

## 녹차 추출물의 첨가 수준이 김치 발효 소시지의 젖산균, 산화안정성 및 향기에 미치는 영향

강선문<sup>1</sup> · 김태실 · 송영한<sup>2</sup> · 권일경 · 조수현<sup>1</sup> · 박범영<sup>1</sup> · 이성기\*

강원대학교 동물식품응용과학과, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>강원대학교 동물생명시스템학과

### Effect of Addition Level of Green Tea Extract on the Lactic Acid Bacteria, Oxidative Stability, and Aroma in Kimchi-fermented Sausage

Sun Moon Kang<sup>1</sup>, Tae Sil Kim, Young Han Song<sup>2</sup>, Il Kyoung Kwon,  
Soohyun Cho<sup>1</sup>, Beomyoung Park<sup>1</sup>, and Sung Ki Lee\*

Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Life System, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of the addition level (0 ppm, 400 ppm, 800 ppm, and 1,200 ppm) of green tea extract on the lactic acid bacteria, oxidative stability, and aroma in kimchi-fermented sausage. The sample sausages were fermented at 24°C/RH 89% until attained to a pH value of 4.9 (for 17 h), and then dried at 10°C/RH 75-80% for 6 d. The lactic acid bacteria count and pH value were 7.5-7.7 Log CFU/g sausage and 4.30-4.33, respectively, at 6 d of ripening. The results of those did not show significant differences among all treatments. The formation of TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances) was significantly lowered by increasing the addition level of green tea extract. During ripening periods, the CIE L\* and a\* values decreased; however, the b\* value increased due to the addition of green tea extract. Utilizing an electric nose, the aroma pattern was clearly discriminated between green tea extract treatments and the control. Therefore, in kimchi-fermented sausages, the high addition level of green tea extract improved the lipid oxidation stability. In addition, regardless of the addition level, green tea extract changed the aroma while reducing the color stability. Moreover, it did not have any effect on the growth of lactic acid bacteria.

**Key words:** green tea extract, kimchi-fermented sausage, lactic acid bacteria, oxidation stability, aroma

#### 서 론

최근 식품 분야에서는 첨가물에 의한 돌연변이 유발 또는 발암 물질의 생성이 안전성 측면에서 중요한 문제로 대두되고 있다(Ahn *et al.*, 1993). 육가공 제품에서는 가공 및 저장 과정 중 지방 산패에 의해 화학적 품질 저하가 발생되며, 이를 예방하기 위해서는 항산화제의 첨가가 필요하다. 하지만 과거에 통상적으로 이용하였던 BHA, BHT, TBHQ 등의 합성 항산화제는 장기간 동안 많은 양을 섭

취할 경우 지질 대사의 불균형과 암이 유발될 뿐만 아니라 내장 조직에 심각한 독성이 일어날 수 있으며(Branen, 1975), 이로 인해 현재에는 사용이 금지되고 있다. 뿐만 아니라 육가공 제품의 제조 시 첨가되는 아질산염은 가공 제품 특유의 발색, 지방산화 및 *Clostridium botulinum*의 생장 억제 등으로 매우 중요한 첨가물이나(Skibsted, 1992), 단백질, 제2·3급 아민류와 반응하여 발암 물질인 nitrosamine을 생성한다는 보고가 있어(Peter, 1975) 소비자들에게 육가공 제품의 안전성에 대해 불안감을 갖게 하고 있다. 이로 인해 현재에는 소비자들의 신뢰를 얻고 안전한 육제품을 제공하기 위해서는 예로부터 건강에 유익하고 안전하다고 여겨져 왔던 천연 식물에서 대체물을 찾고자 노력하고 있다.

세계적으로 건강 음료로 즐겨 마시는 녹차는 폴리페놀

\*Corresponding author: Sung Ki Lee, Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-251-7719, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

화합물을 풍부하게 함유하고 있어(Manzocco *et al.*, 1998) 기능성 식품의 소재로서 큰 가치를 지니고 있다. 이중 녹차의 주요 성분으로 가장 잘 알려져 있는 catechin은 유리형인 epicatechin, epigallo-catechin과 ester형인 epicatechin gallate, epigallocatechin gallate의 4종으로 구성되어 있으며, free radical 소거력 및 금속 이온 봉쇄력에 의한 항산화 효과와 항균, 항바이러스, 항중금속, 중금속 제거, 혈압강하, 혈중 콜레스테롤 억제, 항종양 등의 다양한 생리적 효과를 가지고 있다(Baydar *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2000; Yanishlieva and Marinova, 2001). 뿐만 아니라 아질산염 소거력과 nitrosamine 생성 억제 효과도 있어(Choi *et al.*, 2002) 육제품의 기능성 첨가물로서 많이 활용되고 있다.

김치는 배추 등의 채소와 천연 향신료를 이용하여 제조하는 우리나라의 전통 발효 식품으로서 오랜 역사 동안 한국인의 필수 식품으로 자리 잡고 있다. 뿐만 아니라 2001년에는 Codex에서 국제 식품 규격으로 승인받았으며, 2006년 미국의 건강 전문 월간지인 Health에서는 세계 5대 건강 식품으로 선정된 바 있다. 또한 이 잡지에서 김치는 섬유질이 많고 지방 함량이 낮아 비만 예방에 효과적이며, 비타민 A·B·C와 젖산균이 풍부하여 건강에 유익하다고 소개되었다. 김치는 구성 식재료인 배추의  $\beta$ -sitosterol, 고추 가루의 capsaicin, 마늘의 methylcystein sulfoxide와 S-allylcystein sulfoxide 등(Fujiwara, 1972; Kawada *et al.*, 1986; Stacy and William, 1993)과 함께 발효 미생물인 젖산균들의 발효 산물(lactic acid, 유기산, 비타민 B complex, ascorbic acid, acetylcholine, dextran, bacteriocin 등)과 세포벽 구성 성분(glycopeptide, teicoic acid, lipoteicoic acid 등)으로 인해 다양한 생리활성을 가지고 있으며(Park and Cheigh, 2004), 이에 관해서는 항산화, 항노화, 항암, 항돌연변이, 항고혈압, 항비만, 항혈전, 혈중 HDL-콜레스테롤 증가 및 중성지방·LDL-콜레스테롤 감소, 항균, 아질산염 소거 효과들이 보고되었다(Choi *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2011; Ko *et al.*, 2009; Kwon *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2004; Noh *et al.*, 1999; Sheo and Seo, 2004; Yu *et al.*, 2009).

