	2.5	0.5	0	0	1	13.5	83

¹⁾ GFL: Grapefruit + *L. brevis*, ANL: Ascorbic acid + nitrate + *L. brevis*, L: *L. brevis*.

Table 2. Experiment design for the evaluation of the effect of fermented grapefruit and *L. brevis* supplementation in fermented sausage

Treatment ¹⁾	Ingredients							
	Grapefruit extract(%)	<i>L. brevis</i> (mL)	NaCl(%)	Ascorbic acid(%)	Nitrate(g)	Dextrose(g)	Water(mL)	Meat(%)
A	0	2.5 ^a	0.5	0	0.05	1	13	83
B	0	2.5 ^b	0.5	0	0.05	1	13	83
C	0	2.5 ^b	0.5	0.1	0	1	13	83
D	3.5	2.5 ^b	0.5	0	0	1	10	83

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

^{a,b} For used starter culture strains, superscripts ^a mean *Lactobacillus acidophilus* and ^b *Lactobacillus brevis*, respectively.

3) 발효 소시지의 발효 및 저장

제조된 발효 소시지는 30℃ 항온 항습기(Wise Cube, Wisd, Korea)에서 80%의 상대 습도를 유지하면서 48시간 동안 발효시켰고, 이후 4℃ 냉장고에서 14일간 저장하며 분석에 사용하였다.

3. pH 측정

채취된 시료 2 g을 증류수 20 mL와 혼합하여 균질한 후, pH meter(Orion 3 star, Thermo Fisher Scientific, USA)를 이용하여 시료의 pH를 측정하였다.

4. Thiobarbituric Acid Reactive Substance(TBARS)

TBARS는 Yu *et al*(2005)의 방법에 따라 시료 20 g에 2 M phosphate buffer에 용해된 20% trichloroacetic acid 용액 50 mL를 넣고 균질화하고, 증류수를 50 mL 첨가한 후에 여과(Whatman filter No. 1)한 여과액에서 5 mL를 취하였다. 그 후 5 mM TBA 용액을 5 mL 첨가한 후에 냉암소에서 15시간 보관한 후, 530 nm의 분광 광도계(Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)에서 흡광도를 측정하였다. TBA 수치는 malonaldehyde 표준 용액을 이용하여 회귀 방정식으로 산출하였고, 시료 kg 당 mg malonaldehyde(mg MDA/kg)으로 나타내었다.

5. 미생물 측정

유산균수는 시료 25 g을 1% peptone수 250 mL에 넣고 stomacher(400 VW, Bag Mixer, France)로 3분간 2회 균질한 후 1 mL를 채취하여 준비된 9 mL peptone수에 넣어 순차 희석하였다, 유산균 평가 배지(BCP agar medium)에 희석액을 평판 주가법으로 접종하고, 37℃에서 48시간 배양한 후 나타나는 colony의 수를 colony forming unit(CFU)를 log/g 시료로 계수하였으며, 대장균군은 VRB 배지(violet red bile agar)에 희석액을 1 mL 접종한 다음 37℃에서 48시간 배양하여 기포가 형성된 개수를 계수하였다.

6. 일반 성분

실험에 사용된 발효 소시지의 분석은 AOAC(1995) 방법에 따라 측정하였다.

7. 육색 측정

육색(Hunter color values)은 Chroma meter(CR-200, Minolta Co. USA)를 이용하여 흰색 표면에 5회 측정하여 기계의 안정성을 확인한 후, 시료의 표면 부위를 3번씩 반복 측정하여 평균값을 구했으며, 그 결과, 명도(Hunter L, light-ness), 적색도(Hunter a, redness) 및 황색도(Hunter b, yellow-ness) 등을 측정하였다.

8. 조직감 측정

제조된 발효 소시지의 texture 검사는 질감, 점착성, 씹힘성을 평가 요소로 설정하였다. 질감은 경도가 ‘연하다’, ‘보통이다’, ‘단단하다’로 구분하였고, 점착성은 ‘적다’, ‘보통이다’, ‘크다’로 나누었으며, 씹힘성은 ‘부드럽다’, ‘보통이다’, ‘딱딱하다’로 나누어서 평가하였다. 각 항목당 점수를 최저 1점에서 최고 10점까지 나누어서 평가하였으며, 자세한 방법은 발효 소시지의 품질 평가는 관능 평가와 동일한 방법으로 수행하였다.

9. 관능 평가

관능 평가는 Kim *et al*(2011)의 방법에 따라 5일간 매일 1시간씩 예비 실험을 통해 훈련된 관능 검사 요원 20명을 대상으로 실시하였다. 관능 평가 기준은 총 10점 만점을 기준으로 매우 좋음(10), 좋음(8), 보통(6), 나쁨(4) 및 아주 나쁨(2)으로 총 5단계로 나누어 평가하였다.

