

렌틸과 백년초의 첨가가 소시지의 저장 안정성에 미치는 영향

이남혜^{1,2} · 박민춘¹ · 노단비² · 육홍선^{2†}

¹국방기술품질원, ²충남대학교 식품영양학과

The Addition Effect of Lentil and *Opuntia ficus-indica* on Storage Stability for Sausages

Namrye Lee^{1,2} · Man Chun Park¹ · Dan Bee Noh² · Hong Sun Yook^{2†}

¹Defense Agency for Technology and Quality, Daejeon, 35409, Korea

²Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

Abstract

This study was carried out to clarify the addition effects of lentil and *Opuntia ficus-indica* instead of nitrite on storage stability for sausages. The antioxidant activity, acid value, peroxide value, volatile basic nitrogen and total aerobes were determined. As the concentration of lentils and *Opuntia ficus-indica* increased, total polyphenol and DPPH radical scavenging effects increased significantly. The F6 batch which had the maximum concentration of lentil and *Opuntia ficus-indica*, had the highest polyphenol value and DPPH radical scavenging effects. In addition, lentil and *Opuntia ficus-indica* supplementation lowered acidity, peroxide value and volatile basic nitrogen of sausages. Therefore, addition of lentil and *Opuntia ficus-indica* showed inhibition effects on lipid oxidation and protein deterioration of sausages. Also, *Opuntia ficus-indica* dropped pH, while lentil raised the pH. Bacterial counts didn't have an effect with the concentration of lentil and *Opuntia ficus-indica* on initial storage day. Overtime, the bacterial growth in the supplemented sausage group was less than the growth in no supplementation sausages. These results indicate that the addition of lentil and *Opuntia ficus-indica* increase antioxidative activity and inhibit lipid oxidation, protein deterioration and microbial growth. Lentil and *Opuntia ficus-indica* are useful materials in sausage production.

Key words: lentil, *Opuntia ficus-indica*, sausage, antioxidative activity, storage stability

I. 서론

식육 제품은 단백질, 지방, 필수지방산, 비타민, 그리고 미네랄 등의 중요한 영양원이다. 고기와 육제품의 소비가 증가함으로써, 소비자들은 지방과 콜레스테롤 함량의 저하, 소금과 아질산염의 함량감소, 그리고 지방산조성의 개선과 건강을 강화할 수 있는 요소를 함유한 육제품을 요구하고 있다(Lee JW 등 2013).

최근 건강식품의 하나로 알려진 렌틸은 렌즈콩이라고도 불리우며 red, green, black의 3종류가 있고 미국 건강전문지인 헬스지가 세계 5대 건강식품중의 하나로 선정하였다. 인도, 유럽, 중동 등에서 재배되는 렌틸 콩은 지방이 적으면서 단백질과 콜레스테롤 수치를 낮추는 섬유질이 풍부 하며 심장병, 암, 노화 방지에 도움을 주는 항

산화제 역할을 한다(Ning Wang & James K Daun 2006, Johnson CR 등 2013). 렌틸의 수용성 식이섬유는 혈당 수치를 안정되게 하여 당뇨에 좋고 콜레스테롤 저하, 심혈관 질환 등을 예방한다고 한다(TH Hefnawy 2011). 렌틸은 다른 콩에 비해 물에 불릴 필요가 없으며 빠른 요리가 가능한 우수한 식물 단백질원으로 소개되었으며(American Running Association 2009) 최근 국내에서도 렌틸을 이용한 렌틸 카레, 렌틸 두유 등의 제품들이 판매되기 시작했다. 지방이 적고 단백질 함량이 높고 섬유질이 많으면서 항산화성이 있는 렌틸은 소비자가 요구하는 지방함량의 저하, 건강을 강화할 수 있는 요소를 함유하고 있으며 특히 red 렌틸은 소시지의 붉은 색을 나타낼 수 있는 요소까지 가지고 있다.

백년초는 손바닥선인장으로 불리우며 *Opuntia ficus indica*를 기원으로 하고 전 세계적으로 4,000종이 존재하고 있으며 우리나라는 주로 제주도에서 재배되고 있다(Seo KI 등 1999, Lee SO 등 2006). 백년초는 건조한 기후에 적응력이 매우 뛰어난 식물로 사막 여러 국가에서 잼, 젤리, 주스 등과 같은 다양한 가공식품이 개발되어

†Corresponding author: Hong-Sun Yook, Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34134, Korea
Tel: +82-42-821-6840
Fax: +82-42-821-8887
E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr

왔다. 백년초의 붉은색은 천연 발색제 중 하나로 알려진 레드비트와 유사한 베타시아닌과 베타잔틴을 함유하고 있으며 베타시아닌 성분은 pH에 의한 변색으로부터 매우 안정하여 미국식품의약청(FDA)의 허가 아래, 현재 빙과류 등 다양한 식품의 색소로 이용되고 있다(Lee SO 등 2006). 백년초는 열매를 80% 메탄올 추출시 총페놀은 4.42 mg/g, 총플라보노이드는 1.47 mg/g이며 *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *E. coli* O157, *Salmonella*에 항균활성이 있는 것으로 연구되었다(Jeon YH 등 2012). 백년초는 소시지의 붉은 색을 낼 수 있는 적색소를 가지고 있으면서 항산화 및 항균활성을 가지고 있어 소시지의 아질산염을 저감할 수 있는 요소를 가지고 있다.

