



## Bacillus polyfermenticus SCD 에탄올 추출물이 떡갈비의 품질 및 저장성에 미치는 영향

김학연 · 정종연 · 최지훈 · 이미애 · 이장현 · 장경훈 · 최신양<sup>1</sup> · 백현동 · 김천제\*

건국대학교 축산식품생물공학전공 · <sup>1</sup>한국식품연구원

### Effects of Ethanol Extracts of *Bacillus polyfermenticus* SCD on Tteokgalbi Quality during Storage

Hack-Youn Kim, Jong-Youn Jeong, Ji-Hun Choi, Mi-Ai Lee, Jang-Hyun Lee, Kyung-Hoon Chang, Shin-Yang Choi<sup>1</sup>, Hyun-Dong Paik, and Cheon-Jei Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea

<sup>1</sup>Korea Food Research Institute, Seongnam, Kyonggi-do 463-420, Korea

#### Abstract

The treatments of *Tteokgalbi* studied were: control (no antioxidants); (T1) ethanol extracts of *Bacillus polyfermenticus* SCD (5%); (T2) ascorbic acid (0.06%); (T3) ascorbic acid (0.03%) + ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD (2.5%). The pH of T1, T2, and T3 samples was significantly ( $p<0.05$ ) lower than that of the control for up to 3 days of storage. Thereafter T1, T2 and T3 had a significantly higher ( $p<0.05$ ) pH value than the control during storage. TBA values were significantly lower ( $p<0.05$ ) in all treated samples relative to the control. The TBA value of the control rapidly increased after 6 days of storage, whereas the TBA values of the test samples did not sharply increase. T3 samples treated with vitamin C and *Bacillus polyfermenticus* SCD had a higher TBA value than T1 and T2 samples. The VBN values of T1, T2 and T3 samples were lower than that of the control ( $p>0.05$ ). VBN values of the ground pork meat samples significantly increased ( $p<0.05$ ) with storage time. The total microbial counts of each sample significantly increased with storage time ( $p<0.05$ ). The  $a^*$  values of T1 and T3 samples containing added vitamin C were significantly higher ( $p<0.05$ ) than that of the control and T2 samples during storage. The  $b^*$  value of T2 samples was significantly higher ( $p<0.05$ ) than that of other ground pork meat products during storage.

**Key words:** *Bacillus polyfermenticus*, storage, TBA, *Tteokgalbi*, quality

#### 서론

돈육을 냉장 저장하기 전 분쇄 과정은 근육의 세포벽을 파괴시키고, 불포화 지방산과 비 헴철(non-heme)과 같은 산화 전구물질(pro-oxidant substances)에 의해 불포화 지방산과

상호작용이 촉진되어 급속한 품질 저하와 지질 산패를 촉진시킨다(Tichivangana and Morrissey, 1985). Ho 등(1996)은 돈육이 다른 축육보다 불포화 지방산을 다량 함유하고 있기 때문에 쉽게 갈변화하여 산패가 잘 이루어진다고 하였다. 지질 산패는 과산화물, 알켄류, 알콜류, 알데히드류, 산 등을 생성하여 식품의 품질과 안정성을 감소시킨다. 따라서 지질의 산화는 육제품의 저장성에 있어 중요한 요인으로 작용하며 지질의 산화를 방지하기 위하여 식품업계에서는 항산화제를 많이 사용하고 있다. BHA (butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene)와 같은 합성 항산화제는 분쇄 육제품의

\* Corresponding author : Cheon-Jei Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3684, Fax: 82-2-444-6695, E-mail: kimej@konkuk.ac.kr

저장기간 중 지질 산화를 지연시키기 위해 널리 사용되고 있다(Shahidi *et al.*, 1987; McCarthy *et al.*, 2001). 하지만 이와 같은 합성 항산화제는 신체에 유해할 수 있기 때문에 엄격히 규제되어지고 있으므로(Hettiarachchy *et al.*, 1996), 최근 천연 항산화제에 관한 연구가 활발히 진행 중이다. 이 중 생균제를 이용한 항산화제는 항산화 효과뿐만 아니라, 심장병, 암, 종양, 당뇨병과 같은 병의 위험을 감소시켜 기능성 또한 부여함으로써 생균제에 대한 관심이 증가하고 있다(Zandi and Gondon, 1999; Yanishlieva and Marinova, 2001; McCune and Johns, 2002; Higdon and Frei, 2003). 생균제는 인체에 유익한 미생물을 섭취함으로써 미생물이 분비하는 비타민, 무독성 항균물질 등에 의해 장내 환경을 개선하여 균총의 정상화와 더불어 장질환 치료에도 효과가 있는 제품을 말한다(Jun *et al.*, 2000; Reid *et al.*, 2003).