10. 통계 분석

통계 분석은 일반 선형 모형(general linear model)을 이용한 단일 변수 분산 분석(univariate analysis of variance)을 수행하였으며, 처리구 간의 유의성 평가는 Duncan 사후 분석법을 이용하였다. 통계 프로그램은 R의 agricolae package를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 자몽 추출물과 김치 유산균의 혼합 비율에 따른 발효 소시지의 저장 중 변화

1) pH의 변화

발효 소시지를 제조하여 48시간 발효한 후, 14일간 냉장 저장 중의 pH 변화를 측정한 결과, 저장 기간의 경과와 함께 pH가 감소하는 경향을 나타내었다(Table 3). 이러한 결과는 저장 기간 중 미생물의 성장에 따른 젖산 생성으로 pH가 감소한 것으로 판단되었으며, 솔잎과 흑마늘 추출물을 첨가한 소시지의 저장 기간이 경과함에 따라 pH가 서서히 감소하였다는 Kim YJ(2011)과 Shin *et al*(2011)의 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

발효 후 저장 초기 pH는 자몽 추출물과 김치 유산균을 혼합한 GFL 처리구와 아질산염과 아스코르빈산 및 김치 유산균을 첨가한 ANL 대조구 1은 유의차가 없었으나, 김치 유산균만을 첨가한 L 대조구 2는 유의적으로 높게 나타났으며, 발효 후 저장 기간이 경과함에 따라 GFL 처리구의 pH는 다른 ANL과 L 대조구에 비하여 유의적으로 낮아짐을 알 수 있었다($p<0.05$). 이는 자몽 추출물의 첨가가 김치 유산균의

Table 3. pH profiles during storage periods of different fermented sausages

Treatment ¹⁾	Storage time (days)			
	0	5	7	14
GFL	5.47±0.02 ^{2)a3)}	4.57±0.07 ^a	4.36±0.07 ^a	4.29±0.04 ^a
ANL (Control 1)	5.52±0.02 ^a	4.75±0.04 ^b	4.74±0.03 ^b	4.67±0.03 ^b
L (Control 2)	5.61±0.01 ^b	4.73±0.06 ^b	4.71±0.08 ^b	4.72±0.04 ^b

¹⁾ GFL: Grapefruit + *L. brevis*, ANL: Ascorbic acid + nitrate + *L. brevis*, L: *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column mean significantly different($p<0.05$).

성장에 아무런 영향을 주지 않으며, 김치 유산균의 성장 및 발효에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 시사하는 것이라 생각되었다. 저장 기간 동안 GFL 처리구의 pH가 ANL 및 L 대조구에 비해 낮은 pH를 나타내었으며, 상당한 유의성이 있었으나, ANL과 L 대조구의 pH간의 유의차는 없는 것으로 확인되었다($p>0.05$).

2) 미생물의 변화

Table 1과 같이 배양된 *L. brevis*(1.0×10^9 CFU/mL)를 2.5% 비율로 접종하여 제조된 발효 소시지의 제조 직후의 유산균 수는 약 1.0×10^7 CFU/g에서, 발효 후에는 80배 정도 증가된 8.0×10^8 CFU/g으로 나타났으며, 저장 7일까지 거의 직선적으로 증가하는 경향을 나타내었으나, 7일 이후에는 성장이 멈춘 것으로 확인되었다(Fig. 1). 사용된 유산균주의 성장 형태를 관찰한 결과, 사용된 유산균주는 발효 기간뿐 아니라, 저장 기간 중에도 계속적으로 대사 활동을 수행하는 것을 알 수 있었으며, 발효 소시지 제조용 스타터 균주로서 매우 적합한 것을 알 수 있었다.

Geisen *et al*(1992)과 Hammes & Knauf(1994)는 20~24°C에서 유산균은 발효개시 2~3일 후에는 최대 10^8 CFU/g까지 증식하며, 유산 생성 또한 왕성하여 빠른 pH 감소를 나타낸다고 보고하고, 발효 소시지에서 잘 정착되는 유산균주로 facultative heterofermentative *Lactobacillus*들로 대표적으로는 *L. plantarum*, *L. sakei* 그리고 *L. curvatus* 등 외에도 *Pediococcus acidilactici* 또한 발효 소시지 환경에 잘 적응하는 균주라고 보고하였다.

또한 Kunz & Lee(2003)는 발효 소시지 중의 유산균은 전체 미생물의 10% 수준으로 *Leuconostoc*이나 *Weisella* 같은 유산균들도 존재하나, 유산균 가운데 유산 외에 초산을 생성

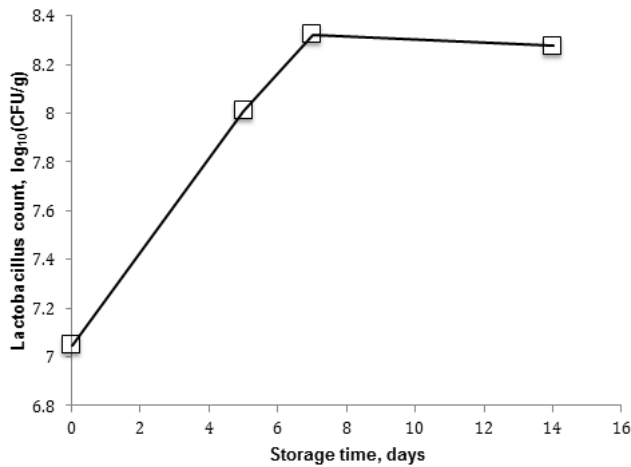


Fig. 1. *Lactobacillus* counts during storage periods of fermented sausage inoculated with *L. brevis* as starter culture.