전보(Lee NR 등 2015)에서 렌틸과 백년초를 소시지에 첨가하여 이화학 및 관능 특성 등을 연구한 결과, 무첨가 소시지에 비해 맛과 질감 등이 우수하고 아질산염 첨가 소시지에서 나타나는 적색도와 유사한 적색이 나타나는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 렌틸과 백년초에 의해 나타나는 저장 안정성을 알아보기 위하여 일반적으로 소시지의 발색과 *Clostridium Botulinum* 증식억제 등을 위해 첨가하는 아질산염을 첨가하지 않았다. 그리고 저장안정성에 대한 평가요소로서 소시지의 품질저하의 원인이 되는 지방산패 및 단백질 변패, 세균증식 억제 등에 대해 실험하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

백년초는 제주선인장 마을(Jeju, Korea)에서 재배한 2014년산 생 열매를 구입하였으며 Shin EH 등(2011)의 연구결과에 따라 70% 에탄올(Samchun Chemicals, Pyungtaek, Korea)로 24시간 침지하여 추출하였으며 추출 후 여과하고 감압농축을 실시하여 20 brix로 맞추었다. 소시지 제조에 사용한 돼지고기는 SK 축산(Nonsan, Korea)에서 첨

가물은 비에치푸드(주)(Gunpo, Korea)를 통해 구입하여 사용하였다. 소시지 제조용 돼지고기는 최대한 표면 지방을 제거하여 투입하였으며 제거된 지방 대신 10%의 지방을 별도로 투입하여 지방함량이 최대한 균일하도록 하였다. 돼지고기를 대체하기 위해 사용한 렌틸은 red 색상의 통렌틸로 조은약초(Seoul, Korea)에서 호주산을 구매하여 사용하였다.

2. 시료의 제조

렌틸과 백년초 추출물을 첨가한 소시지 제조는 예비실험을 통해 Table 1의 배합비로 제조하였다. 대조군의 돼지고기 함량은 80% 기준으로 하였으며 처리군의 돼지고기는 소시지 식품유형을 고려하여 최소 70%를 맞추었고 나머지 30%에 대해 렌틸과 백년초 에탄올 추출물을 포함한 첨가물의 배합량을 고려하여 제조하였다. 첨가물은 모든 시료에 동일하게 총 4.81%를 첨가하였다. 첨가물의 종류는 정제소금(HanJusalt Co. Ltd, Ulsan, Korea) 1.5%, 미트프로엠(Meattek Korea, Jincheon, Korea) 0.5%, 인산염(Aditya Birla Chemicals Ltd, Samut Prakan, Thailand) 0.3%, 카제인나트륨(Lactoprot Deutschland GmbH, Kaltenskirchen, German) 0.5%, 대두단백(Archer Daniels Midland, Chicago, IL, USA) 1%, L-아스코르브산나트륨(Zhejiang Jiangshan Chemical Co. Ltd., Shanghai, China) 0.05%, 백설탕(TS Corp, Seoul, Korea) 0.8%, L-글루탐산나트륨(CJ Cheiljedang Corp, Incheon, Korea) 0.15%, 바이오헥산아이지(CJ Cheiljedang Corp, Incheon, Korea) 0.01%를 사용하였다. 렌틸과 백년초에 의해 나타나는 저장 안정성을 알아보기 위해 아질산염을 첨가하지 않았다. 렌틸은 돼지고기 함량만큼 렌틸로 대체하였으며 백년초 에탄올 추출물은 함수량을 고려하여 첨가량만큼 냉수 함량을 조절하였다. 백년초 에탄올 추출물의 첨가량은 Seo KI 등(1999)과 Lee YS 등(2011)의 결과를 참고하여 항균효과가 있다고 하는 3%(v/v)의 농도로 정하였다.

Table 1. Experimental design and ingredients used

Ingredients	Treatments					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Pork ham meat (w/w%)	70	65	60	70	65	60
Pork back fat (w/w%)	10	10	10	10	10	10
Lentil (w/w%)	0	5	10	0	5	10
<i>Opuntia ficus-indica</i> Ethanol Extract (v/v%)	0	0	0	3	3	3
Cold water (v/v%)	15.19	15.19	15.19	12.19	12.19	12.19
Food additives (w/w%) ¹⁾	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81
Total	100	100	100	100	100	100

¹⁾ Refined salt 1.5%, meatprom 0.5%, sodiumpolyphosphate 0.3%, sodium caseinate 0.5%, soy protein 1%, L-ascorbic acid sodium salt 0.05%, white sugar 0.8%, monosodiumglutamate 0.15%, disodium 5-ribonucleotide 0.01%

렌틸은 예비실험을 거쳐 80°C의 끓는 물에 20분 열처리하여 준비하였고 돼지고기는 돼지 후지와 지방을 8 mm 크기로 분쇄한 후 렌틸과 함께 다시 분쇄하였다. 분쇄된 돈육과 지방에 Table 1에 따라 정제소금, 인산염 등의 첨가물을 투입하여 1차 교반한 후 백년초 추출물을 투입하여 2차 교반하고 케이싱에 충전하였다. 충전 후 85°C에서 50분간 살균처리 한 후 소시지의 내부온도를 맞추기 위해 냉수에서 약 40°C가 될 때까지 냉각하고 진공포장한 후 4°C에서 30일 동안 보관하면서 10일 간격으로 측정하였다.

3. 총 폴리페놀 측정

총 폴리페놀 화합물은 Folin-Ciocalteu reagent(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 이용한 Folin-Denis 방법(Cho HS 등 2007)을 이용하였다. 시료용액은 소시지에 70% 에탄올을 넣은 후 균질화하여 shaking incubator (24°C, 100rpm, 24 hr)에서 소시지를 추출하였고 여과한 후 시료로 사용하였다. 시료 0.2 mL와 Folin-Ciocalteu's pehnol reagent 0.2 mL를 첨가하여 3분간 실온에서 반응시킨 후, 10 % (w/v) Na₂CO₃(Samchun pure chemical Co., LTD, Anyang, Korea) 용액 3 mL를 가하여 암실에서 1시간 동안 방치 후 상등액을 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 이용한 검량선(R²=0.9962)에 적용하여 흡광도를 계산하였다.

4. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼에 대한 소거능은 Blois의 방법(Cho HS 등 2007)을 변형하여 측정 하였다. 시료 용액은 총 페놀 함량 측정에 이용한 것과 같은 것을 사용하였다. 증류수에 농도별로 희석한 시료 1 mL에 0.2 mM의 DPPH 용액(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 vortex mixer(V-32, Grant Instruments, Cambridge, UK)로 10초간 진탕 한 후 암실에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 100-[(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100] 으로 유리 라디칼 소거 활성을 계산하였다.

