

Study on the storage stability of the white internal organs using natural materials

Ye-Jin Han, Su-Kyung Ku, Tae-Kyung Kim, Jung-Min Sung, Young-Boong Kim, Yun-Sang Choi*

Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

천연소재를 활용한 백내장의 저장성 증진 연구

한예진 · 구수경 · 김태경 · 성정민 · 김영봉 · 최윤상*

한국식품연구원 식품가공기술연구센터

Abstract

The purpose of this study was to investigate the ability of natural antioxidants as stabilizers for meat by-products to prevent lipid oxidation. The white internal organs were evaluated using different treatments: no antioxidant (control), ascorbic acid (T1), *Artemisiacapillaris* Thunb. (T2), *Opuntia* (T3), *Schisandra chinensis* (T4), and *Saururuschinensis* (Lour.) Baill (T5). Antioxidant activities were analyzed by measuring DPPH contents, superoxide anion radical levels, nitrate scavenging activities, and total polyphenol contents. T1 and T2 showed higher antioxidant activities and total polyphenol contents ($p < 0.05$). Additionally, changes in physicochemical properties (pH, color, volatile basic nitrogen [VBN], and thiobarbituric acid reactive substances [TBARS]) and microbiological aspects in white internal organs processed with antioxidants were investigated. As storage time increased, the CIE a^* and b^* values of the white internal organs processed with natural antioxidants were decreased ($p < 0.05$), and CIE L^* values were low, particularly for the T3 sample relative to that in the control. Moreover, the pH, VBN, and TBARS values of samples T2–T5 were increased after 7 days of storage, but showed low values compared with those of the control ($p < 0.05$). Moreover, compared with the control group, the treatments showed antimicrobial effects. Our results indicated that these natural antioxidants could be used as lipid oxidation stabilizers of meat by-products during storage and that *Artemisiacapillaris* Thunb. and *Opuntia* may have applications as natural antioxidants in the meat by-product industry.

Key words : white internal organs, antioxidants, lipid oxidation, stabilization, processing condition

서론

도축 부산물은 식육의 정형된 도체에서 정육 및 지육을 제외한 식용 가능 부위를 총칭하며, 머릿고기, 족, 가죽, 혈액 등의 1차 부산물과 기관 및 내장의 2차 부산물로 분류된다. 2차 부산물은 심장, 폐장, 간장, 신장 등의 적내장과

위, 소장, 대장 등의 백내장으로 구분된다(1). 도축 부산물의 양은 생체 중 대략 30%를 차지하며 도축 두수의 증가양상을 고려하였을 때 상당량이 생산되고 있다(2). 이러한 부산물은 필수적인 동물성 단백질의 급원으로 이용될 수 있으며 근육조직과 큰 차이가 없어 영양적 식품으로서의 이용 가능성이 높으며, 최근 식육 부산물들은 영양적 가치가 대두되어 국내 수요량이 증가하고 있는 추세이다(3). 그럼에도 불구하고 현재 국내 부산물 산업의 미생물 안전 기준은 정해져 있지 않아 위생관리가 부족한 실정이다. 이로 인해 유통과정 중 부산물의 효소와 미생물로 인해 지질산화 등의 부산물의 품질특성이 하락되어 대부분 폐기되거나 사료화되고 있는 실정이다(4). 이러한 품질특성의 하락은 최종

*Corresponding author. E-mail : kcys0517@kfri.re.kr
Phone : 82-63-219-9387, Fax : 82-63-219-9076
Received 20 November 2017; Revised 21 December 2017;
Accepted 27 December 2017.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

유통대상인 소비자에게 저 품질의 부산물을 유통시킬 수 있으므로 부산물의 위생안전성 확보 및 지질 산화 억제를 해야 할 필요성이 증대되고 있다.

식육 부산물의 저장 중 일어나는 지질산화는 화학적인 산화반응으로 부산물의 색, 풍미, 영양소 등의 변화를 일으켜 품질을 저하시키는 요인이다. 지질산화 시 발생하는 aldehyde류, alcohol류, ketone류, 과산화물, 과산화수소 등이 독성물질로 작용하여 DNA의 손상을 야기할 수 있으며 관상동맥계 질환, 암 또는 당뇨병과 같은 질병을 유발할 수 있다고 알려져 있다(5). 그러므로 식육 부산물의 지질산화를 억제하여 품질 저하를 막고 위생안전성의 확보가 필요하다. 특히 백내장은 최근 전국적으로 곱창, 막창 등으로 소비가 증대되고 있는 인기식품이나(6), 현재까지 품질과 안전기준, shelf-life에 대한 보고가 미비한 실정으로 위생안전성 확보 및 지질의 산화를 억제해야 할 것으로 판단된다.