하는 균주 또는 가스를 생성시키는 균주들은 생성된 초산으로 인한 풍미의 저하와 생성된 가스로 인한 발효 소시지의 모양을 나쁘게 하기 때문에 그 선호도가 매우 떨어진다고 보고하였다.

그러나 본 연구에서 사용한 *L. brevis*의 경우, 저장 기간 중 가스의 발생은 관찰되지 않았으며, 관능 검사를 통해 이취 등의 풍미 저하 또한 나타나지 않는 것으로 확인되었다.

발효 소시지의 발효 및 저장 기간 중 대장균 혹은 대장균군에 속하는 병원성 세균의 출현은 소시지의 안전성을 위협하는 매우 중요한 요인으로, 특히 대장균과 살모넬라균은 원료육이나 제조 과정 중 오염되는 주요 병원균으로서 식품을 섭취하는 인간의 건강에 매우 큰 위협이 되고 있다(Hwang *et al* 2009).

본 연구에서는 저장 기간 중 발생할 수 있는 대장균 및 대장균군에 속하는 병원성 세균의 출현을 검사한 결과, GFL 처리구는 저장 7일차까지는 대장균 및 대장균군에 속하는 병원성 세균이 검출되지 않았으나, ANL과 L 대조구는 저장 5일차에서부터 대장균 및 대장균군에 속하는 병원성 세균이 나타나기 시작하였으며, ANL의 경우 L에 비하여 100배 낮은 수의 병원성 세균이 나타났다(Table 4).

따라서 본 연구에서 사용한 자몽 추출물은 유해 세균의 성장을 억제하는데 탁월한 효과가 있으며, 아스코르빈산이나 아질산염이 나타내는 항균력보다 우수한 것으로 확인되어, 발효 소시지 제조에 있어 매우 우수한 천연 추출물로 자리매김할 수 있으리라 생각되었으며, 특히 식품 안전성 기준(검역원 고시 제2010-5호)에 따른 발효 소시지의 대장균 검출 수준이 시료 g당 100마리 이하인 것을 고려할 경우, 본 연구 결과에서 얻어진 자몽 추출물과 김치 유산균은 발효 소시지의 안전성 확보에 유용한 역할을 하는 것을 알 수 있었다.

Table 4. Coliform and *E. coli* occurrences during storage periods of fermented sausage (Log CFU/g)

Storage time (days)	Treatment ¹⁾		
	GFL	ANL	L
0	0 ²⁾	0	0
5	0	2.1±0.2	3.2±0.6
7	0	2.8±0.3	3.5±0.4
14	1.8±0.2	3.5±0.3	5.4±0.5

¹⁾ GFL: Grapefruit + *L. brevis*, ANL: Ascorbic acid + nitrate + *L. brevis*, L: *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

3) TBARS의 변화

자몽 추출물과 김치 유산균의 첨가가 발효 소시지의 저장 기간 중 지질 산화 정도에 미치는 효과를 조사한 결과, 저장 초기 GFL 처리구와 ANL 대조구의 TBARS는 L 대조구에 비하여 유의적으로 낮게 나타났으며, GFL 처리구와 ANL 대조구간의 유의적 차이는 발견되지 않았다(Table 5, $p>0.05$). 저장 7일까지는 GFL, ANL, L의 순으로 TBARS 값이 낮게 나타났으며, 저장기간 14일차에는 GFL과 ANL간의 유의차는 인정되지 않았다($p>0.05$). 특히 L의 경우, GFL과 ANL에 비해 유의하게 높은 TBARS를 나타내어 저장 기간 중 지속적으로 지질 산화가 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 자몽에 많이 함유되어 있는 flavonoids(flavonols, flavones, flavonones, isoflavones, anthocyanins, flavans)가 ATP와 유사한 구조적 특성을 갖고 있어 다양한 효소들의 ATP 결합 부위와 결합함으로써 세포 증식 억제와 분화 촉진 및 우수한 항산화 기능 때문인 것으로 생각되었으며(Hong KP 2011, Vanamala *et al* 2006, Yu *et al* 2005), 식육은 저장 기간

Table 5. TBARS profiles during storage of fermented sausage (mg MDA/kg)

Treatment ¹⁾	Storage time (days)			
	0	5	7	14
GFL	0.03±0.002 ^{a2,3)}	0.18±0.005 ^a	0.31±0.004 ^a	0.35±0.005 ^a
ANL	0.04±0.004 ^a	0.30±0.004 ^b	0.35±0.007 ^b	0.36±0.007 ^a
L	0.09±0.004 ^b	0.43±0.007 ^c	0.43±0.005 ^c	0.41±0.009 ^b

¹⁾ GFL: Grapefruit + *L. brevis*, ANL: Ascorbic acid + nitrate + *L. brevis*, L: *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column mean significantly different($p<0.05$).