5. pH 측정

소시지의 pH는 소시지 10 g에 증류수 95 mL를 넣고, 충분히 교반시킨 후 pH meter(720P, iSTeK, Seoul, Korea)로 상온에서 3회 반복 측정 평균하였다.

6. 산가 측정

산가는 식품공전 시험법(Korean Food and Drug Administration 2008)을 적용하여 분석하였다. 소시지에서

추출한 유지를 ethyl ether 와 ethyl alcohol을 1:1의 비율로 혼합한 용액에 용해시킨 후 1% 페놀프탈레인 용액을 혼합한다. 가열 교반기 위 에 올리고 옅은 홍색이 30초간 지속할 때 까지 0.1N KOH 용액(Samchun Chemicals, Pyungtaek, Korea)으로 적정하여 구하였다.

7. 과산화물가 측정

과산화물가는 식품공전(Korean Food and Drug Administration 2008) 시험법으로 분석하였다. 소시지로부터 추출한 유지를 초산-클로로포름 용액(3:2) 25 mL에 녹이고 포화요오드칼륨 용액을 가해 섞은 다음 암소에서 5분간 방치한 후 증류수를 넣고 교반했다. 1% 전분용액을 지시약으로 첨가하고 0.01 N 티오황산나트륨 용액(Samchun Chemicals, Pyungtaek, Korea) 으로 청색이 소실될 때까지 적정하여 계산하였다.

8. 휘발성염기질소 측정

휘발성염기질소(volatilic basic nitrogen, VBN)은 식품공전(Korean Food and Drug Administration 2008) 시험법을 적용하였다. 시료 10 g을 취하여 증류수 80 mL를 가하고 잘 흔들어 주면서 30분간 방치한 후 단백질 침전을 위하여 20% trichloroacetic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 용액 10 mL를 가하고 10분간 방치 후 원심 분리하여 상등액을 시험용액으로 사용하였다. Conway 용기 내실에 0.01 N 붕산(Samchun Chemicals, Pyungtaek, Korea) 용액 1 mL를, 외실에는 시험용액 1 mL를 정확하게 가한 다음 외실에 K₂CO₃ 용액 1 mL를 재빨리 주입하고 바로 밀폐하였다. 외실 중의 시험용액과 알칼리 용액을 잘 혼합하고 unit을 37°C의 항온기(HS-CWB-33, Hansol Tech, Seoul, Korea)에서 80분간 정지한 후 내실의 붕산액을 0.01 N HCl 용액으로 적정하여 휘발성 염기태 질소화합물의 양을 구하였다.

9. 총균수 측정

저장기간에 따른 미생물 증식을 확인하기 위해 총균수(total aerobes)의 변화를 측정하였다. 시료를 채취할 때 사용된 도구 및 용기와 실험과정에서 이용 되는 모든 배지 및 기구는 121°C에서 15분간 가압, 가열하여 무균 처리하였다. 시료 5 g을 무균적으로 취하여 filter가 내장된 stomacher bag(B01348WA, Nasco, Fort Atkinson, WI, USA)에 넣고 멸균 생리식염수 45 mL를 가하여 2분 동안 균질화 시킨 후 여과액을 10배 희석법으로 희석하여 균수를 측정하였다. 총균수는 petrifilmTM aerobic count plate (3M, Maplewood, MN, USA) 중앙에 시료 1 mL를 수직으로 접종한 후 32°C에서 48시간 배양하여 나타난 colony의 수를 측정하였다.

10. 통계분석

결과 분석은 SPSS 프로그램(IBM SPSS statistics 20, Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균±표준편차를 산출하였으며 렌틸과 백년초 첨가에 따른 품질 특성의 변화와 저장기간에 따른 변화는 일원배치 분산분석으로 처리하였고, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 시료간의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총 폴리페놀

렌틸과 백년초 첨가에 의해 나타나는 소시지의 항산화 효능을 알아보기 위해 농도별로 첨가한 6종 소시지의 총 폴리페놀함량은 Table 2와 같다. 렌틸 첨가량 증가(0%, 5%, 10%) 및 백년초 첨가량 증가(0%, 3%)에 따라 총 폴리페놀 함량은 유의적 증가를 보였다($p < 0.05$). 저장 초기 대조군(F1)의 총 폴리페놀 함량이 38.52±1.08 mg GAE/mL인 것에 비해 렌틸 10% 첨가구(F3)는 85.99±0.67 mg GAE/mL를 나타내었고 백년초 3% 첨가구(F4)는 67.93±2.03 mg GAE/mL를 보였다. 렌틸과 백년초 함량이 가장 많은 F6의 총 폴리페놀 함량은 91.77±0.45 mg GAE/mL로 처리구중에서 가장 많았다. 그러나 백년초와 렌틸 혼합 첨가구에서 나타나는 총 폴리페놀 함량은 렌틸 10% 단독 첨가구에 비해 증가폭이 크지 않았다. 렌틸과 백년초에 함유된 성분간의 상호작용에 기인하는 것으로 추정되었으며, 앞으로 이에 대한 연구가 필요하다. 백년초 3% 첨가가 소시지의 총 폴리페놀 함량 증가에 미치는 영향이 크지는 않았으나 전보(Lee NR 등 2015)에서 나타난 것과 같이 백년초는 소시지의 적색도를 상당히 높여주었다. Han H & Baik BK(2008)과 Oomah BD 등(2011)은 렌틸의 총 폴리페놀함량은 11.8~20.83 mg/g이라고 하였고 Lee YC 등(1997)과 Shin EH 등(2011)은 백년초의 총 페놀 함량은 2.21~4.97 mg/g이라고 하여 렌틸이 백년초 보다 항산화 물질 함량이 높은 것을 알 수 있었다. 저장기

간이 경과함에 따라 총 폴리페놀 함량은 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 30일 저장기간 내내 대조군이 가장 페놀함량이 적었으며 렌틸과 백년초 함량이 가장 많은 F6가 가장 많은 페놀함량을 유지하였다. 또한, 렌틸과 백년초 함량이 8~13%로 많이 함유된 F3, F5, F6는 저장 10일까지 유의차를 보이지 않았으며 20일 경과부터 유의차를 나타내었다($p < 0.05$). 페놀성 화합물은 수소원자를 자유 라디칼에 제공하여 자유 라디칼과 산소와의 반응을 억제시켜 자유 라디칼을 안정화하여 산화를 억제한다(Lee JH & Chin KB 2012). 페놀 화합물은 함량이 많을수록 항산화 활성이 높으며 플라보노이드류는 polyphenolic substance로서 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되고 이들의 구조적 차이에 따라 과산화 지질 생성 억제 등의 생화학적 활성에 영향을 준다(Shin EH 등 2011).