식품에서의 지질 산화를 억제하기 위한 방법으로는 산소와의 접촉을 차단하거나 free radical을 안정화 시키는 방법 등이 존재하지만 일반적으로 항산화제를 첨가하는 방법이 식육의 산화억제에 활용되고 있다(7). 항산화제의 종류로는 아미노산, 셀레늄, tocopherol류, carotenoid, phenol류와 같은 천연 항산화제와 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), tert-butylhydroquinone(TBHQ) 등의 합성 항산화제가 있다. 합성 항산화제는 항산화 활성은 뛰어나지만 체내로 흡수될 시에 변이원성의 가능성과 독성물질의 생성으로 폐 손상 등의 질병을 일으킬 수 있는 안전성 문제가 제기되어 이에 따른 소비자들의 거부반응으로 점점 사용이 감소되는 추세이다. 그러나 천연 항산화제는 독성은 거의 없는 경우가 대부분이나 낮은 활성으로 이용의 한계성이 있다. 그러므로 항산화 활성이 높으면서 안전성을 갖춘 천연 항산화 소재 개발의 필요성이 요구되고 있다(7-9). 천연소재를 이용한 항산화 소재에 관한 연구는 로즈마리, 세이지, 라벤더 등의 허브류를 중점으로 활발하게 이루어지고 있으나(10,11), 국내 전통 천연소재의 항산화 소재로의 활용에 관한 연구가 미비한 것으로 파악되었다(12). 또한 식육 부산물에 항산화 소재를 첨가하여 지질산화에 대한 영향을 연구는 전무한 것으로 나타났다.

따라서 본 연구는 축육 부산물인 백내장의 저장성 증진을 목적으로 전통 천연소재인 인진쑥(*Artemisiacapillaris* Thunb.), 백년초(*Opuntia*), 오미자(*Schisandra chinensis*), 삼백초(*Saururuschinensis*(Lour.) Baill.)추출물의 항산화능을 측정하고, 돼지 소장에 적용하여 저장기간에 따른 색도, pH, volatile basic nitrogen, thiobarbituric acid reactive substances, 미생물학적 변화를 통하여 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 돈육 부산물 백내장 시료는 2017년

2월에 경기 안성 도축장에서 도축된 삼원교잡종의 돈육 소장으로, 당일 냉장 보관한 상태로 이동하여 내장 내 잔여물 및 지방을 제거한 후 중량대비 약 5배의 물로 3회 세척한 후 사용되었다. 선행연구에 따르면 인진쑥, 백년초, 오미자, 삼백초 등은 phenol 화합물, flavonoid, vitamin C, β -cyanin, β -xanthin 등을 함유하고 있어, 탁월한 항산화능을 함유하고 있다(13,14). 항산화 활성 측정소재로는 전통 천연소재인 인진쑥(*Artemisiacapillaris* Thunb.), 백년초(*Opuntia*), 오미자(*Schisandra chinensis*), 삼백초(*Saururuschinensis*(Lour.) Baill.)를 시중의 A시장에서 구입하여 냉동 보관한 상태로 저장하여 실험의 재료로 사용하였다.

천연 항산화 소재 추출물 제조 및 실험 방법

항산화활성 분석은 DPPH radical 및 superoxide anion radical 소거활성, 아질산염 소거활성에 대해 분석하였으며 항산화활성을 나타내는 총 폴리페놀함량을 측정하였다. 항산화 소재 추출은 Krishnan 등(15)의 방법에 준하여 항산화 소재인 인진쑥, 백년초, 오미자 및 삼백초와 추출용매인 70% 주정을 이용하여 소재와 용매의 비율을 1:50으로 80°C에서 3시간 환류냉각으로 추출한 뒤, 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과하였다. 여과된 추출액은 회전증류농축장치(RE-2000B Rotary Evaporator, Henan Touch Science Instruments Co., Ltd., Henan, China)를 이용하여 농축한 뒤, 동결건조 후 분석시료로 이용하였다. 각 소재의 추출 전 무게와 농축 후 무게를 비교하여 항산화 소재의 추출수율을 구한 뒤, 항산화소재 적용에 따른 지질산화 안정화 조건에 관한 연구는 원료육 대비 10%의 항산화소재 추출물을 사용하였고, 7일의 저장기간 중 2일 간격으로 이화학적(pH, 색도, VBN(volatile basic nitrogen) 및 TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) 및 미생물학적(일반세균수, 대장균군 및 대장균 수) 품질을 평가하였다.