이 경과할수록 TBARS 값이 증가한다고 보고한 Witte *et al* (1970)과 Kim YJ(2011)의 솔잎 추출물의 첨가 여부와 관계 없이 TBARS 값이 증가한다는 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서 사용된 자몽 추출물과 김치 유산균은 기존에 사용되던 아스코르빈산과 아질산염을 대체하여 지질 산화를 억제하는 목적으로 발효 소시지 제조에 매우 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 생각되었다.

2. 자몽 추출물과 김치 유산균 첨가 발효 소시지의 제품 특성

자몽 추출물과 김치 유산균을 첨가하여 제조된 발효 소시지의 제품 특성을 비교하기 위하여 Table 2의 조건으로 각 발효 소시지를 제조한 후, 48시간 동안의 발효와 14일간 냉장 보관하면서 발생하는 제품의 품질 변화를 조사하였다.

1) pH

Table 2의 조건으로 제조된 발효 소시지의 저장 기간 중 pH 변화를 측정된 결과, Table 6에서 나타난 바와 같이 모든 처리구에서 저장 기간에 따라 지속적으로 pH가 감소하는 것으로 나타났다. 특히 저장 4일부터는 처리구별 유의적인 차이가 인정되었으며, 자몽 추출물과 김치 유산균을 사용한 처리구 D의 pH가 가장 낮게 나타났으나, 아스코르빈산 및 김치 유산균을 첨가한 처리구 C와의 유의차는 인정되지 않았다($p<0.05$). 또한 저장 기간 14일의 각 처리구의 pH는 4.4~4.7로 나타났으며, 처리구 간의 유의차는 인정되었다($p<0.05$).

이러한 결과는 자몽 종자 추출물을 첨가한 유화형 소시지의 저장 기간에 따라 pH는 저장 기간 2주까지는 점차 낮아지다가 다시 증가하는 경향과 저장 기간의 경과에 따른 유의

Table 6. Effects of different additives on the pH changes of fermented sausage during storage periods

Treatment ¹⁾	Storage time (days)			
	0	4	7	14
A	5.5±0.1	5.0±0.2 ^{a2,3)}	4.8±0.1 ^a	4.7±0.2 ^a
B	5.5±0.1	5.0±0.1 ^a	4.7±0.2 ^{ab}	4.6±0.1 ^a
C	5.4±0.2	4.8±0.2 ^b	4.6±0.1 ^b	4.5±0.2 ^b
D	5.4±0.2	4.7±0.1 ^b	4.5±0.2 ^b	4.4±0.2 ^b

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column mean significantly different($p<0.05$).

적인 차이가 있었다는 Kim YJ(2011)의 보고와 유사하였으며, 아질산염 첨가 처리구인 A, B와 아스코르빈산과 자몽 추출물을 첨가한 처리구 C, D의 pH 간의 유의차는 첨가된 아질산염의 저장 기간에 의한 pH 변화를 완충한 것으로 사료되었다(Sallam & Samejima 2004).

발효 소시지에서 pH의 변화는 정상적인 유산균 성장 및 발효의 진행을 확인할 수 있는 요인 중 하나로, 특히 유기산의 생성 및 이에 따른 발효 소시지 특유의 맛과 풍미를 생성시키기 때문에 자몽 추출물과 김치 유산균의 첨가에 의해 제조된 발효 소시지의 pH 감소는 매우 효과적인 것으로 확인되었다.

2) 일반 성분

Table 2의 조건으로 제조된 각 발효 소시지의 수분, 조단백질 및 조지방 함량을 측정된 결과, 수분 함량(55.9~56.7%)과 조단백질(10.8~12.3%) 및 조지방(15.6~16.3%) 함량은 유의차가 인정되지 않았다(Table 7, $p<0.05$).

3) 미생물

저장 기간 동안 미생물의 변화를 조사한 결과, *L. acidophilus*를 사용한 처리구 A에서 가장 낮은 유산균 생존수를 나타내었으며, 자몽 추출물과 김치 유산균을 첨가한 처리구 D에서 가장 높은 유산균수를 나타내어(Table 8), 기존에 발효 소시지 제조에 사용되었던 *L. acidophilus*보다 본 연구에 사용된 김치 유산균이 발효소시지 제조에 더 적합하며, 자몽 추출물을 혼합하여 사용할 경우, 그 증식이 촉진되어 발효 소시지 제조에 매우 유용한 균주로 사용될 수 있으리라 사료되었다.