2. DPPH 라디칼 소거능

항산화작용의 지표로 사용되고 있는 DPPH 라디칼 소거능은 DPPH가 짙은 자주색을 띠는 비교적 안정한 자유 라디칼로 polyhydroxy 방향족, 방향족 아민류 등 시료에 의한 환원반응을 측정함으로써 전자 공여능의 차이를 측정하는 것이다(Lee JW 등 2013). 각각의 농도로 렌틸과 백년초 추출물을 첨가하여 가열 처리 한 후 소시지를 25°C 저장하면서 DPPH의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 총 폴리페놀 함량 측정결과와 마찬가지로 렌틸과 백년초 첨가구는 무첨가구(F1)에 비해 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었다. 렌틸 첨가량이 많을수록, 백년초의 첨가량이 많을수록 DPPH 라디칼 소거능이 높아졌으며 렌틸과 백년초 첨가량이 가장 많은 F6의 DPPH 라디칼 소거능이 가장 높았다. 대조군(F1)은 18.74%이고 렌틸 10% 첨가구는 88.82%, 백년초 3% 첨가구는 63.40%, 렌틸과 백년초 함량이 13%로 가장 많은 F6는 92.05%를 나타내었다. 카르노스산을 첨가한 소시지(Lee JW 등 2013)도 첨가물의 양이 증가할수록 전자 공여 활

Table 2. Total polyphenol of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* ethanol extract (%)

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	38.52±1.08 ^{A2)B3)}	79.01±0.20 ^{Ad}	85.99±0.67 ^{Ab}	67.93±2.03 ^{Ac}	83.61±1.06 ^{Ac}	90.77±1.05 ^{Aa}
10	30.64±1.75 ^{Bf}	74.98±1.89 ^{Bd}	85.35±0.84 ^{Ab}	63.31±2.60 ^{Be}	82.37±1.39 ^{Ac}	89.74±1.36 ^{Aa}
20	15.04±1.18 ^{Cc}	55.73±0.76 ^{Cd}	80.71±0.61 ^{Bb}	57.00±2.00 ^{Cd}	63.41±1.14 ^{Be}	84.17±0.52 ^{Ba}
30	12.15±1.80 ^{Df}	52.60±1.55 ^{Dd}	79.25±0.59 ^{Cb}	50.15±1.71 ^{De}	61.23±1.02 ^{Cc}	81.90±0.62 ^{Ca}

¹⁾ See the treatments are the same as in Table 1.

²⁾ A~D Values with different letters within a column differ significantly ($p < 0.05$).

³⁾ a~f Values with different letters within a row differ significantly ($p < 0.05$).

⁴⁾ All values are Mean±SD (n=3).

Table 3. DPPH radical scavenging activity of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* ethanol extract (%)

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	18.74±2.07 ^{A2)F3)}	71.12±1.19 ^{Ad}	87.82±0.69 ^{Ab}	63.40±1.87 ^{Ac}	81.91±1.63 ^{Ac}	90.05±1.86 ^{Aa}
10	14.84±1.54 ^{Bf}	68.15±0.89 ^{Bd}	87.89±0.87 ^{Ab}	54.84±1.53 ^{Be}	83.21±1.54 ^{Ac}	89.05±1.47 ^{Aa}
20	11.27±0.36 ^{Ce}	62.04±0.67 ^{Cc}	82.85±0.34 ^{Ba}	49.93±1.88 ^{Cd}	79.27±1.25 ^{Bb}	84.05±1.63 ^{Ba}
30	9.12±0.59 ^{Df}	56.23±0.65 ^{Dd}	70.41±0.74 ^{Cb}	46.79±1.74 ^{Cc}	64.97±0.57 ^{Cc}	73.83±2.21 ^{Ca}

¹⁾ See the treatments are the same as in Table 1.

²⁾ A-D Values with different letters within a column differ significantly ($p<0.05$).

³⁾ a-f Values with different letters within a row differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ All values are Mean±SD (n=3).

성이 증가한다는 보고와 같은 결과를 나타내었으며 Shin EH 등(2011)은 총 페놀 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능 또한 증가한다고 하여 본 실험결과와 유사하였다. 저장기간이 경과함에 따른 소시지의 DPPH 라디칼 소거능도 총 폴리페놀 함량과 마찬가지로 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 렌틸과 백년초 함량이 8~13%인 F4, F5, F6은 페놀과 마찬가지로 저장 20일째부터 유의차를 나타내었다($p<0.05$). Hyung DG 등(2003)은 백년초에서 항산화성을 나타내는 성분을 백년초의 줄기 및 열매에서 분리한 flavonoids인 quercetin, (+)-dihydroquercetin, quercetin 3-methyl ether라고 하였고 전자공여능 측정결과 quercetin이 가장 높은 항산화활성을 나타내었다고 보고하였다. 렌틸과 같은 콩의 이소플라본은 항산화제로 심장병 발병위험 감소(Barnes S 등 2000), 지방 과산화 억제(Arora A 등 1998), 저밀도 지단백 산화억제(Kerry N & Abbey M 1998, Meng QH 등 1999) 등 다양한 활성을 나타낸다고 하여 소시지에 유의한 효과를 줄 것으로 보여진다.