김치의 젖산균은 주로 *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. 및 *Pediococcus* spp.로서 내냉성과 내염성의 특성들을 가지고 있어(Hugas and Monfort, 1997) 발효 소시지의 starter culture로서 적합하며, 이에 관해서는 Lee 등(2006)에 의해 평가된 바 있다. 김치 발효 소시지에 관한 연구는 Lee 등(1990)에 의해 처음으로 시작되었으며, 이들은 상업용 starter culture(*Lactobacillus platarum*)와 gluconolactone으로 제조한 발효 소시지들의 품질과 비교함으로써 김치 발효 소시지의 특성에 대해 조사하였다. 이후 Lee와 Kunz(2005)는 김치 발효 소시지의 항산화 효과는 김치 자체의 발효 온도와 첨가량에 의존한다고 보고하였다.

발효 소시지는 지방 함량이 높고 수분 활성도가 낮아 다른 육제품에 비해 지방산화가 발생하기 쉬운 환경이 조

성되어 있으며, 특히 발효 과정 동안 활발히 일어나는 효소적 분해 반응은 지방산화물의 생성을 촉진시키는 역할을 한다(Degenhart, 1988). 지방산화는 육제품의 색깔, 조직감, 향기와 인간의 건강에 악영향을 미치므로(Kanner, 1994) 반드시 제어해야 되는 유해 화학 반응이다. Nassu 등(2003)은 천연 폴리페놀 항산화제인 로즈마리 추출물을 발효 소시지에 500 ppm의 수준으로 첨가함으로써 2차 지방산화물(TBARS)의 생성이 억제되었고, 이로 인해 색깔과 관능적 기호도가 향상되었다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 천연 항산화제로서 가장 잘 알려져 있는 녹차 추출물의 첨가 수준이 김치 발효 소시지(kimchi-fermented sausage)의 젖산균, 산화안정성 및 향기에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 녹차 추출물의 제조

건조 녹차 잎(Bosung Co., Korea) 30 g에 끓는 물 800 mL를 넣고 5분 동안 방치한 후 Whatman filter paper No. 2와 0.45  $\mu$ m membrane filter로 순차적으로 여과하였다. 이후 60°C water bath에서 rotary vacuum evaporator(NE-1, Eyela Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)를 이용하여 완전히 농축한 다음 실험 직전까지 -80°C에 보관하였다.

### 김치 발효 소시지의 제조 및 실험설계

실험용 김치 발효 소시지는 도축한 지 2일된 한우 암소(1<sup>+</sup>B 등급)의 우둔(*M. semitendinosus*), 제조한 지 1주일된 배추 김치(Chongga Poggi kimchi, Daesang FNF Co., Ltd., Korea) 및 돼지 등지방을 각각 강원도 춘천 소재 N마트 및 H육가공업체로부터 구입하여 Table 1의 배합 조성에 따라 제조하였다. 우선 등지방, 결체조직, 혈액을 제거한 우둔 살코기, 배추 김치, 돼지 등지방을 6 mm plate의 meat chopper(M-22, Daewoo Kitchen Co., Korea)로 분쇄한 후 세절육과 등지방을 -20°C에서 3시간 동안 방치하였다. 냉

Table 1. The formulas of experimental kimchi-fermented sausages

| Ingredients (g)         | Green tea extract level (ppm) |       |       |       |
|-------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                         | 0 (control)                   | 400   | 800   | 1,200 |
| Lean beef               | 1,600                         | 1,600 | 1,600 | 1,600 |
| Pork backfat            | 400                           | 400   | 400   | 400   |
| Baechu-kimchi           | 100                           | 100   | 100   | 100   |
| Salt                    | 40                            | 40    | 40    | 40    |
| Sugar                   | 32                            | 32    | 32    | 32    |
| Fresh ground garlic     | 20                            | 20    | 20    | 20    |
| Fresh ground ginger     | 12                            | 12    | 12    | 12    |
| Black pepper powder     | 12                            | 12    | 12    | 12    |
| Fermented sausage spice | 6                             | 6     | 6     | 6     |
| Green tea extract       | 0                             | 0.889 | 1.778 | 2.667 |

각된 세절육(pH 5.53; moisture : 73.8%; crude fat : 3.6%) 1,600 g과 소금(Sajo Haepyo Co., Ltd., Korea) 40 g, 백설탕(CJ Cheiljedang Corp., Korea) 32 g, 다진 생마늘 20 g, 다진 생강 12 g, 흑후추 가루(Ottogi Ltd., Korea) 12 g 및 발효 소시지용 향신료(Muster, Cervelat Gewürz 604, Chr. Hansen GmbH, Switzerland) 6 g을 silent cutter(OSK 10600, Ogawa Seiki Co., Ltd., Japan)에 넣고 3분 동안 혼합한 다음 여기에 세절된 배추 김치(pH 4.08; moisture : 91.4%; lactic acid bacteria : 7.7 Log CFU/g) 100 g과 냉각된 세절 등지방 400 g을 순차적으로 넣고, 각각의 과정에서 3분 및 1분 동안 혼합하였다. 녹차 추출물은 배추 김치와 함께 혼합하였으며, 최종 소시지 혼합물 2,222 g의 0 ppm(대조구), 400 ppm, 800 ppm 및 1,200 ppm이 되도록 각각 0 g, 0.889 g, 1.778 g 및 2.667 g을 첨가하여 4개의 처리구를 제조하였다. 완성된 소시지 혼합물은 Ø80 mm의 cellulose casing (Teepak Co., USA)에 충전하여 1°C에서 12시간 동안 염지한 후 항온항습기(VC 2057, Vötsch Industrietechnik, Germany)에 넣어 6일간 숙성시켰다. 김치 발효 소시지의 숙성은 최초 24°C/RH 89%에서 pH 4.9가 되는 시점인 17 시간까지 발효시키고, 10°C/RH 80%로 낮춰 3일간 건조시킨 후 다시 10°C/RH 75%에서 3일간 건조시킴으로서 이루어졌다. 시료의 품질 분석은 숙성 0시간, 17시간, 3일 및 6일에 한 처리구당 3개씩의 소시지에서 채취하여 실시하였다.

#### 젖산균수 측정

시료 10 g과 멸균한 0.1%(w/v) peptone 용액 90 mL를 멸균백(Whirl-pak® blender bag, Nasco International Co., USA)에 넣고, stomacher(Laboratory blender 400, Seward Co., England)로 high speed에서 1분 동안 균질한 후 1 mL를 채취하여 0.1%(w/v) peptone 용액에 적정 희석 비율까지 희석하였다. 이후 젖산균수를 측정하기 위해 희석액을 0.02%(w/v) sodium azide를 첨가한 *Lactobacilli* MRS agar(Difco Laboratories, USA)에 접종하여 32°C에서 48시간 동안 배양하였다. 최종 결과는 colony가 30-300개인 희석 배수에서 계수한 후 시료 1 g당 Log CFU로 산출하였다.

#### pH 측정

pH는 시료 10 g과 증류수 90 mL를 homogenizer(PH91, SMT Co., Ltd., Japan)로 10,000 rpm에서 1분 동안 균질한 후 pH meter(SevenEasy pH, Mettler-Toledo GmbH & Co., Switzerland)로 측정하였다.