발효 과정 중 발생할 수 있는 유해세균 중 대장균수의 변화를 측정된 결과, Table 9에 나타난 바와 같이 모든 처리구에서 저장 기간 4일까지는 대장균이 발견되지 않았으나, 저장 기간 7일차에서는 자몽 추출물을 첨가하지 않은 모든 처

Table 7. Chemical composition of fermented sausages with different additives (%)

Treatment ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude fat
A	56.7±2.36 ²⁾	12.3±1.32	15.6±3.12
B	55.9±1.72	10.8±2.15	16.1±2.87
C	56.1±2.13	11.9±2.73	15.7±2.36
D	56.3±2.45	12.1±2.91	16.3±1.94

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

Table 8. Effects of different additives on the growth of lactic acid bacteria of fermented sausage during storage periods
(Log CFU/g)

Treatment ¹⁾	Storage time (days)			
	0	4	7	14
A	6.1±0.2 ²⁾	7.2±0.3 ^{c3)}	6.8±0.3 ^c	6.1±0.1 ^c
B	7.1±0.1	8.2±0.1 ^b	8.1±0.2 ^b	8.2±0.3 ^b
C	7.2±0.1	8.3±0.5 ^b	8.3±0.4 ^b	8.0±0.2 ^b
D	7.1±0.1	8.9±0.2 ^a	9.1±0.1 ^a	8.5±0.1 ^a

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column mean significantly different ($p < 0.05$).

Table 9. Effects of different additives on the occurrence of *E. coli* from fermented sausage during storage periods
(Log CFU/g)

Treatment ¹⁾	Storage time(days)			
	0	4	7	14
A	ND	ND	1.5±0.1 ²⁾	2.1±0.3 ^{a3)}
B	ND	ND	1.1±0.3	1.6±0.2 ^b
C	ND	ND	1.1±0.2	1.5±0.2 ^b
D	ND	ND	ND	1.3±0.1 ^b

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column mean significantly different ($p < 0.05$).

리구(A, B, C)에서 대장균이 나타났다. 이러한 결과는 자몽 추출물을 첨가한 처리구의 우수한 유산균의 증식으로 인해 유해 세균인 대장균의 성장이 억제된 것으로 사료되었다. 그러나 저장 14일차에는 모든 처리구에서 대장균이 식품안전 기준인 100군 이하로 나타났으나, 처리구 A를 제외한 나머지 처리구들 간에는 유의성이 발견되지 않았다.

이러한 결과는 자몽 종자 추출물의 첨가량에 따른 항균성을 측정된 실험에서 그람 양성균인 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*는 1~6.25 ppm에서 생육이 저해되기 시작하여 12.5 ppm 이상에서는 생육이 완전히 억제되며, 그람 음성균인 *E. coli*와 *Salmonella enteritidis*, *Serratia marcescens*는 6.25~25 ppm에서 균의 생육이 저해되기 시작하여 50~100 ppm 이상에서는 생육이 완전히 억제된다는 Park

& Kim(2006)의 자몽 종자 추출물의 항균성과 유산균의 균체 성장과 항산화 활성 및 flavonoid 함량이 자몽 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다는 Hong KP(2011)의 유산균의 증체 증식 및 항산화 효과 때문인 것으로 사료되었다.

4) 육색

소비자의 구매 기호도에 영향을 미치는 가장 중요한 요인 중의 하나인 육색의 저장 기간 중 변화를 명도, 적색도, 황색도를 분석하여 첨가한 자몽 추출물과 *L. brevis*가 발효 소시지의 육색에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 10~12와 같았다.

저장 기간이 경과함에 따라 모든 처리구의 명도는 점차 감소하는 것으로 나타났으나, 각 처리구별 유의성은 인정되지 않았다($p < 0.05$, Table 10). 일반적으로 제품 표면으로의 수분의 용출은 빛의 산란 현상을 감소하기 때문에 제품의 수분 함량이 명도와 정의 상관관계를 가지고(Moon 2009), 이는 섭취 시 경도와 점착성에 영향을 미쳐 맛의 차이를 초래하는 요인 중의 하나이다. 따라서 아질산염이나 아스코르빈산 첨가와 큰 차이가 없는 것으로 확인되어 자몽 추출물이 제품의 보수력이나 맛에 큰 영향을 주지 않는 것으로 사료되었다. 지방 함량이 12% 수준인 저지방 소시지 제조에 홍삼 추출물을 첨가하여 분석한 Kim *et al*(2011)은 육색 중 명도가 약 72 정도를 나타내었으며, 지방 함량이 10% 수준으로 사용된 유허형 소시지에 관한 Shin *et al*(2011)의 연구에서 명도가 약 80 정도인 것과 비교하여 본 연구의 명도는 52~53으로 낮게 나타났으나, 이는 본 연구에서 제조된 발효 소시지에는 지방 함량이 약 16% 정도 혼합되어 상대적으로 지방 함량이 비교적 높았기 때문인 것으로 사료되었다.