3. pH

6종 소시지의 pH 측정결과는 Table 4와 같다. 렌틸 첨가에 의해 소시지의 pH가 유의적으로 높아졌으며 백년초 첨가에 의한 소시지의 pH는 유의적 감소를 보였다($p<$

0.05). 대조군의 pH가 6.13인 것에 비해 렌틸 10% 첨가구는 6.36을 보였고 백년초 3% 첨가구는 대조군보다 낮은 6.05를 나타내었다. 백년초에는 주로 citric acid, tartaric acid와 malic acid 등의 유기산이 많이 함유되어 소시지의 pH를 떨어뜨린 것으로 보인다. 복분자를 첨가한 돈육 패티(Park SY & Chin KB 2007)의 pH도 citric acid, succinic acid, fumaric acid와 같은 유기산에 의해 떨어졌다고 하였으며 감초와 강황(Cho SH 등 2006), 썩분말(Lee JR 등 2004), 오미자(Kim SM 등 2000), 키토산(Youn SK 등 2001)을 첨가한 소시지의 pH도 첨가물의 낮은 pH에 의해 소시지의 pH가 낮아졌다고 하였다. 저장기간이 경과함에 따라 소시지의 pH는 유의적인 감소 경향을 나타내었으나 30일 저장 기간 내내 렌틸 함량이 10%로 많은 F3가 가장 높은 pH를 나타내고 백년초 3%를 첨가한 F4가 가장 낮은 pH를 나타내었다. 저장기간 경과에 따른 소시지의 pH의 감소는 미생물 증식에 의한 축적 정도 등 여러 가지 요인에 의한 결과로 보고되었다(Kim SM & Cho YS 1999, Cho SH 등 2006).

4. 산가

6종 소시지의 산가 측정결과는 Table 5와 같다. 렌틸 첨가 및 백년초 첨가에 의해 소시지의 산가는 유의적으

Table 4. pH of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* Ethanol ethanol extract

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	6.13±0.03 ^{A2)c3)}	6.21±0.01 ^{Ab}	6.36±0.02 ^{Aa}	6.05±0.02 ^{Ad}	6.14±0.03 ^{Ac}	6.23±0.02 ^{Ab}
10	6.09±0.02 ^{Be}	6.17±0.02 ^{ABc}	6.29±0.02 ^{Ba}	6.01±0.02 ^{Bf}	6.13±0.03 ^{Ad}	6.21±0.01 ^{Ab}
20	6.04±0.03 ^{Cb}	6.03±0.02 ^{Cb}	6.13±0.03 ^{Ca}	5.58±0.02 ^{Cd}	5.85±0.03 ^{Bc}	5.92±0.10 ^{Bc}
30	5.99±0.03 ^{Da}	5.89±0.02 ^{Db}	6.03±0.03 ^{Da}	5.34±0.02 ^{Dd}	5.79±0.02 ^{Cc}	5.83±0.04 ^{Cc}

¹⁾ See the treatments are the same as in Table 1.

²⁾ A-D Values with different letters within a column differ significantly ($p<0.05$).

³⁾ a-f Values with different letters within a row differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ All values are Mean±SD (n=3).

Table 5. Acid value of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* ethanol extract (KOH mg/g)

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	0.74±0.03 ^{D2a3)}	0.67±0.02 ^{Cc}	0.65±0.01 ^{Ccd}	0.72±0.01 ^{Cb}	0.67±0.02 ^{Cc}	0.62±0.02 ^{Cd}
10	0.81±0.03 ^{Ca4)}	0.69±0.01 ^{Ccd}	0.66±0.02 ^{Cde}	0.73±0.01 ^{Cb}	0.69±0.01 ^{Cc}	0.64±0.02 ^{Ce}
20	0.89±0.02 ^{Ba}	0.79±0.01 ^{Bb}	0.71±0.03 ^{Bd}	0.81±0.02 ^{Bb}	0.75±0.02 ^{Bc}	0.67±0.01 ^{Be}
30	1.01±0.04 ^{Aa}	0.97±0.04 ^{Abc}	0.81±0.03 ^{Ad}	0.98±0.02 ^{Ab}	0.92±0.02 ^{Ac}	0.71±0.02 ^{Ac}

¹⁾ See the treatments are the same as in Table 1.

²⁾ A-D Values with different letters within a column differ significantly ($p<0.05$).

³⁾ a-e Values with different letters within a row differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ All values are Mean±SD (n=3).

로 감소하였다($p<0.05$). 저장초기 대조군의 산가는 0.74 KOH mg/g이었으며 렌틸 5% 첨가구(F2)는 0.67 KOH mg/g, 백년초 3% 첨가구(F4)는 0.72 KOH mg/g을 나타내어 백년초보다 렌틸이 지방산패 억제효과가 더 있었다. 렌틸과 백년초 첨가량이 가장 많은 F6는 0.62 KOH mg/g을 나타내어 첨가량이 많을수록 지방산패 억제효과가 가장 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 총페놀 함량이 가장 많을수록 DPPH 라디칼 소거능이 높은 것과 유사한 결과로 보여진다. 렌틸과 백년초 첨가구는 저장 10일 까지 유의차가 없었으나 저장 20일 경과부터 유의적으로 높아졌는데 저장기간이 경과함에 따라 산가가 증가하는 것은 지방분해효소 또는 미생물 대사에 의한 지방산패로 인한 것이라 하였다(Brewer MS 등 1992, Park WY & Kim YJ 2009). 식품의 저장 중에 일어나는 지방의 산화는 영양가의 저하와 산화에 의해 생성되는 알데하이드, 과산화물, 과산화수소와 알코올 등은 인체에 독성물질이 될 수 있고, 암의 유발, 노화를 촉진할 수 있다고 하였다(Lee JW 등 2013).