#### 색깔 측정

시료의 CIE L\* (lightness), a\* (redness) 및 b\* (yellowness) 값은 칼로 자른 소시지의 단면을 식품 포장용 선상 저밀도 폴리에틸렌 랩(3M Co., Korea)으로 덮은 후 chroma

meter(CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)를 이용하여 측정하였다. 이때 색깔 측정 전 calibration에 이용한 백색 표준판(2° observer; illuminant C: Y=93.6, x=0.3134, y=0.3194)의 색도는 L\*=97.46, a\*=0.08 및 b\*=1.81이었다.

#### TBARS 함량 측정

TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances)는 Sinnhuber와 Yu(1997)의 방법에 의해 실시하였다. 시료 0.4 g을 정량하여 항산화제(BHA+propylene glycol+BHT+Tween 20) 3방울, 1%(w/v) TBA-0.3%(w/v) NaOH 용액 3 mL 및 2.5%(w/v) TCA-3.6 mM HCl 용액 17 mL와 혼합한 후 100°C water bath에서 30분 동안 가열하였다. 반응 완료 후 상등액 5 mL에 chloroform 3 mL를 넣고, 3,000 rpm(GS-6R Centrifuge, Beckman Instruments, Inc., USA)에서 30분 동안 원심분리한 다음 spectrophotometer(UV-2401PC, Shimadzu Corp., Japan)를 이용하여 532 nm에서 TBARS의 흡광도를 측정하였다. 최종 결과는 시료 1 kg당 mg malonaldehyde(MA)로 산출하였다.

#### 전자코에 의한 향기 패턴 분석

시료 1 g을 headspace vial(10 mL 용량)에 정량하여 PTFE/silicone septa와 aluminium cap으로 밀봉한 후 60°C/500 rpm의 agitator에서 incubation하였다. 이후 65°C syringe(HS 100 autosampler, Alpha MOS, France)로 headspace gas 2.5 mL를 채취하여 전자코(FOX 3000, Alpha MOS, France)의 injector에 주입하여 분석하였으며, 분석 시 설정한 carrier gas(고순도 air)의 flow rate는 300 mL/min이었다. 산출된 12개 sensor들의 반응 값은 Alpha soft program (Version 8.01 software, Alpha MOS)를 이용하여 PCA(principal component analysis)로 처리함으로써 패턴화시켜 2차원 그래프에 나타내어 분별도를 확인하였다.

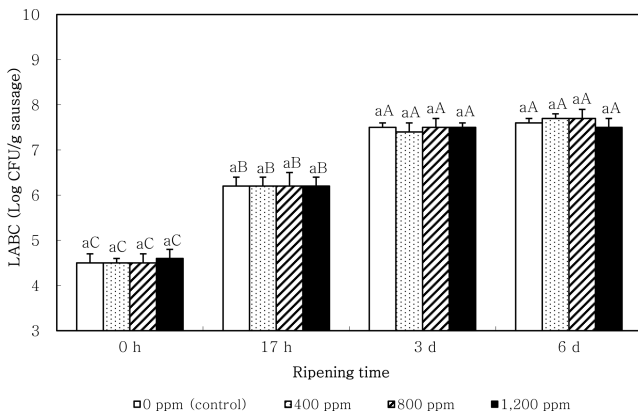
#### 통계분석

본 실험을 통해 얻은 자료들은 SPSS(2005) program의 ANOVA(analysis of variance)에 의해 분석하였으며, 각 평균들간의 유의성 차이는 Duncan's multiple range test에 의해 5% 수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

#### 젖산균수 및 pH 비교

녹차 추출물의 첨가 수준이 김치 발효 소시지의 숙성기간 동안 젖산균수에 미치는 영향은 각각 Fig. 1과 같다. 김치 발효 소시지의 젖산균수는 숙성 초기 4.5-4.6 Log CFU/g의 수준에서 3일째까지 유의적으로 증가하였으며 ( $p < 0.05$ ), 17시간째와 3일째에 각각 6.2 Log CFU/g 및 7.4-7.5 Log CFU/g의 수준을 보여 주었다. 하지만 숙성 6일째

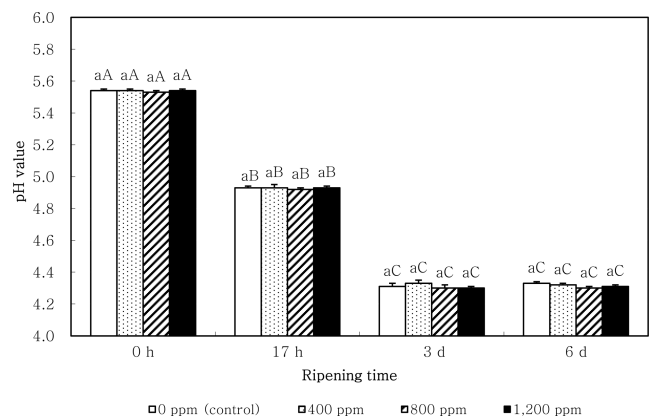


**Fig. 1.** Effect of addition level of green tea extract on the lactic acid bacteria count (LABC) in kimchi-fermented sausages during ripening. Values are means $\pm$ SD. <sup>a-d</sup>Different letters indicate significant differences among treatments within the same ripening time ( $p < 0.05$ ). <sup>A-C</sup>Different letters indicate significant differences among ripening times within the same treatment ( $p < 0.05$ ).

에는 7.5-7.7 Log CFU/g으로 3일째에서 더 이상 증가하지 않고 유사한 수준을 나타내었다. 녹차 추출물의 첨가 수준(0 ppm, 400 ppm, 800 ppm 및 1,200 ppm)에 따른 젖산균수의 차이를 보면, 모든 숙성기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 김치의 발효 중에는 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bavaricus*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus homiohiochii*, *Lactobacillus fructosus*, *Lactobacillus maltaromicus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sakei*, *Leuconostoc cremoris*, *Leuconostoc dextranicum*, *Leuconostoc lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc paramesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus*, *Streptococcus raffinolactis* 등의 다양한 젖산균들이 성장한다(Ko *et al.*, 2009; Park *et al.*, 1990; Shin *et al.*, 1996; So and Kim, 1995). 특히, Lim 등(1989)은 김치의 젖산균을 발효 온도별로 동정한 결과, 25°C에서는 *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus raffinolactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, 15°C에서는 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fructosus*, *Leuconostoc mesenteroides*, 5°C에서는 *Lactobacillus maltaromicus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc paramesenteroides*를 확인하였으며, 주요 젖산균의 출현 빈도는 25°C에서 *Lactobacillus* spp.가 59.7%, 5°C에서 *Leuconostoc* spp.가 65.2%이었다고 보고하였다. 따라서 이를 통해 미루어 봤을 때, 본 연구에서 김치 발효 소시지의 젖산균을 세부적으로 분리 및 동정하지는 않았으나, 숙성기간 동안 성장했던 젖산균은 대부분 *Lactobacillus* spp.와 *Leuconostoc* spp.일 것으로 판단된다. 본 실험결과에서 김치 발효 소시지가 함유한 젖산균수는 그리스 발효 소시지(8.4 Log CFU/g; Papamanoli *et al.*, 2003), 이탈리아 발효 소시지(8.3-8.6 Log CUF/g; Comi *et al.*, 2005) 및