현재 많이 이용되고 활발히 연구되고 있는 생균제들로는 *Lactobacillus* 속, *Lactococcus* 속 *Enterococcus* 속, *Bifidobacterium* 속, *Clostridium* 속, *Bacillus* 속, *Aspergillus* 속, *Saccharomyces* 속, *Pediococcus* 속 등이 있는데(Kim *et al.*, 1994; Kimoto *et al.*, 1999; Kailasapathy *et al.*, 2000), 이 중 *Bacillus* 속의 균주들은 생균제로의 이용뿐만 아니라 미생물 산업에서 유용한 물질들을 생산하는데 있어 일반적으로 많이 사용되며, 산업적으로 매우 중요하다(Kopp, 2001). 게다가 유산균(*Lactobacillus* 속, *Bifidobacterium* 속, *Streptococcus* 속, *Enterococcus* 속)은 암 발생 위험을 줄여주고 종양이 자라는 것을 저지해 준다고 보고되고 있다(Romond *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 2003). 특히 *Bacillus* 속 생균 중에서 *Bacillus polyfermenticus* SCD은 일반적으로 "Bispan"으로 알려져 있는데, 다른 생균제들과 달리 아포를 형성하기 때문에 장에 도달할 때까지 활성을 거의 잃지 않아 장질환의 치료에 탁월한 효과를 보이고 있다(Jun *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2000; Paik *et al.*, 2000).

높은 품질과 안정성 유지를 위한 천연 항산화제의 사용은 인간의 건강과 경제적 손실을 예방하기 위해 아주 중요하다. 비타민 C,  $\alpha$ -토코페롤 등 천연 항산화제들을 육제품에 첨가하여 그 영향에 관하여 연구한 문헌들이 몇몇 보고되어 있다(Elliott, 1999; Mitsmoto *et al.*, 1991). 하지만 생균제를 이용한 천연항산화제를 육제품에 이용한 연구는 소수에 불과하다. 따라서 본 연구는 생균제를 이용한 천연항산화제(*B. polyfermenticus* SCD의 에탄올 추출물)와 비타민 C를 첨가한 떡갈비를 제조하고, 저장기간에 따른 안정성과 품질을 비교 조사하여, *B. polyfermenticus* SCD의 에탄올 추출물이 천연 항산화제로서의 산업적 유용성을 밝히고자 하였다.

## 재료 및 방법

### *Bacillus polyfermenticus* SCD 추출물의 제조

*B. polyfermenticus* SCD 균을 1,500 mL의 멸균된 tryptic soy broth에 접종하여 37°C에서 교반속도 150 rpm으로 7시간 동안 전배양한 다음 발효조(30 L working volume; JEIO B&P, Gimpo, Korea)에 다시 접종하여 37°C에서 교반속도 500 rpm, 통기량 1 vvm (volume of air per volum of medium per min), 그리고 pH 7.0  $\pm$  0.1로 멸균된 3 N HCl과 3 N NaOH를 사용하여 12시간동안 배양하였다. 시간 별로 채취한 각각의 배양액을 spectrophotometer를 이용하여 660 nm에서 균체 성장을 측정하였으며, 항산화 활성 측정 시료는 배양액을 4°C에서 20분간 20,760  $\times$  g 으로 원심분리하여 상등액과 균체를 분리하여 배양상등액을 제조하였다. 항산화성 물질의 추출은 *B. polyfermenticus* SCD 배양상등액을 Diaion HP-20 column (5 cm diameter  $\times$  1 m length, Mitsubishi, Tokyo, Japan)에 흡착시킨 다음 흡착된 성분을 용출하기 위해 에탄올을 사용하여 용출한 후 감압 농축기에서 감압 농축하여 추출하였다.

### 시료준비 및 제품 제조

사후 48시간 돈육 후지를 구입하여 과도한 결체조직을 제거한 후 분쇄기를 이용하여 후지와 지방을 각각 8 mm plate로 세절하였다. 세절된 육과 지방은 4개의 처리구로 나누어 각각 NPS (1.5%), 얼음(10%), 후지(70%), 지방(20%), 인산염(0.3%), 설탕(2.1%), 후추(0.3%), 양파가루(2%), 마늘가루(2%), 분리대두단백질(2%)을 첨가하였다. 대조구(control)는 항산화제를 첨가하지 않았고, ascorbic acid (0.06%)를 첨가한 처리구(T1), *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물(5%)을 첨가한 처리구(T2)와 ascorbic acid (0.03%) 및 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물(2.5%)을 첨가한 처리구(T3)로 구분하였다(Table 1). 모든 샘플을 완전히 혼합한 후 Nylon/PE 필름에 넣어 진공포장하였다. 또한 냉장(4 $\pm$ 1°C)상태에서 15일간 저장하면서 저장 0, 3, 6, 10, 15일에 각 처리구의 포장을 개봉하여 실험을 실시하였다.