저장 기간 중 육류의 적색도의 변화를 측정된 결과, 각 처리구별 발효 직후의 적색도는 유의성이 인정되지 않았으나

Table 10. Effects of different additives on the color (brightness, L) development of fermented sausage during storage periods

Treatment ¹⁾	Storage times (days)			
	0	4	7	14
A	58.1±1.52 ²⁾	56.0±1.15	54.3±0.88	52.0±0.57
B	58.2±0.57	54.3±0.88	52.0±1.15	52.0±0.57
C	56.3±1.73	53.7±1.20	53.0±1.52	52.3±0.88
D	58.0±0.57	56.0±0.57	54.3±0.88	53.0±0.56

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

($p>0.05$, Table 11), 저장 14일 후에는 아질산염과 *L. acidophilus*를 첨가한 처리구 A의 적색도가 가장 낮게 나타났으며, 아스코르빈산과 자몽 추출물을 첨가한 처리구 C와 D에서 가장 높은 적색도를 나타내었다. 이러한 결과를 통하여 아질산염보다는 아스코르빈산의 발색 효과가 더 우수한 것을 알 수 있었으며, 특히 자몽 추출물은 아스코르빈산과 유사하게 우수한 특징을 가지고 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 술잎 추출물과 자몽 종자 추출물을 첨가한 소시지의 저장 기간에 따라 적색도가 점차 감소하였다는 Kim YJ (2011)와 Son *et al*(2009)의 보고와 일치하였다.

일반적으로 보존제이자 발색제로 첨가되는 nitrite는 NO로 환원되어 육색소 단백질인 myoglobin과 반응하여 nitrosylmyoglobin이 형성되어 육색을 더욱 붉게 나타내게 되는데(Cassen *et al* 1979), 본 실험에서는 아질산염을 첨가한 처리구 A, B가 아스코르빈산과 자몽 추출물을 첨가한 처리구 C, D보다 적색도가 낮게 나타나, 이에 대한 연구가 더 필요한 것으로 사료되었다.

소시지에 포함된 지방 함량과 지방 산화 정도에 따라서 가장 영향을 많이 받는 황색도의 경우, 저장 기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 증가하는 것으로 나타났다(Table 12). 또한 저장 4일차부터 각 처리구 간의 유의차가 인정되었으며, 저장 14일차에는 자몽 추출물과 *L. brevis*를 혼합한 처리구 D에서 가장 낮은 황색도 변화를 나타냈다($p<0.05$). 이러한 결과는 흑마늘을 첨가한 소시지와 자몽 종자 추출물을 첨가한 저지방 세절 소시지에서도 저장 기간이 증가할수록 황색도가 증가하였다는 보고와 일치하는 것으로 나타났다(Chin *et al* 2005, Shin *et al* 2011).

5) 조직감

Table 11. Effects of different additives on the color (redness, a) development of fermented sausage during storage periods

Treatment ¹⁾	Storage time (days)			
	0	4	7	14
A	12.0±0.57 ^{2)aA3)}	9.0±0.57 ^{bB}	6.6±0.33 ^{cC}	5.43±0.29 ^{cD}
B	11.8±0.44 ^{aA}	10.0±0.57 ^{abB}	8.0±0.57 ^{bC}	6.16±0.43 ^{bD}
C	11.9±0.47 ^{aA}	9.7±0.14 ^{abB}	7.8±0.26 ^{bcC}	6.56±0.23 ^{abD}
D	12.6±0.21 ^{aA}	10.9±0.29 ^{abB}	9.0±0.15 ^{acC}	7.13±0.12 ^{adD}

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column^(a-c) and row^(A-D) mean significantly different($p<0.05$).

Table 12. Effects of different additives on the color (yellowness, b) development of fermented sausage during storage periods

Treatment ¹⁾	Storage time (days)			
	0	4	7	14
A	12.1±0.21 ^{2)a3)}	13.9±0.17 ^{bcB}	16.2±0.17 ^{bcC}	16.9±0.06 ^{abcC}
B	12.6±0.24 ^A	15.5±0.25 ^{abB}	17.2±0.17 ^{acC}	17.5±0.25 ^{acC}
C	12.4±0.24 ^A	14.3±0.12 ^{bbB}	16.5±0.25 ^{abcC}	16.4±0.05 ^{abcC}
D	12.7±0.12 ^A	13.4±0.14 ^{cbB}	14.4±0.25 ^{ccC}	14.7±0.08 ^{ccC}

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column^(a-c) and row^(A-C) mean significantly different($p<0.05$).

각기 다른 방법으로 제조된 4종류의 발효 소시지를 제조하여 48시간 발효시킨 후, 조직감을 평가한 결과, 경도의 경우 자몽 추출물과 김치 유산균을 첨가한 처리구 D의 경도가 가장 높았으며, 아스코르빈산과 김치 유산균을 첨가한 처리구 C가 가장 낮게 나타났으나, 각 처리구 간의 유의차는 인정되지 않았다($p<0.05$, Table 13).