터키 발효 소시지(7.0-7.3 Log CUF/g; Hampikyan and Ugur, 2007)와 유사한 수준이었으며, 생리적 활성과 항균 효과가 있다고 잘 알려진 김치 젖산균을 풍부하게 함유하고 있다는 점에서 김치 발효 소시지는 인간의 건강에 유익하고 안전한 건강 기능성 식품이라 할 수 있다. 이에 대한 대표적 사례로 김치 젖산균 중 *Lactobacillus plantarum*은 probiotics로서 장내 소화를 돕는 역할을 하며(Collins and Gibson, 1999), *Leuconostoc mesenteroides*는 유해 미생물을 억제하는 bacteriocin을 생산한다고 보고된 바 있다(Kwon *et al.*, 2002). 한편, 녹차 추출물이 젖산균의 성장에 미치는 효과는 아직까지 불분명하다. Shin 등(2009)은 paper disk 확산법에 의해 *Lactobacillus plantarum*과 *Leuconostoc citreum*에 대한 항균력을 측정한 결과, 본 실험과 동일하게 어떠한 영향도 미치지 않았다고 보고하였으나, Jung 등(2005)은 녹차 추출물의 첨가가 오히려 젖산균의 성장을 촉진시켰다고 상반되게 보고하였다. 반면에 Kim(2002)은 녹차 추출물의 첨가에 의해 김치의 10°C 발효기간 동안 젖산균의 생장이 저해되었다고 보고하였다. 이와 같이 녹차 추출물의 효과가 각기 다르게 나타난 이유는 실험에 이용한 녹차 추출물의 첨가 농도 또는 추출 방법의 차이에 따른 함유 활성 성분의 농도 차이 때문인지는 알 수 없으나, 이 부분에 대해 명확히 구명하기 위해서는 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

김치 발효 소시지의 숙성 중 pH는 젖산균수와 반대의 경향을 나타내었다(Fig. 2). 숙성 0일째에 pH 5.53-5.54에서 17시간과 3일째에 pH 4.92-4.93 및 4.30-4.33으로 지속적인 감소를 보인 후( $p < 0.05$ ) 6일째에는 더 이상 감소하지 않고 pH 4.30-4.33으로 숙성 3일째와 동일한 수준을 나타내었다. 또한 녹차 추출물의 첨가 수준에 따른 pH의 차

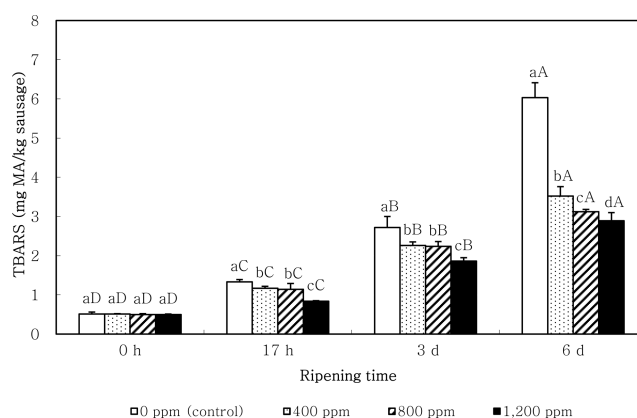


**Fig. 2.** Effect of addition level of green tea extract on the pH value in kimchi-fermented sausages during ripening. Values are means $\pm$ SD. <sup>a-d</sup>Different letters indicate significant differences among treatments within the same ripening time ( $p < 0.05$ ). <sup>A-C</sup>Different letters indicate significant differences among ripening times within the same treatment ( $p < 0.05$ ).

이는 모든 숙성기간 동안 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 일반적으로 발효 소시지의 pH는 숙성 초기 젖산균들의 발효 작용에 의해 젖산이 생성되어 일정기간 동안 감소되며(Lücke, 1994), 이후 당의 고갈에 의한 젖산의 분해와 미생물의 단백질 분해 작용에 의한 펩타이드, 아미노산, 암모니아의 생성으로 인해 계속적으로 증가되는데(Klettner and List, 1978; Lücke, 1998), 이와 같은 숙성 중 pH의 감소 및 증가 현상은 본 실험결과에서도 동일하게 나타났으며, 그 원인 역시 동일하다고 사료된다. 하지만 두 현상들 중에서 가장 중요한 화학적 변화는 pH의 감소이며, 이러한 이유는 산성의 pH가 발효 소시지 특유의 색깔 발현과 풍미의 형성뿐만 아니라, 유해 미생물의 억제에 매우 중요하기 때문이다(Lücke, 1994). 특히, 18°C 이상에서 발효시 pH가 5.3 미만으로 단시간 내에 떨어지지만 *Salmonellae* 및 *Staphylococcus aureus*와 같은 병원성 식중독균들을 억제할 수 있으며(Schillinger and Lücke, 1989), pH가 5.0 미만일 경우 실온에서도 발효 소시지의 저장 수명을 안정적으로 유지할 수 있다(Leistner and Rodel, 1975). 발효 소시지에 관한 여러 연구들에서 이탈리아 발효 소시지의 경우 최종 숙성 28일에 pH 5.62-5.73(Comi *et al.*, 2005), 터키 발효 소시지의 경우 최종 숙성 30일에 pH 4.72-4.82(Hampikyan and Ugur, 2007)로 떨어졌다고 보고되었던 반면, 본 실험의 김치 발효 소시지는 17시간만에 pH 4.92-4.93으로 떨어졌을 뿐만 아니라, 3일째에 pH 4.30-4.33으로 떨어져 다른 종류의 발효 소시지들에 비해 미생물학적으로 상당히 안전하며, 김치가 발효 소시지의 starter culture로서 아주 적합하다고 판단된다. 또한 Bozkurt(2006)에서도 녹차 추출물의 첨가가 발효 소시지의 숙성 중 pH에 영향을 미치지 못하였다고 본 실험결과와 동일하게 보고되었다. 이러한 이유는 녹차 추출물의 첨가가 젖산균의 생장에 영향을 주지 못하여 모든 처리구들의 젖산균수가 동일하였고, 결국 이로 인해 발효 소시지에 축적되는 젖산의 함량도 처리구들간에 동일했기 때문으로 사료된다.