5. 과산화물가

렌틸과 백년초에 의한 과산화 지질 억제효과를 알아보기 위한 6종 소시지의 과산화물가 측정결과는 Table 6과

같다. 소시지의 과산화물가는 산가와 마찬가지로 렌틸과 백년초 첨가에 따라 유의적으로 낮아졌으며 렌틸과 백년초 함량이 가장 많은 F6의 과산화물가 함량이 가장 적었다. 대조군은 3.89 meq/kg을 나타내었고 F2(렌틸 5%)는 3.67 meq/kg, F4(백년초 3%)는 3.81 meq/kg, F6(렌틸 10%+백년초 3%)는 2.42 meq/kg을 나타내어 백년초 보다는 렌틸이 과산화물가 억제효과가 더 우수하고 함량이 많을수록 효과가 더 크게 나타남을 알 수 있었다. 저장기간이 경과함에 따른 과산화물가는 모든 시료에서 저장초기부터 유의적으로 높아졌다($p<0.05$). 강황 분말(Yun EA 등 2013), 마늘즙과 양파즙(Park WY & Kim YJ 2009)을 첨가한 소시지도 강황, 마늘즙, 양파즙의 첨가로 산가와 과산화물가 함량이 낮아졌으며, 마늘과 양파에 함유되어 있는 polyphenols과 flavonoid 등의 항산화 성분에 의한 것이라 하였다. 렌틸의 DPPH 라디칼 소거능은 147.0~156.3 $\mu\text{g TEAC/g}$ 이라고 하였으며 지질 과산화 억제능은 1,782.3~1,338.8 $\mu\text{g quercetin/g}$ 으로 높은 항산화능과 지질 과산화 억제능을 가진 것으로 조사되었다(Han H & Baik BK 2008).

6. 휘발성염기질소(VBN)

렌틸과 백년초의 첨가에 의한 소시지의 단백질 변패

Table 6. Peroxide value of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* ethanol extract (meq/kg)

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	3.89±0.27 ^{D2a3)}	3.67±0.11 ^{Da}	2.97±0.11 ^{Dc}	3.81±0.05 ^{Da}	3.26±0.15 ^{Db}	2.42±0.21 ^{Dd}
10	4.83±0.12 ^{Ca}	4.46±0.14 ^{Cbc}	3.89±0.15 ^{Cd}	4.61±0.10 ^{Cab}	4.23±0.14 ^{Cc}	3.21±0.29 ^{Ce}
20	6.25±0.27 ^{Ba}	6.02±0.14 ^{Bab}	4.96±0.09 ^{Bc}	6.09±0.05 ^{Bab}	5.79±0.24 ^{Bb}	4.66±0.21 ^{Bd}
30	8.56±0.26 ^{Aa}	8.09±0.11 ^{Ab}	6.34±0.12 ^{Ad}	8.30±0.15 ^{Aab}	7.57±0.08 ^{Ac}	6.01±0.19 ^{Ac}

¹⁾ See the treatments are the same as in Table 1.

²⁾ A-D Values with different letters within a column differ significantly ($p<0.05$).

³⁾ a-e Values with different letters within a row differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ All values are Mean±SD (n=3).

억제효과를 알아보기 위한 6종 소시지의 VBN 측정결과는 Table 7과 같다. 저장 기간이 경과함에 따라 VBN 함량은 유의적 증가를 보였으나 저장 30일까지 10 mg%을 넘지 않았다. 식품공전(Korean Food and Drug Administration 2008) 원료육의 VBN 허용함량은 20 mg% 이하로 제한되어 있어 규격에 적합한 신선한 제품이었다. 흑마늘 추출물 첨가 소시지(Shin JH 등 2011), 곡류가루 첨가 소시지(Jang SM 등 2004), 카르노스산 첨가 소시지(Lee JW 등 2013)도 첨가물에 의해 저장기간이 경과함에 따라 VBN 억제 효과를 나타내었다고 하였다. 대조군(F1)은 30일 저장기간 동안 지속적인 증가를 보인 반면 렌틸과 백년초 함량이 많은 F3(렌틸 10%), F5(렌틸 5%+백년초 3%), F6(렌틸 10%+백년초 3%)는 저장 10일까지 유의차를 보이지 않았고 저장 20일 이후 유의적 증가를 보였다($p<0.05$). 렌틸과 백년초에 함유된 폴리페놀 등의 항산화물질에 의해 단백질 변패 억제효과를 나타내는 것으로 보인다. 육류의 저장 중 발생하는 근육내의 단백질 분해효소와 미생물이 분비하는 효소들에 의하여 근육 단백질이 아미노산으로 분해되고 다시 아미노산이 저분자의 무기태질소로 분해되는데, 특히 미생물의 오염도가 높을수록 VBN의 함량이 증가하게 된다고 한다(Tak SB 등 2005).

7. 총균수

렌틸과 백년초를 첨가한 6종 소시지의 총균수에 대한 측정결과는 Table 8과 같다. 저장 초기 렌틸과 백년초의 첨가에 따른 총균수는 2.05~2.34 log CFU/g이었으며 첨가량 증가에 따른 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 총균수의 유의차를 보이기 시작했는데 저장 10일째 총균수는 $F5<F3<F2$, $F6<F4<F1$ 의 순서로 나타났고 저장 20일째에는 $F4<F3<F2$, $F5<F1$ 의 순서로 나타났다. 그리고 저장 30일째 총균수는 $F4$, $F5$, $F6<F2$, $F3<F1$ 의 순서이었다. 저장기간 동안 첨가군이 무첨가군에 비해 미생물 억제효과가 있는 것을 알 수 있었으며 저장 30일째에는 렌틸 단독 첨가군 보다 렌틸과 백년초 혼합 첨가군의 미생물 억제효과가 더 있었다. 저장 30일째 까지 모든 첨가군의 총균수는 International Commission on Microbiological Specifications for Foods(1986)에서 제시하는 한계허용수준인 7 Log CFU/g에는 도달하지는 않았다. Seo KI 등(1999)과 Lee YS 등(2011)에 의하면 백년초 에탄올 추출물은 *Bacillus*, *E-Coli* 등 그람 양성균, 그람 음성균 모두에 대한 항균효과가 있으며 특히 백년초 95% 에탄올 추출물 3%(v/v)의 농도에서 *Stap. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *Bacillus cereus*, *S. typhimurium*에 대한 생육억제를 보였다고 보고하였다. 본 실험에서도 소시지