### 실험방법

pH 측정은 시료 5 g을 취하여 증류수 20 mL와 혼합하여 Homogenizer(Model AM-7, Nissei, Japan)를 사용하여 8,000 rpm에서 균질화한 후 유리 전극 pH meter(340, Mettler toledo, Switzerland)로 측정하였다. 색도 측정은 시료 표면을 colorimeter (Chroma meter, CR 210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L\* -값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a\* -값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b\* -값을 각각 3회 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L\* -값이 97.83, CIE a\* -값이 -0.43, CIE b\* -값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. VBN은 高坂(1975)에 의한

**Table 1. Formulation of Tteokgalbi**

| Ingredients   | Formulation (% batch)                                   |     |      |     |      |
|---------------|---|-----|------|-----|------|
|               | Control   | T1  | T2   | T3  |      |
| Main material | Pork ham  | 70  | 70   | 70  | 70   |
|               | Pork fat  | 20  | 20   | 20  | 20   |
|               | Water   | 10  | 10   | 10  | 10   |
| Additives     | Extracts of <i>B. polyfermenticus</i> SCD <sup>1)</sup> | 0   | 0    | 5   | 2.5  |
|               | Ascorbic acid   | 0   | 0.06 | 0   | 0.03 |
|               | NPS <sup>2)</sup>                                       | 1.2 | 1.2  | 1.2 | 1.2  |
|               | Sugar   | 2.1 | 2.1  | 2.1 | 2.1  |
|               | Pepper  | 0.3 | 0.3  | 0.3 | 0.3  |
|               | Phosphate   | 0.3 | 0.3  | 0.3 | 0.3  |
|               | Onion powder  | 2   | 2    | 2   | 2    |
|               | Garlic powder   | 2   | 2    | 2   | 2    |
|               | ISP <sup>3)</sup>                                       | 2   | 2    | 2   | 2    |

Control : No antioxidant.  
 T1 : Vitamin C treatment.  
 T2 : Ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
 T3 : Vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.

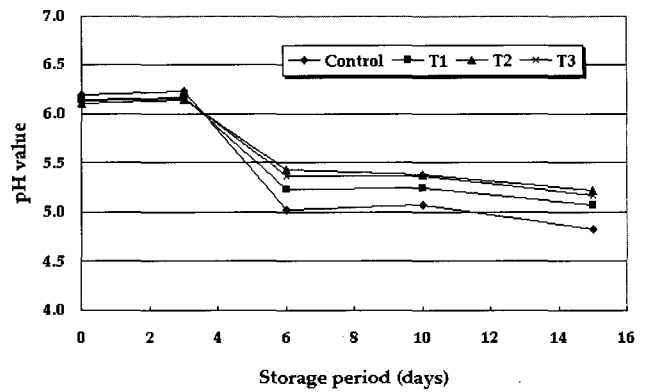
<sup>1)</sup> Extracts of *B. polyfermenticus* SCD: ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD.  
<sup>2)</sup> NPS: Nitrite pickle salt.  
<sup>3)</sup> ISP : Isolated soy protein.

conway 미량확산법을 이용하여 측정하였다. 지질의 산패도 (Thiobarbituric acid, TBA) 측정은 Tarladgis 등(1960)의 증류법을 응용하여 실시하였다. 미생물 총균수는 Stomacher bag에 시료 10 g에 증류수 90 mL를 첨가하여 2분 동안 마쇄하여 Plate Count Agar (PCA, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)배지를 사용하여 총균수를 측정하였다. 실험의 결과는 SAS (Statistics Analytical System, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan's 다중검정에 의하여 평균치 간의 유의성( $p < 0.05$ )을 조사하였다.

**결과 및 고찰**

**pH의 변화**

4°C에서 저장 15일 동안의 떡갈비의 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 저장 초기의 pH는 전체적으로 6.11~6.20로 나타났으며, 저장 15일 후에는 4.82~5.22로 나타났다. 저장 초기(당일, 3일) 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을



**Fig. 1. Change of pH value in Tteokgalbi containing vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD during storage period.**

Control : No antioxidant.  
 T1 : Vitamin C treatment.  
 T2 : Ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
 T3 : Vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.