### TBARS 함량 비교

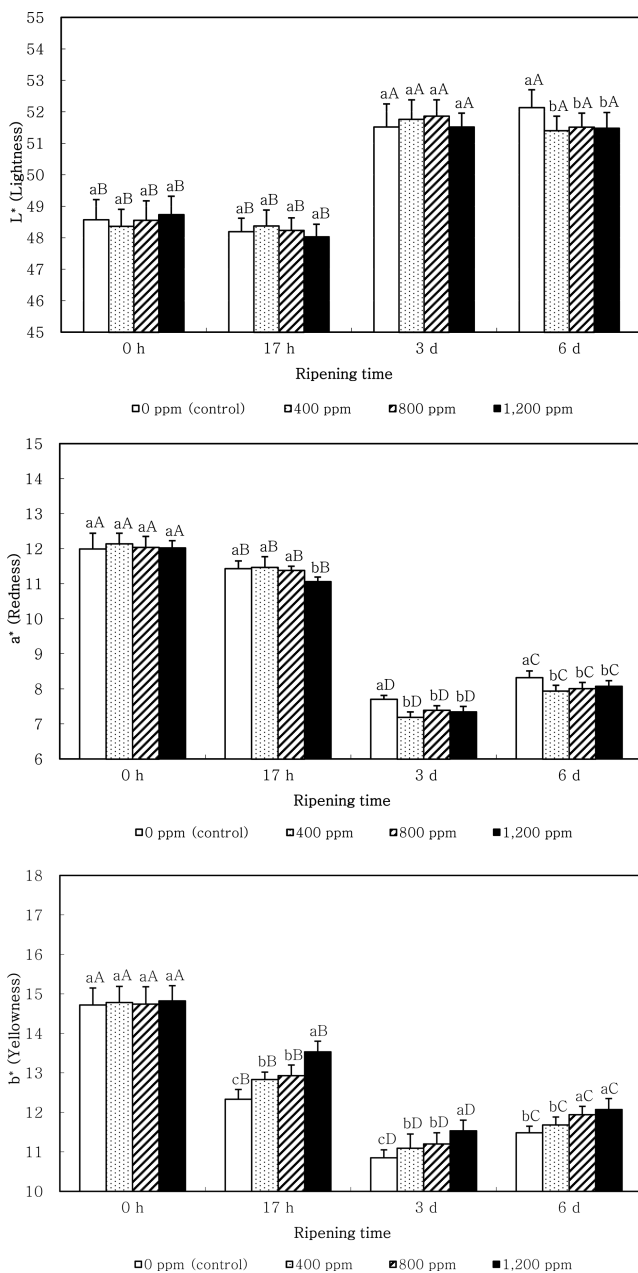
김치 발효 소시지의 TBARS 함량(Fig. 3)은 최초(0시간) 0.50-0.51 mg MA/kg sausage에서 이후 지속적으로 증가하여( $p<0.05$ ) 최종 6일째에는 0시간의 약 6-12배인 2.89-6.03 mg MA/kg sausage의 수준을 나타내었다. 하지만 녹차 추출물의 첨가에 의해 숙성 17시간째부터 유의적으로 낮은 TBARS 함량을 나타내었으며( $p<0.05$ ), 첨가 수준이 증가함에 따라 더 낮은 함량을 보였다. 특히, 1,200 ppm 첨가구의 경우 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 숙성 6일째에는 대조구(0 ppm 첨가구)에 비해 약 2배로 낮은 수준을 보임과 동시에 다른 첨가구들과 비교시 가장 높은 TBARS 억제력을 나타내었다( $p<0.05$ ). 뿐만 아니라 800 ppm 첨가구의 TBARS 함량은 최종 6일째에 3.12 mg MA/kg sausage



**Fig. 3.** Effect of addition level of green tea extract on the TBARS content in kimchi-fermented sausages during ripening. Values are means $\pm$ SD. <sup>a-d</sup>Different letters indicate significant differences among treatments within the same ripening time ( $p<0.05$ ). <sup>A-C</sup>Different letters indicate significant differences among ripening times within the same treatment ( $p<0.05$ ).

로 3.52 mg MA/kg sausage인 400 ppm 첨가구보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 발효 소시지는 소금의 첨가, 낮은 수분 활성도, 높은 지방 함량 및 발효 온도로 인해 지방산화가 빨리 촉진되며(Degenhart, 1988; Kanner *et al.*, 1991; Stahnke, 1995), 특히, 발효에 의한 낮은 pH는 근육 lipase의 활성을 증가시켜 지방의 분해를 촉진시킨다(Toldrá, 1992). 따라서 발효 소시지의 종류에 따라 배합 조성 및 제조 공정이 다르기 때문에, 지방산화물의 함량이 달라지게 된다. 대표적으로 북유럽 및 남유럽 발효 소시지의 경우 0.04-0.30 mg MA/kg sausage(Zanardi *et al.*, 2004), 네덜란드 발효 소시지의 경우 약 0.5-1.0 mg MA/kg sausage(Pelser *et al.*, 2007), 터키 발효 소시지의 경우 약 0.9 mg MA/kg sausage(Bozkurt, 2006) 수준의 TBARS를 함유한 반면, 본 실험의 김치 발효 소시지는 이들보다 현저하게 높은 TBARS를 함유하였다. 외국의 발효 소시지들이 김치 발효 소시지에 비해 낮은 수준의 지방산화물을 함유했던 이유는 강력한 항산화 효과를 가진 질산염, 아질산염, 복합 인산염, ascorbic acid, 파프리카 분말 등의 첨가제들을 제조에 이용했기 때문이며, 이 첨가물들을 김치 발효 소시지의 제조 시에 첨가한다면 지방산화가 현저하게 억제된 더 좋은 품질의 제품을 생산할 수 있을 것으로 사료된다. 한편, Bozkurt(2006)의 연구에서도 발효 소시지에 녹차 추출물을 첨가했을 때, 본 실험결과와 동일하게 숙성 중 TBARS의 억제가 보고되었으며, 이러한 이유는 녹차 추출물에는 강력한 free radical 소거력, 금속이온 환원력 및 봉쇄력을 가진 catechin, epicatechin, epigallocatechin, epigallocatechin gallate, gallic acid가 함유되어 있기 때문이다(Park *et al.*, 2009).