점착성은 아질산염과 유산균을 첨가한 처리구 B가 가장 낮았으나, 반대로 자몽 추출물과 김치 유산균을 첨가한 처리구 D에서 가장 높았다. 또한 각 처리구 간의 유의차는 인정되지 않았으나($p>0.05$), 씹힘성은 아질산염과 *L. acidophilus*를 첨가한 처리구 A가 가장 낮았고, 자몽 추출물과 김치 유산균을 첨가한 처리구 D에서 가장 높게 나타났으며, 각 처리구 간의 유의차가 인정되었다($p<0.05$). 이러한 결과는 자몽 종자 추출물을 첨가한 처리구와 아질산염을 첨가한 처리구의 경도, 부서짐성, 탄력성, 응집성의 유의적 차이가 없었다는 Chin *et*

Table 13. Texture profiles of four types of fermented sausages

Texture	Treatments ¹⁾			
	A	B	C	D
Hardness	5.67±0.47 ²⁾	5.67±1.25	5.21±0.47	5.91±1.25
Adhesiveness	5.23±0.94	4.67±0.47	5.00±1.63	5.43±1.64
Chewiness	4.33±0.47 ³⁾	5.67±0.47 ^{AB}	5.33±1.25 ^{AB}	6.33±0.47 ^A

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same row mean significantly different($p<0.05$).

al(2005)과 Son *et al*(2009)의 결과와 유사하였으나, 본 실험에서의 아질산염 첨가 처리구 A와 자몽추출물 첨가 처리구 D의 저작성에서의 유의적 차이는 상대적으로 낮은 D의 pH로 인해 단백질이 등전점에 가까워져, 보수력이 낮아짐에 따른 저작의 용이성으로 인한 기호성의 차이 때문인 것으로 사료되었다(Ahm *et al* 1998).

6) 관능 평가

제조된 발효 소시지를 발효 직후 뜨거운 물에 데친 상태에서 조리한 후, 미리 훈련된 관능 검사 요원 20명을 대상으로 관능 평가한 결과는 Table 14와 같았다.

맛은 자몽 추출물이 포함된 처리구 D에서 유의적으로 가장 낮은 점수를 나타냈는데($p < 0.05$), 이는 자몽 고유의 쓴맛에 기인된 것으로 사료되었다. 하지만 풍미와 색의 경우, 맛과는 반대로 자몽 추출물을 첨가한 처리구에서 가장 높게 나타났는데, 이는 자몽 특유의 과일 향과 유산균 발효에 의하여 나타나는 시큼한 향이 잘 조화되어 나타난 결과와 적색도가 상대적으로 높았던 때문으로 사료되었으며, 각 처리구 간의 유의차는 인정되었다($p < 0.05$).

따라서 모든 처리구에서 큰 차이를 나타내지는 않았지만, 자몽 추출물과 아스코르빈산을 첨가한 처리구 C와 D의 상대적으로 높은 실험 결과를 통하여 자몽 추출물과 김치 유산균의 사용은 발효 소시지 제조에 있어 아질산염과 아스코르빈산의 사용을 대체할 수 있을 것으로 생각되었다.

요 약

본 연구는 발효 소시지의 저장 기간 중 지질 산화를 억제하고, 항산화 활성이 우수하며, 유해 세균의 오염을 방지하기 위해 첨가되는 아질산염을 대체할 수 있는 천연 첨가제로써 자몽 추출물의 활용 가능성을 알아보고자 수행하였으며,

Table 14. Sensory evaluation results of four types of fermented sausages

Treatment ¹⁾	Taste	Flavor	Color
A	8.6±0.2 ^{a2,3)}	7.5±0.3 ^c	7.4±0.5 ^b
B	8.3±0.1 ^{ab}	8.0±0.2 ^b	7.8±0.2 ^b
C	8.5±0.3 ^a	8.3±0.1 ^b	8.2±0.2 ^a
D	8.2±0.5 ^b	8.8±0.1 ^a	8.5±0.3 ^a

¹⁾ A: sodium nitrate + *L. acidophilus*, B: sodium nitrate + *L. brevis*, C: ascorbic acid + *L. brevis*, D: grapefruit + *L. brevis*.

²⁾ Mean ± standard deviation with triplicate.

³⁾ Different superscripts in same column mean significantly different ($p < 0.05$).

얻어진 결과는 다음과 같다.

자몽 추출물과 김치 유산균을 첨가하여 제조된 발효 소시지에서 우수한 지질 산화 및 유해 세균 억제 효과가 나타났으며, 저장 기간 7일차까지 아질산염과 아스코르빈산을 첨가한 처리구보다 우수한 결과를 나타내었다. 아질산염과 *L. acidophilus*를 혼합하여 제조된 처리구 A와 아질산염과 김치 유산균을 혼합한 처리구 B, 아스코르빈산과 김치 유산균을 혼합한 처리구 C, 그리고 자몽 추출물과 김치 유산균을 혼합한 처리구 D의 제품 특성을 비교한 결과, pH는 처리구 D와 처리구 C에서 가장 낮게 나타났고, 유산균수는 자몽 추출물을 첨가한 처리구 D에서 가장 높았으며, 대장균 출현 억제 효과는 아질산염과 *L. acidophilus*를 혼합한 처리구 A를 제외하고는 모두 시료 g당 100마리 이하로 나타났다.

육색 중 명도의 경우, 처리구 간의 유의차는 인정되지 않았으나, 적색도에서는 처리구 D와 아스코르빈산과 김치 유산균을 첨가한 처리구 C에서 유의적으로 높게 나타났으며, 황색도는 자몽 추출물을 첨가한 처리구 D에서 가장 낮게 나타났다.