첨가한 처리구(T1, T2, T3)가 대조구(pH 6.20)보다 낮은 pH를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이는 비타민 C가 산성을 나타내며, *B. polyfermenticus* SCD가 젖산균이므로 생균제의 특성상 유기산을 분비하기 때문에 첨가하지 않은 것에 비해 pH가 낮게 나타나는 것으로 사료된다. 그러나 저장 3일 이후부터 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가하지 않은 대조구가 급격한 pH의 저하를 보였으며, 6일부터 10일까지는 커다란 차이를 보이지 않았다. 저장 15일 대조구의 pH는 4.82이었으며, 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 처리한 처리구들은 대조구에 비해 pH가 크게 변화하지 않았다. 분쇄육의 저장기간이 경과함에 따른 pH 저하는 미생물의 젖산 생성에 의한 것으로 보고되고 있다 (Goddard *et al.*, 1996). 본 연구에서 떡갈비 제조시 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가하여 pH 변화를 안정화시킴으로써 저장 중 품질변화를 감소시킬 것으로 사료된다.

**지질 산패도의 변화**

지질의 산패는 이취를 동반하는 malondialdehyde를 생성하며, 이는 2-thiobarbituric acid와 반응한 2차 생성물의 적색도에 따라 지질의 산패도를 측정한다(Rossel, 1994). 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 떡갈비를 4°C에 15일간 저장하면서 지질 산패도를 측정할 결과, 대부분의 처리구는 시간이 경과함에 따라 TBA 값이 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 이와 같이 저장기간이 경과함에 따라 TBA가 증가하는 것은 많은 연구에서 보고된 바 있다(Park *et*

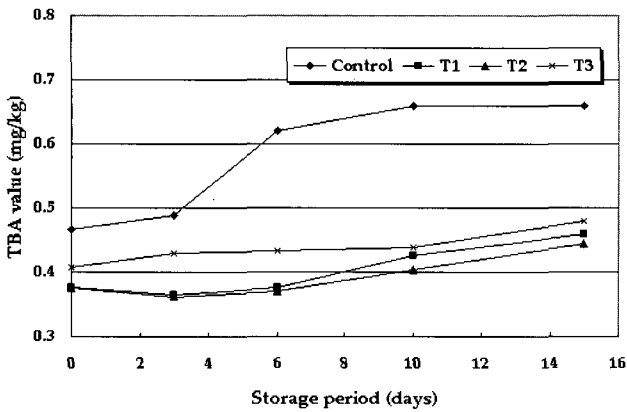


Fig. 2. Change of TBA value in *Tteokgalbi* containing vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD during storage period.

Control : No antioxidant.  
 T1 : Vitamin C treatment.  
 T2 : Ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
 T3 : Vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.

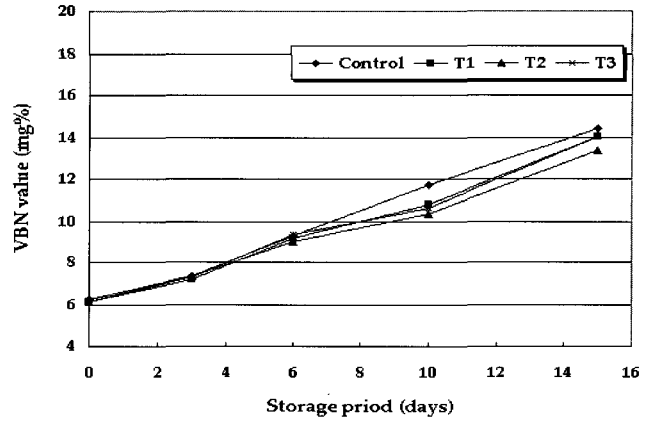


Fig. 3. Change of VBN value in *Tteokgalbi* containing vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD during storage period.

Control : No antioxidant.  
 T1 : Vitamin C treatment.  
 T2 : Ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
 T3 : Vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.

al., 2005). 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구가 무첨가 대조구에 비하여 현저히 낮은 TBA 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 한편, 대조구는 저장 3일 이후에 TBA가 현저하게 증가하는 경향을 보였으나 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구(T1, T2, T3)는 큰 변화를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 그 중 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구가 저장기간 동안 상대적으로 낮은 값을 나타내었는데, 이는 *B. polyfermenticus* SCD의 항산화 효과가 있다고 보고된 것과 일치한다(Heddur et al., 2005; Paik et al., 2005). 많은 연구에서 비타민 C를 다른 항산화제와 함께 사용할 경우, 항산화 능력을 촉진시키는 상승 효과가 있으며(Chang et al., 1977), 특히 토코페롤과 허브 추출물의 천연 항산화제에 비타민 C를 함께 사용하여 높은 항산화 효과를 보았다고 하였다(Shahidi and Wanasundara, 1992). 그러나 본 연구에서는 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물 사이에서의 상승 효과는 발견하지 못하였다.