### 색깔 비교

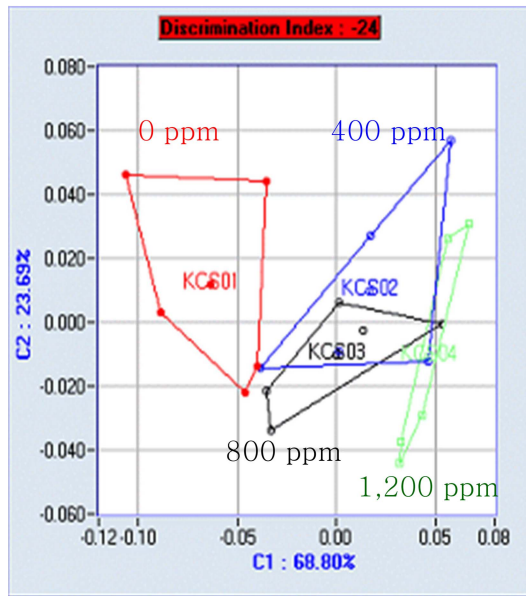


**Fig. 4.** Effect of addition level of green tea extract on the color in kimchi-fermented sausages during ripening. Values are means $\pm$ SD. <sup>a-d</sup>Different letters indicate significant differences among treatments within the same ripening time ( $p < 0.05$ ). <sup>A-C</sup>Different letters indicate significant differences among ripening times within the same treatment ( $p < 0.05$ ).

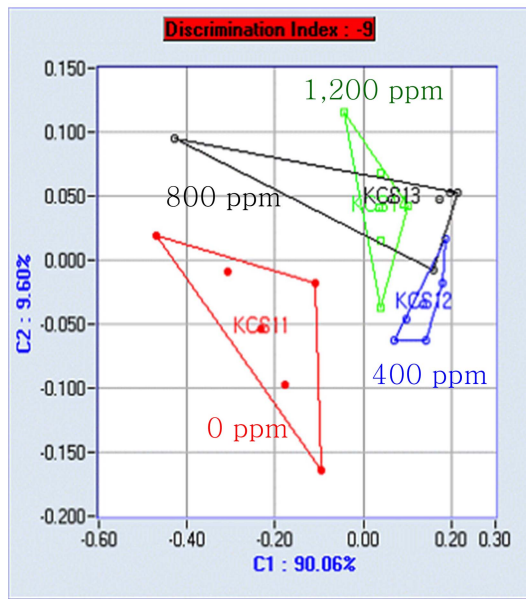
김치 발효 소시지의 명도(L\*; Fig. 4)는 숙성 0시간과 17 시간째에 48.03-48.73의 수준을 나타내었으나, 3일째에는 51.52-51.86의 수준으로 증가하였으며( $p < 0.05$ ), 최종 6일째에는 3일과 유사한 수준을 보였다. 녹차 추출물의 첨가에 따른 명도의 차이는 숙성 6일째에 나타났으며, 400 ppm, 800 ppm 및 1,200 ppm 첨가구들이 각각 51.40, 51.51 및 51.48로 52.13인 대조구보다 유의적으로 높은 수준을 보

였다( $p < 0.05$ ). 하지만 첨가구들의 명도간에는 숙성기간 동안 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 숙성 중 김치 발효 소시지의 적색도(a\*; Fig. 4)는 최초 11.99-12.14의 수준에서 지속적으로 감소하여( $p < 0.05$ ) 17시간째에는 11.06-11.47, 3일째에는 7.19-7.70의 수준을 나타내었다. 하지만 숙성 6일째에는 이전 기간과 반대로 7.94-8.32의 수준으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 녹차 추출물의 첨가는 숙성기간 동안 김치 발효 소시지의 적색도를 빨리 감소시켰다. 숙성기간 중 17시간째에는 1,200 ppm 첨가구가 대조구와 다른 첨가구들보다 유의적으로 낮게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 3일째부터는 모든 첨가구들이 대조구에 비해 유의적으로 낮은 적색도를 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만 적색도 역시 숙성기간 동안 녹차 추출물의 첨가 수준에 따른 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 숙성 중 김치 발효 소시지의 황색도(b\*; Fig. 4)는 적색도와 동일한 패턴을 보였다. 최초 14.72-14.82의 수준에서 17시간째에는 12.33-13.53, 3일째에는 10.85-11.53의 수준으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ), 6일째에는 11.48-12.07의 수준으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 녹차 추출물의 첨가에 따른 영향은 첨가 수준이 증가함에 따라 숙성기간 동안 높은 황색도를 나타내었다. 특히, 숙성 17시간째와 3일째에는 1,200 ppm > 400 ppm, 800 ppm > 0 ppm(대조구) 순으로 황색도가 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 6일째에는 800 ppm, 1,200 ppm > 0 ppm, 400 ppm 순으로 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). Bozkurt(2006) 역시 발효 소시지의 숙성기간 동안 명도, 적색도 및 황색도가 감소하였으며, 이러한 현상은 녹차 추출물의 첨가에 의해 더욱 빨리 일어났다고 본 실험결과와 동일하게 보고하였다. 또한 그는 발효 소시지에서 적색도 및 황색도의 감소는 myoglobin의 변성과 melanoidin의 생성에 의한 갈색화 반응으로 인해 발생된다고 설명하였다. 일반적으로 지방산화는 육제품의 변색과 밀접한 연관성이 있어 지방산화가 억제될 경우 변색도 지연된다(Kanner, 1994). 하지만 본 실험에서 녹차 추출물이 지방산화를 억제시켰음에도 불구하고, 오히려 변색을 촉진시킨 이유는 녹차 추출물 내 catechin 계열의 성분들이 강력한 금속이온 환원력을 가지고 있기 때문으로 사료된다. 즉, 육제품 내 ferrous ion( $Fe^{2+}$ )은 Fenton reaction을 통해 ferric ion( $Fe^{3+}$ )으로 산화되면서 hydroxyl radical을 생성시키는데(Halliwell and Gutteridge, 1986), 이때 녹차 추출물이 ferric ion을 지속적으로 환원시킴으로서 hydroxyl radical이 더 많이 생성될 수 있는 환경을 만들어 주며, 결국 최종적으로 hydroxyl radical이 myoglobin을 산화시켜 변색을 촉진시키게 된다. 본 실험결과와 동일하게 Hayes 등(2010)의 세절 우육 저장 실험에서도 천연 폴리페놀 화합물인 sesamol의 첨가가 TBARS의 생성을 억제시켰음에도 불구하고, 변색을 촉진시켰다고 보고된 바 있다.

#### 전자코에 의한 향기 패턴 비교



(a) 0 h



(b) 6 d

Fig. 5. Effect of addition level of green tea extract on the aroma pattern in kimchi-fermented sausages during ripening.