조직감의 경우, 자몽 추출물을 첨가한 처리구 D가 다른 처리구에 비해 식감이 우수하였으며, 관능 평가에서는 아스코르빈산을 첨가한 처리구 C와 자몽 추출물이 첨가된 처리구 D에서 우수하게 나타나 자몽 추출물은 발효 소시지를 위한 천연 항산화제로써 활용 가능성이 매우 높았으며, 김치 유산균인 *L. brevis* 또한 발효 과정 중 소시지의 산도를 낮추는데 효과적이며, 저장 기간 동안에도 지속적으로 발효를 유지시켜 유해 세균의 출현 및 성장을 억제하는데 매우 효과적임을 알 수 있었다.

문 헌

- Ahn DH, Kim TH, Choi JI, Kim SN, Park SY (1998) Studies on the improvement of meat quality using salt-fermented shrimp. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 482-488.
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis 16th edition. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C. pp 431-436.
- Cassens RG, Greaser ML, Ito T, Lee M (1979) Reactions of nitrite in meat. *Food Technol* 33: 46-51.
- Chin KB, Kim WY, Kim KH (2005) Physicochemical and textural properties, and antimicrobial effects of low-fat comminuted sausages manufactured with grapefruit seed extract. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 141-148.
- Cho SH, Lee SY, Kim JW, Ko GH, Seo IW (1995) Development and application of national antimicrobial agent isolated

- from grapefruit seed extract - antimicrobial activities of grapefruit seed extract. *J Food Hyg Safety* 10: 33-39.
- Geisen R, Luecke FK, Kroeckel L (1992) Starter and protective cultures for meat and meat products. *Fleischwirtschaft* 72: 894-898.
- Gidding GG (1977) The basic of color in muscle foods. *J Food Sci* 42: 288-323.
- Hammes WP, Knauf HJ (1994) Starters in the processing of meat products. *Meat Sci* 36: 155-168.
- Han KH, Park JK, Lee CH (2006) Manufacture and product evaluation of fermented sausages inoculated with freeze-dried kimchi powder and starter culture (*Lactobacillus plantarum*). *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 1-5.
- Hong KP (2011) Optimum conditions for production of fermented grapefruit extract using *Leuconostoc mesenteroides* KCTC3505. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 661-668.
- Hwang CA, Porto-Fett ACS, Juneja VK, Ingham SC, Ingham BH, Luchansky JB (2009) Modeling the survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* during fermentation, drying, and storage of soudjouk-style fermented sausage. *International Journal of Food Microbiology* 129: 244-252.
- Kim EJ, Kim SM (1998) Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30: 542-548.
- Kim IS, Jin SK, Kang SN (2011) Effect of red ginseng extracts on the qualities of low salt and low fat pork sausage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 588-595.
- Kim MK, Kim JW, Choi SU, Park HR, Hwang YI (2004) Effect of grapefruit seed extract treatment on microbial growth of starch vermicelli during storage. *J Basic Sci* 20: 183-194.
- Kim YJ (2011) Effects of addition of pine needle extracts in different forms on the antioxidant and residual nitrite contents of emulsified sausages during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 74-80.
- Kunz B, Lee JY (2003) Production and microbiological characteristics of fermented sausages. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 361-375.
- Lee DS, Lim MS, Kwan SS, Kim SY, Park SN (2012) Antioxidative activity and componential analysis of *Chamaecyparis obtusa* leaf extract. *Appl Chem Eng* 23: 93-99.
- Lee HJ, Cui CB, Choi HT, Kim SH, Ham YA, Lee DS, Ham SS (2005) Quality characteristics of the vaporized liquid of water-boiled pine needle. *Korean J Food Preserv* 12: 107-111.
- Moon SH (2009) The relationship between measurements of color and water-holding capacity in pork loin. *J Anim Sci Technol* 51: 329-336.
- Park HK, Kim SB (2006) Antimicrobial activity of grapefruit seed extract. *Korean J Food & Nutr* 19: 526-531.
- Sallam KI, Samejima K (2004) Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37: 865-871.
- Shin JH, Kang MJ, Kim RJ, Sung NJ (2011) The quality characteristics of sausage with added black garlic extracts. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 701-711.
- Son SH, Bang JW, Lee HC, Kim KH, Chin KB (2009) Product quality and shelf-life of low-fat sausages manufactured with *Lentinus edodes* powder, grapefruit seed extracts and sodium lactates alone or in combination. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 99-107.
- Vanamala J, Reddivari L, Yoo KS, Pike LM, Patil BS (2006) Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. *J Food Compos Anal* 19: 157-166.
- Witte VC, Krause GF, Baile ME (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35: 352-358.
- Yu J, Wang L, Walzem RL, Miller EG, Pike LM, Patil BS (2005) Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids and coumarins. *J Agric Food Chem* 53: 2009-2014.
- Zanardi E, Ghidini S, Battaglia S, Chizzolini R (2004) Lipolysis and oxidation in fermented sausage depending on different processing condition and different antioxidants. *Meat Sci* 66: 415-423.