휘발성 염기태 질소함량의 변화

저장 중 육제품의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산에서 무기태 질소로 분해되며 육제품의 신선도를 평가하는데 중요한 요인이 된다. 우리나라 식품위생법에는 원료육 및 포장육의 경우 VBN 함량을 20 mg% 이하로 규정하고 있고(Food Code, 2002), 육제품의 VBN 함량은 5~10 mg% 일 때 신선하고 30~40 mg% 일 때에 초기 부패단계로 보고 있다(高坂, 1975). 특히 휘발성 무기태 질소의 생성은 악취의

원인이 되며 관능적 특성에 크게 관여한다. 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 떡갈비를 4℃에 15일간 저장하는 동안의 실험구별 VBN 함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 제조 당일 모든 실험구의 VBN 함량은 6.12~6.26 mg% 정도로 거의 유사한 수준을 나타내었다. 저장 기간이 경과함에 따라 VBN 함량은 증가하였지만( $p < 0.05$ ) 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구(T1, T2, T3)가 무첨가 대조구에 비해 다소 낮은 값을 보였다. 저장 10, 15일에 대조구보다 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구(T2)가 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. Koo(1989)와 Kim(1999)은 햄버거 패티의 동결저장 중 VBN 함량은 저장 초기에 비하여 저장기간이 경과함에 따라 서서히 증가하는 것으로 보고한 바 있으며, Jung 등(2003)도 등급이 다른 돈육으로 제조한 소시지의 속 분말을 첨가하였을 때 저장초기 VBN 함량은 4.97~8.51 mg% 수준이었으며, 냉장기간이 경과하면서 점점 증가하여 저장 8주째에 15.05~15.77 mg% 수준을 나타내었다고 하였고, Choi 등(2003)은 녹차의 첨가는 소시지 저장 중 VBN 함량의 상승을 억제시켰다고 보고하였다.

총균수

비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 떡갈비를 4℃에 15일간 저장하면서 저장에 따른 총균수의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 총균수는 증가하였다( $p < 0.05$ ). 저장 기간이 경과함에 따라

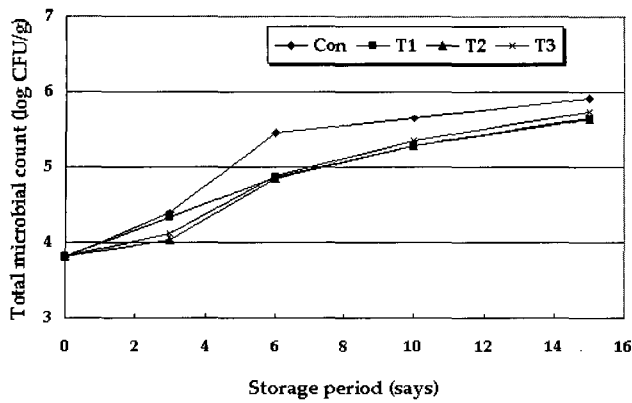


Fig. 4. Change of total microbial count in *Tteokgalbi* containing vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD during storage period.

Control : No antioxidant.  
 T1 : Vitamin C treatment.  
 T2 : Ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
 T3 : Vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.

대조구가 가장 빠른 미생물 증식 속도를 보였으며 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구(T2)가 다소 낮은 수치를 보였다. 비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구들(T1, T2, T3)은 6일에 4.84~4.89 logCFU/g 이었고 무첨가 대조구는 5.44 logCFU/g 수준을 보이며 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 그러나 저장기간 동안 비타민 C 및 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 처리구 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ). Lamkey 등(1991)은 소시지에서 총균수가  $10^8$  CFU/g 정도이면 부패되었다고 판단하였고, Egan 등(1980)은  $10^6 \sim 10^8$  CFU/g 수준이면 부패하였다고 판단하였다. 따라서 비타민 C 및 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물은 저장기간을 연장하는 효과가 있었음을 보여준다.