Table 7. VBN of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* ethanol extract (mg%)

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	4.91±0.20 ^{D2a3)}	4.73±0.19 ^{Ca}	3.72±0.23 ^{Dc}	4.70±0.21 ^{Da}	4.21±0.14 ^{Cb}	3.39±0.27 ^{Cd}
10	5.50±0.22 ^{Ca}	4.84±0.18 ^{Cb}	4.17±0.14 ^{Cd}	4.92±0.11 ^{Cb}	4.37±0.25 ^{Cc}	3.51±0.12 ^{Ce}
20	7.69±0.21 ^{Ba}	5.81±0.17 ^{Bc}	5.37±0.16 ^{Bd}	6.63±0.44 ^{Bb}	5.55±0.17 ^{Bd}	5.06±0.20 ^{Be}
30	9.72±0.28 ^{Aa}	7.48±0.29 ^{Ac}	7.22±0.59 ^{Acd}	8.28±0.22 ^{Ab}	7.36±0.14 ^{Acd}	6.77±0.20 ^{Ad}

- 1) See the treatments are the same as in Table 1.
- 2) A-D Values with different letters within a column differ significantly ($p<0.05$).
- 3) a-e Values with different letters within a row differ significantly ($p<0.05$).
- 4) All values are Mean±SD (n=3).

Table 8. Total bacterial cell count of sausages treated with lentil and *Opuntia ficus-indica* ethanol extract (log CFU/g)

Storage days	Treatments ¹⁾					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	2.34±0.19 ^{D2a3)}	2.08±0.23 ^{Da}	2.16±0.17 ^{Da}	2.32±0.09 ^{Da}	2.25±0.22 ^{Ca}	2.05±0.13 ^{Da}
10	3.55±0.10 ^{Ca}	2.72±0.21 ^{Cc}	2.52±0.24 ^{Ccd}	3.14±0.14 ^{Cb}	2.28±0.17 ^{Cd}	2.62±0.11 ^{Cc}
20	3.98±0.13 ^{Ba}	3.48±0.21 ^{Bb}	3.33±0.10 ^{Bbc}	3.12±0.22 ^{Bc}	3.49 ±0.17 ^{Bb}	3.15±0.19 ^{Bc}
30	5.92±0.14 ^{Aa}	4.93±0.22 ^{Ab}	4.81±0.11 ^{Ab}	4.38±0.13 ^{Ac}	4.26±0.18 ^{Ac}	4.44±0.18 ^{Ac}

- 1) See the treatments are the same as in Table 1.
- 2) A-D Values with different letters within a column differ significantly ($p<0.05$).
- 3) a-d Values with different letters within a row differ significantly ($p<0.05$).
- 4) All values are Mean±SD (n=3).

에 첨가한 백년초 70% 에탄올 추출물은 일반세균에 대한 증식억제 효과를 보였다.

IV. 요약

항산화 활성을 갖는 렌틸(0%, 5%, 10%)과 백년초(0%, 3%)의 첨가로 인해 나타나는 소시지의 저장 기간 중 안정성을 알아보기 위해 발색과 *Clostridium Botulinum* 증식억제 등을 위해 첨가하는 아질산염을 첨가하지 않았으며 총 폴리페놀, DPPH 라디칼 소거능, pH, 산가, 과산화물가, VBN, 총균수를 측정하였다.

1. 렌틸과 백년초는 첨가량 증가에 따라 소시지의 총 폴리페놀과 DPPH 라디칼 소거능은 유의적으로 높아졌다. 백년초 보다 렌틸에 의한 효과가 더 크게 나타났으며 혼합첨가에 의해 효과가 상승하였다. 저장기간이 경과함에 따라 총 폴리페놀과 DPPH 라디칼 소거능은 유의적으로 감소하였다.

2. 렌틸과 백년초 첨가에 의한 지방산패 억제효과는 렌틸과 백년초 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높아졌다. 저장기간이 경과함에 따라 산가와 과산화물가는 증가하였으나 대조군에 비해 첨가군의 지방산패 억제효과는 크게 나타났다.

3. 단백질 변패여부를 알 수 있는 VBN은 저장기간이 경과함에 따라 VBN 함량이 증가하였으나 대조군에 비해 첨가군의 증식이 억제되었다. 렌틸과 백년초는 지방산패 억제효과와 마찬가지로 단백질 변패 억제효과도 나타났다.

4. 렌틸과 백년초 첨가에 따른 일반세균에 대한 유의차가 없었다. 저장기간이 경과함에 따라 일반세균은 유의적으로 증가하였으나 백년초 첨가군의 세균증식이 적게 나타나 백년초 에탄올 추출물이 항균효과가 있음을 알 수 있었다.

따라서 렌틸과 백년초의 첨가는 소시지의 지방산패 및 단백질 변패 억제, 미생물 증식 억제 등의 효과를 나타내어 30일 저장 기간 중 안정성을 확보할 수 있었으며 첨가량이 많을수록 효과는 크게 나타났다.