전자코(electronic nose)에 의한 김치 발효 소시지의 숙성 중 향기 패턴(Fig. 5)은 녹차 추출물의 첨가에 의해 영향을 받았다. 최종 0일째(a)와 최종 6일째(b) 모두에서 400 ppm, 800 ppm 및 1,200 ppm 첨가구들의 패턴과 대조구의 패턴이 겹치지 않아 서로 다르게 나타났다. 반면에 첨가구들의 패턴간에는 서로 겹쳐져 뚜렷한 차이가 없었다. 발효 소시지의 향기는 제조 조건에 따른 지방산화물, 미생물 대사 물질, 탄수화물 및 아미노산 분해물과 관련 있으며, 특히, 이중 지방산화는 alcohol, aldehyde, hydrocarbon,

ketone 등의 다양한 저분자 휘발성 화합물을 생성함으로써 향기에 직접으로 영향을 미친다(Marco *et al.*, 2006). 이를 통해 미루어 봤을 때, 향기 패턴의 차이는 지방산화에 의해 영향을 받았다고 예측할 수 있으나, 본 실험결과에서 TBARS 함량은 숙성 17시간째부터 차이가 있었다. 따라서 향기 패턴의 원인은 지방산화가 아니라 녹차 추출물 자체에서 발생된 향기 성분이라 할 수 있다. 녹차 추출물의 주요 향기 성분은 alcohol류인 hexanol, linalool, menthiol,  $\alpha$ -terpinol, ester류인 carbitol, hydrocarbon류인 d-limonene이라고 보고되었다(Lee *et al.*, 2009). 하지만 본 실험결과에서 녹차 추출물의 첨가 수준에 의해 향기 패턴의 차이가 발생하지 않은 이유는 이들의 발생량이 차이가 날 만큼 첨가 수준의 차이가 크지 않았기 때문이라 판단된다. 또한 녹차 추출물도 김치 발효 소시지에 함유되어 있었기 때문에, 그 자체가 발효 작용을 받아 다른 특성의 향기로 바뀔 수 있는데, 이에 관해서는 Park 등(2012)의 연구에서 구수한 향미가 강해지고 풀 냄새가 약해졌다고 보고되었다. 하지만 첨가 수준이 높을수록 발효에 의한 향기가 강해져 숙성 6일째에는 향기 패턴의 차이가 발생해야 함에도 불구하고, 발생하지 않았던 이유는 처리구들간에 젖산균의 생장이 동일하였기 때문으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 녹차 추출물의 첨가 수준(0 ppm, 400 ppm, 800 ppm 및 1,200 ppm)이 김치 발효 소시지의 젖산균, 산화안정성 및 향기에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 시료는 24°C/RH 89%에서 pH 4.9까지(17시간) 발효시킨 후 10°C/RH 75-80%에서 6일간 건조시켰다. 젖산균수와 pH는 최종 6일째에 각각 7.5-7.7 Log CFU/g sausage 및 4.30-4.33이었으며, 녹차 추출물의 첨가 수준에 따른 차이가 없었다. TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances) 함량은 첨가 수준이 증가함에 따라 현저하게 억제되었다. 명도( $L^*$ )와 적색도( $a^*$ )는 녹차 추출물의 첨가에 의해 숙성 중 감소되었으며, 황색도( $b^*$ )는 증가되었다. 전자코(electronic nose)에 의한 향기 패턴은 첨가구들과 대조구간에 뚜렷한 차이를 보였다. 따라서 녹차 추출물의 첨가 수준의 증가는 김치 발효 소시지의 지방산화 안정성을 향상시켰다. 또한 첨가 수준과 관계 없이 녹차 추출물은 색깔 안정성을 저하시키고, 젖산균의 생장에 영향을 미치지 못하였으나, 향기를 변화시켰다.

## 감사의 글

본 연구는 강원도 농업기술원 특화작목개발사업의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Ahn, B. W., Lee, D. H., Yeo, S. G., Kang, J. H., Do, J. R., Kim, S. B., and Park, Y. H. (1993) Inhibitory action of natural food components on the formation of carcinogenic nitrosamine. *Bull. Korean Fish. Soc.* **26**, 298-304.
2. Baydar, H., Sağdıç, O., Gülcan, Ö., and Karadoğan, T. (2004) Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra*, and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control* **15**, 169-172.
3. Bozkurt, H. (2006) Utilization of natural antioxidants: green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Sci.* **73**, 442-450.
4. Branen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyl anisole and butylated hydroxyl toluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **52**, 59-63.
5. Choi, S. M., Jeon, Y. S., Rhee, S. H., and Park, K. Y. (2002) Red pepper powder and *Kimchi* reduce body weight and blood/tissue lipid in rats fed a high fat diet. *Nutraceut. Food* **7**, 162-167.
6. Collins, M. D. and Gibson, G. R. (1999) Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* **69**, 1052S-1057S.
7. Comi, G., Urso, R., Iacumin, L., Rantsiou, K., Cattaneo, P., Cantoni, C., and Coccolin, L. (2005) Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Sci.* **69**, 381-392.
8. Degenhart, J. (1988) Tecnologia de produtos curados. In: 7º curso de tecnologia da carne. ITAL, Campinas, Brazil, pp. 51-71.
9. Fujiwara, M. (1972) Antihypercholesterolemic effect of sulfur containing amino acid, *S*-methyl-L-cysteine sulfoxide isolated from cabbage. *Experimenta* **28**, 254-259.
10. Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. (1986) Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts. *Arch. Biochem. Biophys.* **246**, 501-514.
11. Hampikyan, H. and Ugur, M. (2007) The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). *Meat Sci.* **76**, 327-332.
12. Hayes, J. E., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M. N., and Kerry, J. P. (2010) Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Sci.* **84**, 613-620.
13. Hugas, M. and Monfort, J. M. (1997) Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chem.* **59**, 547-554.
14. Jung, D. W., Nam, E. S., and Park, S. I. (2005) Effect of green tea powder on growth of lactic culture. *Korean J. Food Nutr.* **18**, 325-333.
15. Kanner, J., Harel, S., and Jaffe, R. (1991) Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *J. Agr. Food Chem.* **39**, 1017-1021.
16. Kanner, J. (1994) Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. *Meat Sci.* **36**, 169-189.
17. Kawada, T., Hagigara, K., and Iwai, K. (1986) Effect of capsaicin on lipid metabolism in rats fed diet. *J. Nutr.* **116**, 1272-1279.
18. Kim, K. H. (2002) Effect of addition methods of green tea on fermentation characteristics of *Kimchi*. *Korean J. Food Preserv.* **9**, 406-410.
19. Kim, S. Y., Kim, J. D., Son, J. S., Lee, S. K., Park, K. J., and Park, M. S. (2011) Biochemical and molecular identification of antibacterial lactic acid bacteria isolated from *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **43**, 446-452.
20. Klettner, P. G. and List, D. (1978) Lactic acid production during ripening of dry sausages to which starter cultures have been added. *Fleischwirtschaft* **58**, 136-139.
21. Ko, J. L., Oh, C. K., Oh, M. C., and Kim, S. H. (2009) Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from commercial *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 892-901.
22. Kwon, D. Y., Koo, M. S., Ryoo, C. R., Kang, C. H., Min, K. H., and Kim, W. J. (2002) Bacteriocin produced by *Pedio-coccus sp.* in *Kimchi* and its characteristics. *J. Microbiol. Biotech.* **12**, 96-105.
23. Kwon, M. J., Song, Y. S., and Song, Y. O. (1998) Antioxidative effects of *Kimchi* ingredients on rabbits fed cholesterol diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1189-1196.
24. Lee, G. H., La, I. J., Cho, H. J., Yea, M. J., Kim, S. B., Park, J. Y., and Kim, S. H. (2009) Changes in quality characteristics of green tea beverage PET during high temperature storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 98-104.
25. Lee, J. Y. and Kunz, B. (2005) The antioxidant properties of *Baechu-kimchi* and freeze-dried *Kimchi*-powder in fermented sausages. *Meat Sci.* **69**, 741-747.
26. Lee, J. Y., Kim, C. J., and Kunz, B. (2006) Identification of lactic acid bacteria isolated from *Kimchi* and studies on their suitability for application as starter culture in the production of fermented sausages. *Meat Sci.* **72**, 437-445.
27. Lee, S. K., Yoo, I. J., Kim, Y. B., and Kim, K. S. (1990) Fermentation of sausage using *Kimchi*. *Korean J. Anim. Sci.* **32**, 707-714.
28. Lee, Y. M., Kwon, M. J., Kim, J. K., Suh, H. S., Choi, J. S., and Song, Y. O. (2004) Isolation and identification of active principle in Chinese cabbage *Kimchi* responsible for antioxidant effect. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 129-133.
29. Leistner, L. and Rodel, W. (1975) The significance of water activity for microorganisms in meats. In: Water relations of foods. Duckworth, R. B. (ed), Academic Press, London, pp. 309-323.
30. Lim, C. R., Park, H. K., and Han, H. U. (1989) Reevaluation of isolation and identification of gram-positive bacteria in *Kimchi*. *Korean J. Microbiol.* **27**, 404-414.
31. Lücke, F. K. (1994) Fermented meat products. *Food Res. Int.* **27**, 299-307.
32. Lücke, F. K. (1998) Fermented sausages. In: Microbiology of fermented foods. Wood, B. J. B. (ed), Blackie Academic and Professional, NY, pp. 441-483.
33. Manzocco, L., Anese, M., and Nicoli, M. C. (1998) Antioxidant properties of green tea extracts as affected by processing. *Lebensm. -Wiss. -Technol.* **31**, 694-698.
34. Marco, A., Navarro, J. L., and Flores, M. (2006) The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Sci.* **73**,