색도

비타민 C와 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 떡갈비를 4°C에 15일간 저장하면서 저장에 따른 색도의 변화는 Table 2에 나타내었다. 명도를 나타내는  $L^*$ -값은 대

Table 2. Changes of color value in *Tteokgalbi* containing vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD during storage period

| Trait  | Storage (days) | Treatments                |                           |                           |                           |
|--------|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|        |                | Control                   | T1                        | T2                        | T3                        |
| CIE L* | 1              | 57.35±0.48 <sup>Aa</sup>  | 57.48±0.48 <sup>Ab</sup>  | 56.32±0.53 <sup>Ba</sup>  | 55.29±0.50 <sup>C</sup>   |
|        | 3              | 57.39±0.69 <sup>Aa</sup>  | 56.94±0.67 <sup>Abc</sup> | 55.86±0.83 <sup>Ba</sup>  | 55.74±0.64 <sup>B</sup>   |
|        | 6              | 56.94±0.30 <sup>Aab</sup> | 57.16±1.13 <sup>Ab</sup>  | 55.07±0.71 <sup>Bb</sup>  | 55.31±0.52 <sup>B</sup>   |
|        | 10             | 56.26±0.71 <sup>Ab</sup>  | 56.10±0.74 <sup>Ac</sup>  | 54.55±0.56 <sup>Bb</sup>  | 54.97±0.87 <sup>B</sup>   |
|        | 15             | 57.77±1.02 <sup>Aa</sup>  | 58.34±0.66 <sup>Aa</sup>  | 54.84±0.34 <sup>Bb</sup>  | 55.14±0.60 <sup>B</sup>   |
| CIE a* | 1              | 9.43±0.22 <sup>Cd</sup>   | 13.83±0.27 <sup>Ab</sup>  | 9.68±0.33 <sup>Cc</sup>   | 11.39±0.21 <sup>Bb</sup>  |
|        | 3              | 13.41±0.38 <sup>Bab</sup> | 14.50±0.37 <sup>Aa</sup>  | 13.63±0.42 <sup>Ba</sup>  | 14.18±0.38 <sup>Aa</sup>  |
|        | 6              | 13.97±0.27 <sup>a</sup>   | 14.07±0.67 <sup>ab</sup>  | 13.47±0.48 <sup>ab</sup>  | 13.68±0.31 <sup>a</sup>   |
|        | 10             | 12.94±1.05 <sup>Bbc</sup> | 14.17±0.57 <sup>Aab</sup> | 13.05±0.29 <sup>Bb</sup>  | 14.02±0.58 <sup>Aa</sup>  |
|        | 15             | 12.32±0.23 <sup>Dc</sup>  | 12.81±0.28 <sup>Cc</sup>  | 13.41±0.30 <sup>Bab</sup> | 14.09±0.39 <sup>Aa</sup>  |
| CIE b* | 1              | 9.78±0.42 <sup>Ca</sup>   | 10.09±0.30 <sup>Cbc</sup> | 11.54±0.29 <sup>Aa</sup>  | 10.90±0.29 <sup>Bab</sup> |
|        | 3              | 9.22±0.28 <sup>Cb</sup>   | 10.35±0.27 <sup>Bb</sup>  | 11.02±0.27 <sup>Ab</sup>  | 10.34±0.26 <sup>Bc</sup>  |
|        | 6              | 9.05±0.22 <sup>Cb</sup>   | 10.31±0.37 <sup>Bb</sup>  | 10.66±0.32 <sup>Bc</sup>  | 11.08±0.38 <sup>Aa</sup>  |
|        | 10             | 8.84±0.23 <sup>Bbc</sup>  | 10.99±0.34 <sup>Aa</sup>  | 11.09±0.13 <sup>Ab</sup>  | 10.90±0.22 <sup>Aab</sup> |
|        | 15             | 8.62±0.46 <sup>Cc</sup>   | 9.82±0.28 <sup>Bc</sup>   | 10.68±0.30 <sup>Ac</sup>  | 10.55±0.33 <sup>Abc</sup> |

All values are means±SD.  
 Control : No antioxidant.  
 T1 : Vitamin C treatment.  
 T2 : Ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
 T3 : Vitamin C and ethanol extracts of *B. polyfermenticus* SCD treatment.  
<sup>a-c</sup> Means in the same column with different letters are significantly different( $p < 0.05$ ).  
<sup>A-D</sup> Means in the same row with different letters are significantly different( $p < 0.05$ ).

조구와 비타민 C를 첨가한 처리구(T1)가 56.26~58.34이었고 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 T2, T3 처리구는 54.55~56.32을 나타내며, T1과 T2, T3사이의 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 저장기간 동안 비타민 C가 함유된 T1과 T3의 처리구의  $a^*$ -값은 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 이는 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물이 진갈색을 지니고 있고 비타민 C의 경우 육제품에서 metmyoglobin의 함량을 줄여 적색도를 안정화시키는 기능이 있기 때문이다(Djenane *et al.*, 2003; Naveena *et al.*, 2006). 10, 15일에 대조구의  $a^*$ -값이 낮아졌으나 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물을 첨가한 T2, T3 처리구는 일정하게 유지되었다.  $b^*$ -값은 6일까지는 증가하며 그 이후 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ).