References

American Running Association. 2009. Food spotlight: Lentils. Running Fitnews 27(5):10-12

Arora A, Nair MG, Strasburg GM. 1998. Antioxidant activities of isoflavones and their biological metabolites in a liposomal system. Arch Biochem Biophys 356(2):133-141

Barnes S, Boerma B, Patel R. 2000. Isoflavonoids and chronic disease: Mechanisms of action. Biofactors 12(1):209-210

Brewer MS, Ikims WG, Harbers CA. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during

long-term frozen storage: Effect of packing. J Food Sci 57(3):558-564

Cho HS, Lee SJ, Shin JH, Kang MJ, Cho HS, Lee HJ, Sung NJ. 2007. Antioxidative activity and nitrite scavenging effect of the composites containing medicinal plant extracts. J Life Sci 17(8):1135-1140

Cho SH, Jung SA, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Park JG, Park SM, Ahn DH. 2006. Effect of improvement of storage properties and reducing of sodium nitrite by glycyrrhiza uralensis and curcula longa in pork sausage. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(8):997-1004

Han H, Baik BK. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culina ris*), chickpeas (*Cicer arietinum* L.), peas (*Pisum sativum* L.) and soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing. J Food Sci Technol 43(11):1971-1978

Hyung DG, Lee KH, Kim HJ, Lee EH, Lee JY, Song YS, Lee YH, Jin CB, Lee YS, Cho JS. 2003. Neuroprotective effects of antioxidative flavonoids, quercetin, (+)-dihydro quercetin and quercetin 3-methyl ether, isolated from *Opuntia ficus-indica* var. saboten. Brain Res 965(1-2):130-136

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1986. Microorganism in foods. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific application. 2nd ed. University of Toronto Press. Toronto, Canada. pp 139-147

Jang SM, Lim JS, Cho EJ. 2004. The effect of various cereal flours on quality and storage characteristics of sausage. J East Asian Soc Dietary Life 14(3):265-274

Jeon YH, Park MH, Kim MR. 2012. Antibacterial activity of the ethanol extract from cornus officinalis against some bacteria related to foodborne illness and food spoilage. J East Asian Soc Dietary Life 22(5):692-700

Johnson CR, Thavarajah D, Combs GF, Thavarajah P. 2013. Lentil (*Lens culinaris* L.): A prebiotic-rich whole food legume. Food Res Int 51(1):107-113

Kerry N, Abbey M. 1998. The isoflavone genistein inhibits copper and peroxy radical mediated low density lipoprotein oxidation in vitro. Atherosclerosis 140(2):341-347, 133-141

Kim SM, Cho YS. 1999. Development of functional sausage using extracts from *Schizandra chinensis*. J Life Resour Ind 4(2):35-45

Kim SM, Cho YS, Yang RM, Lee SH, Kim DG, Sung SK. 2000. Development of functional sausage using extracts from *Schizandra chinensis*. Korea J Food Sci Ani Resour 20(2): 272-281

Korean Food and Drug Administration. 2008. Food sanitation law. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp 200

Lee JH, Chin KB. 2012. Evaluation of antioxidant activities of red beet extracts, and physicochemical and microbial changes of ground pork patties containing red beet extracts

- during refrigerated storage. Korean J Food Sci An 32(4): 497-503
- Lee JR, Jung JD, Hah YH, Lee JW, Lee JI, Kim KS, Lee JD. 2004. Effects of addition of mugwort powder on the quality characteristics of emulsion-type sausage. J Ani Sci Technol 46(2):209-216
- Lee JW, Choe IS, Kim WS. 2013. Antioxidant and antibacterial effects of carnosic acid on white sausage. Korean J Org Agric 21(2):219-232
- Lee NR, Kim KH, Yook HS. 2015. Effect of lentil and *Opuntia ficus-indica* mixtures addition on quality characteristics of sausages. Korean J Food Cook Sci 31(4):431-440
- Lee SO, Han SM, Kim HM, Jeung SK, Choi JY, Kang IJ. 2006. Chemical components and antimicrobial effects of corni fructus. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(7):891-896
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol 29(5): 847-853
- Lee YS, Sohn HS, Rho JO. 2011. The antibacterial effects of Backryeoncho (*Opuntia ficus-indica* var. saboten) extracts as applied to Kimchi fermentation with lactic acid bacteria and food poisoning bacteria. Korean J Human Ecol 20(6): 1213-1222
- Meng QH, Lewis P, Wahala K, Adercreuts, H, Tikkanen MJ. 1999. Incorporation of esterified soybean isoflavones with antioxidant activity into low density lipoprotein. Biochim Biophys 1438(3):369-376
- Ning Wang, James K Daun. 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*). Food Chem 95(3):493-502
- Oomah BD, Caspar F, Malcolmson LJ, Bellido AS. 2011. Phenolics and antioxidant activity of lentil and pea hulls. Food Res Int 44(1):436-441
- Park SY, Chin KB. 2007. Evaluation of antioxidant activity in pork patties containing *Bokbunja* (*Rubus coreanus*) extract. Korean J Food Sci Ani Resour 27(4):432-439
- Park WY, Kim YJ. 2009. Effect of garlic and onion juice addition on the lipid oxidation, total plate counts and residual nitrite contents of emulsified sausage during cold storage. Korean J Food Sci Ani Resour 29(5):612-618
- Seo KI, Yang KH, Shim KH. 1999. Antimicrobial and antioxidative activities of *Opuntia ficus-indica* var. saboten extract. Korean J Postharvest Sci Technol 6(3):355-359
- Shin EH, Park SJ, Choi SK. 2011. Component analysis and antioxidant activity of *Opuntia ficus-indica* var. saboten. J East Asina Soc Dietary Life 21(5):691-697
- Shin JH, Kang MJ, Kim RJ, Sung NJ. 2011. The quality characteristics of sausage with added black garlic extracts. Korean J Food Cook Sci 27(6):701-711
- Tak SB, Kim DH, Yoon SK, Lee YC. 2005. Effects of natural preservatives and storage temperatures on quality and shelf-life of fresh pork meat. Korean J Food Sci Technol 37(4):557-561
- TH Hefnawy. 2011. Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). Agric Sci 56(5):57-61
- Youn SK, Park SM, Kim YJ, Ahn DH. 2001. Studies on substitution effect of chitosan against sodium nitrite in pork sausage. Korean J Food Sci Technol 33(5):551-559
- Yun EA, Jung EK, Joo NM. 2013. Quality characteristics of chicken sausage prepared with turmeric (*Curcuma longa* L.) during cold storage. J Korean Diet Assoc 19(3):195-208

Received on Aug.19, 2015/ Revised on Sep.22, 2015/ Accepted on Sep.23, 2015