- 660-673.
35. Nassu, R. T., Goncalves, L. A. G., Pereira da Silva, M. A. A., and Beserra, F. J. (2003) Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Sci.* **63**, 43-49.
36. Noh, K. A., Kim, D. H., Choi, N. S., and Kim, S. H. (1999) Isolation of fibrinolytic enzyme producing strains from *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 219-223.
37. Papamanoli, E., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E., and Kotzekidou, P. (2003) Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. *Meat Sci.* **65**, 859-867.
38. Park, H. K., Lim, C. R., and Han, H. U. (1990) Microbial succession in *Kimchi* fermentation at different temperature. *Res. Inst. Basic Soc. Inha Univ.* **11**, 161-169.
39. Park, K. R., Lee, S. G., Nam, T. G., Kim, Y. J., Kim, Y. R., and Kim, D. O. (2009) Comparative analysis of catechins and antioxidant capacity in various grades of organic green teas grown in Boseong, Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* **41**, 82-86.
40. Park, K. Y. and Cheigh, H. S. (2004) *Kimchi*. In: Handbook of vegetable preservation and processing. Hui, Y. H., Ghazala, S., Graham, D. M., Murrell, K. D., and Nip, W. K. (eds) Marcel Dekker, Inc., NY, pp. 189-222.
41. Park, S. B., Han, B. K., Oh, Y. J., Lee, S. J., Cha, S. K., Park, Y. S., and Choi, H. J. (2012) Bioconversion of green tea extract using lactic acid bacteria. *Food Eng. Prog.* **16**, 26-32.
42. Pelsler, W. M., Linssen, J. P. H., Legger, A., and Houben, J. H. (2007) Lipid oxidation in *n*-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Sci.* **75**, 1-11.
43. Peter, F. S. (1975) The toxicology of nitrate, nitrite and *n*-nitroso compounds. *J. Sci. Food Agr.* **26**, 1761-1770.
44. Schillinger, U. and Lücke, F. K. (1989) Einsatz von milchsäurebakterien als schutzkulturen bei fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft* **69**, 879-882.
45. Sheo, H. J. and Seo, Y. S. (2004) The effects of dietary Chinese cabbage *Kimchi* juice on the lipid metabolism and body weight gain in rats fed high-calories-diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 91-100.
46. Shin, D. W., Kim, M. S., Han, J. S., Lim, D. K., and Bak, W. S. (1996) Changes of chemical composition and microflora in commercial *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 137-145.
47. Shin, Y. H., Oh, B. T., Choi, S. G., Heo, H. J., Lee, S. C., and Cho, S. H. (2009) Antimicrobial activity of an aqueous extract of green tea against food putrefactive microorganisms. *Korean J. Food Preserv.* **16**, 392-399.
48. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jpn. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
49. Skibsted, L. H. (1992) Cured meat products and their oxidative stability. In: The chemistry of muscle-based foods. Johnston, D. E., Knight, M. K., and Ledward, D. A. (eds), The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 266-286.
50. So, M. H. and Kim, Y. B. (1995) Identification of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 495-505.
51. SPSS (2005) SPSS 14.0 for Windows Evaluation Version, SPSS Inc., Illinois, USA.
52. Stacy, P. and William, S. H. (1993) Garlic supplementation and lipoprotein oxidation susceptibility. *Lipids* **28**, 475-477.
53. Stahnke, L. H. (1995) Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosus* at different temperatures and with different ingredient levels-part I. Chemical and bacteriological data. *Meat Sci.* **41**, 179-191.
54. Toldrá, F. (1992) The enzymology of dry-curing meat products. In: New technologies for meat and meat products. Smulders, F. J., Toldrá, F., Flores, J., and Prieto, M. (eds), ECCEAMST/AUDET, Nijmegen, The Netherlands, pp. 209-231.
55. Yang, C. S., Chung, J. Y., Yang, G., Chhabra, S. K., and Lee, M. J. (2000) Tea and tea polyphenols in cancer prevention. *J. Nutr.* **130**, 472-478.
56. Yanishlieva, N. V. and Marinova, E. M. (2001) Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **103**, 752-767.
57. Yu, M. H., Im, H. G., Im, N. K., Hwang, E. Y., Choi, J. H., Lee, E. J., Kim, J. B., Lee, I. S., and Seo, H. J. (2009) Anti-hypertensive activities of *Lactobacillus* isolated from *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **41**, 428-434.
58. Zanardi, E., Ghidini, S., Battaglia, A., and Chizzolini, R. (2004) Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Sci.* **66**, 415-423.

---

(Received 2012.5.22/Accepted 2012.6.12)