## 요 약

본 연구에서 대조구는 항산화제를 첨가하지 않았고, ascorbic acid(0.06%)를 첨가한 처리구(T1), *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물(5%)을 첨가한 처리구(T2)와 ascorbic acid(0.03%) 및 *B. polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물(2.5%)를 첨가한 처리구(T3)로 구분하여 실험을 실시하였다. 비타민 C 혹은 *B. polyfermenticus* SCD의 ethanol 추출액을 첨가한 떡갈비는 저장성이 향상되었다. 특히 지질산패도의 경우 처리구들은 대조구에 비하여 현저히 낮은 값을 보였을 뿐만 아니라, *B. polyfermenticus* SCD의 에탄올 추출물을 첨가한 처리구가 가장 낮은 값을 나타냈다. 휘발성 염기태질소값은 항산화제를 넣은 모든 처리구에서 낮은 결과를 보였다. 따라서, 기존에 많은 연구를 통해 항산화제로 많이 쓰여지고 있는 비타민 C와 더불어 *B. polyfermenticus* SCD의 에탄올 추출물이 뛰어난 천연항산화 능력을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 지원을 받아 2006년도 바이오그린21 사업을 통해 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Chang, S. S., Matijasevic, B. O., Hsieh, O. L., and Huang, C. L. (1997) Natural antioxidants from rosmary and sags. *J. Food Sci.* **42**, 1102-1106.
- Choi, S. H., Kwon, H. C., An, D. J., Park, J. R., and Oh, D. H. (2003) Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 299-308.
- Djenane, D., Sanchez-Escalante, A., Beltran, J. A., and Roncales, P. (2001) Extension of retail display life of fresh beef packaged in modified atmosphere by varying lighting conditions. *J. Food Sci.* **66**, 181-186.
- Egan, A. F., Ford, A. L., and Shay, B. J. (1980) A comparison of *Brochothrix thermosphacta* and *Lactobacilli* as a spoilage organism of vacuum packaged sliced luncheon meats. *J. Food Sci.* **45**, 1745-1748.
- Elliott, C. O. (1983) Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat. *J. Food Protect.* **46**, 444-452.
- Food Code. (2002) Meat product. Korea Food & Drug Administration. p. 220.
- Goddard, B. L., Mikel, W. B., Conner, D. E., and Jones, W. R. (1996) Use of organic acids to improve the chemical, physical, and microbial attributes of beef strip loins stored at  $-1^{\circ}\text{C}$  for 112 days. *J. Food Protect.* **59**, 849-853.
- Heddur, M. J., Yoon, Y. C., and Paik, H. D. (2005) Probiotic functional dairy foods and health claims: An overview. *Food Sci. Biotechnol.* **14**, 523-528.
- Hettiarachchy, N. S., Glenn, K. C., Gnanasambandam, R., and Johnson, M. G. (1996) Natural antioxidant extracts from fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*) for ground beef patties. *J. Food Sci.* **61**, 516-519.
- Higdon, J. V. and Frei, B. (2003) Tea catdchins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **43**, 89-143.
- Ho, C. P., McMillin, K. W., and Huang, N. Y. (1996) Ground beef lipid, color and microsomal stability in gas exchange modified atmosphere packaging. Proceedings, 1996 IFT annual meeting, New Orleans, LA, USA. p. 162.
- Jun, K. D., Lee, K. H., Lee, Kim, W. S., and Paik, H. D. (2000) Microbiological identification of medical probiotic biapan strain. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **28**, 124-127.
- Jung, I. C., Kang, S. J., Kim, M. S., Yang, J. B., and Moon, Y. H. (2003) Effects of carcass grade and addition of mugwort powder on the storage stability of pork sausage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 285-291.
- Kailasapathy, K. and Chin, J. (2000) Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immu-*

- nol. Cell Biol.* **78**, 80-88.
15. Kim, G. I. (1999) Effects of added pork and lard on quality and shelf life of beef hamburger patties. *Master thesis*, Konkuk Univ., Seoul, Korea.
  16. Kim, I. H., Park, M. S., and Ji, G. E. (2003) Characterization of adhesion of *Bifidobacterium* sp. BGN4 to human enterocyte-like Caco-2 cells. *J. Microbiol.* **13**, 276-281.
  17. Kim, W. J., Hong, S. S., and Cha, S. K. (1994) Selection of human-originate *Lactobacillus acidophilus* for production of probiotics. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **4**, 151-154.
  18. Kimoto, H., Kurisaki, J., Tsuji, N. M., Ohmomo, S., and Okamoto, T. (1999) *Lactococci* as probiotic strains: adhesion to human enterocyte like Caco-2 cells and tolerance to low pH and bile. *Lett. Appl. Microbiol.* **29**, 313-316.
  19. Koo, Y. B. (1989) Effects of cooking and packaging method on physico-chemical and rheological properties of hamburger patties during frozen storage periods. *Master thesis*, Konkuk Univ., Seoul, Korea.
  20. Kopp-Hoolihan, L. (2001) Prophylactic uses of probiotics: A review. *J. Am. Diet Assoc.* **101**, 229-329.
  21. Lamkey, J. W., Leak, F. W., Tuley, W. B., Johnson, D. D., and West, R. L. (1991) Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J. Food Sci.* **56**, 220-227.
  22. Lee, K. H., Jun, K. D., Jun, W. D., Kim, W. S., and Paik, H. D. (2000) Partial characterization of polyfermenticus SCD, a newly identified bacteriocin of *Bacillus polyfermenticus*. *Lett. Appl. Microbiol.* **32**, 146-151.
  23. McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B., and Buckley, D. J. (2001) Evaluation of the antioxidant potential of natural food plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Sci.* **57**, 45-52.
  24. McCune, L. M. and John, T. (2002) Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous peoples of the north american boreal forest. *J. Ethnopharmacol.* **82**, 197-205.
  25. Mitosumoto, M., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., and Scheller, K. K. (1991) Pigment stability improvement in beef steaks by ascorbic acid application. *J. Food Sci.* **56**, 857-858.
  26. Naveena, B. M., Muthukumar, M., Sen, A. R., Babji, Y., and Murthy, T. R. K. (2006) Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. *Meat Sci.* **74**, 409-415.
  27. Paik, H. D., Park, J. S., and Park, E. (2005) Effects of *Bacillus polyfermenticus* SCD on lipid and antioxidant metabolisms in rats fed and high-cholesterol diet. *Biol. Pharm. Bull.* **28**, 1270-1274.
  28. Park, J. G., Her, J. H., Li, S. Y., Cho, S. H., Youn, S. K., Choi, J. S., Park, S. M., and Ahn, D. H. (2005) Study on the improvement of storage property and quality in the traditional seasoning beef containing medicinal herb extracts. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 113-119.
  29. Reid, G., Sanders, M. E., Gaskins, H. R., Gibson, G. R., Mercenier, A., Rastall, R., Roberfroid, M., Rowland, I., Cherbut, C., and Klaenhammer, T. R. (2003) New scientific paradigms for probiotics and prebiotics. *J. Clin. Gastroenterol.* **37**, 105-118.
  30. Romond, M. B., Yazourh, A., and Romond, C. (1997) Cell free wheys from bifidobacteria fermented milks exert a regulatory effect on intestinal microflora mice and humans. *Anaerobe* **3**, 137-143.
  31. Rossel, J. B. (1994) Measurements of rancidity. In: Rancidity in foods, 3rd ed, Allen, J. C. (ed.), and Hamilton, R. J., pp. 22-53.
  32. SAS. (1999) SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  33. Shahid, F. and Wanasundara, P. K. J. P. D. (1992) Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **32**, 67-103.
  34. Shahidi, F., Rubin, L. J., and Wood, D. F. (1987) Control of lipid oxidation in cooked ground pork with antioxidants and dinitrosyl ferrohemochrome. *J. Food Sci.* **52**, 564-567.
  35. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., and Dugan, L. R. (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chemists Soc.* **37**, 44-47.
  36. Tichivangana, J. Z. and Morrissey, P. A. (1985) Metmyoglobin and inorganic metals as prooxidants in raw and cooked muscle system. *Meat Sci.* **15**, 107-116.
  37. Yanishlieva, N. V. and Marinova, E. M. (2001) Stabilization of edible oils with natural antioxidants. *European J. Lipid Sci. Technol.* **103**, 752-767.

38. Zandi, P. and Gondon, M. H. (1999) Antioxidant activity of extracts from old tea leaves. *Food Chem.* **64**, 285-288.

105-111.

39. 高坂和久 (1975) 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業* **18**,

(2006. 11. 16. 접수 ; 2006. 12. 17. 채택)