DPPH radical 소거활성

전통 천연소재유래 추출물의 DPPH radical 소거활성은 Blois 등(16)의 방법에 따라 1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)에 대한 전자공여능을 측정하여 각 추출물의 항산화능력을 측정하였다. 각 추출물 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH 0.8 mL과 99.9% 에탄올 2 mL을 혼합하여 총액의 부피가 3 mL가 되도록 하였고 이 반응액을 약 10초간 혼합한 후 실온에 10분간 보관한 후 분광광도계(Spectramax M2, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거활성도는 추출물의 첨가구와 추출물을 첨가하지 않은 무첨가구의 흡광도를 통해 백분율로 나타내었다. 표준물질로 L-ascorbate를 사용하여 동일한 방법으로 측정하여 얻은 표준곡선으로부터 DPPH radical 소거활성을 비교하였다.

Superoxide anion radical 소거능

Superoxide anion radical 소거능은 Marklund와 Marklund (17)의 방법에 준하여 실시하였으며 superoxide에 의해 산화되는 pyrogallol의 산화속도를 억제시키는 원리로 측정되었다. 각 추출물 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]amino-methane+10 mM EDTA) 3 mL에 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분간 방치한 후 1 N HCl 0.2 mL를 첨가하여 반응을 정지시켰다. 이 반응액은 분광광도계(Spectramax M2)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료첨가 및 무첨가 구간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다. L-ascorbate를 표준물질로 동일방법으로 측정하여 얻은 표준곡선으로부터 이를 기준으로 Superoxide anion radical 소거활성을 비교하였다.

Nitrite scavenging 소거능

아질산염 소거능을 이용한 항산화력 측정은 Gray 등(18)의 방법에 의하여 측정하였다. 1 mM NaNO₂ 용액 0.1 mL에 각 추출물 0.2 mL을 가하고 완충액으로 0.2 N 구연산을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2(0.1 N HCl), 3.0, 4.2 및 6.0으로 보정한 다음 반응용액의 부피를 1 mL가 되도록 하였다. 37°C에서 1시간 동안 이를 반응시킨 다음 여기에 2% acetic acid 용액 5 mL와 Griess 시약(1:1 비율로 30% acetic acid, 1% sulfanylic acid, 1% naphthylamine 혼합한 것) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시킨다. 이를 15분간 실온에서 방치시킨 후 520 nm에서 분광광도계(Spectramax M2)를 사용하여 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율(%)로 아질산염 소거능을 표기하였다. L-ascorbate를 표준물질로 동일한 방법으로 측정하여 얻은 표준곡선으로부터 이를 기준으로 아질산염 소거능을 비교하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀의 함량은 Folin과 Denis(19)의 방법에 의해 측정하였다. 각 추출물 0.5 mL에 1 N Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL를 첨가하여 혼합하고 3분간 정치한 후, 2% Na₂CO₃ 용액 10 mL를 첨가했다. 혼합액은 상온의 암실에서 1시간 동안 반응시킨 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. L-ascorbate를 표준물질로 하여 동일한 방법으로 측정하여 얻은 표준곡선으로부터 이를 기준으로 시료 중량 당 총 폴리페놀 함량(mg%)을 구하였다.

백내장의 pH 및 색도측정

백내장의 pH는 추출물 5 g을 취하여 증류수 45 mL을 넣어 homogenizer로 균질한 다음 pH meter(Model 13-620-

530A, Accumet, Malaysia)를 사용하여 각 시료 당 3번씩 측정하였다. 또한 색도는 색차계(Model CR-300, Minolta Co, Japan)로 9회 반복하여 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값으로 나타내었다. 이 때 L=97.12, a=-0.13 및 b=2.14인 표준색판을 사용해 표준화하였다.

백내장의 휘발성 염기태 질소함량(volatile basic nitrogen, VBN) 측정

Conway unit의 내실에 0.01 N H₃BO₃ 1 mL과 지시약 (0.066% methyl red in ethanol:0.066% bromocresol green in ethanol=1:1) 50 µL를 넣고 외실에 백내장 시료 5 g에 증류수 45 mL을 넣고 균질화한 후 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과된 시료 여액 1 mL과 50% K₂CO₃ 1 mL을 넣어 재빨리 밀폐시켰다. 이후 37°C incubator에서 90분간 반응시킨 후 0.02 N H₂SO₄로 신속히 적정하였다. 공실험구는 각 시료의 추출액 대신 증류수를 사용하여 측정하였다.

$$\text{VBN(mg\%)} = \frac{(a-b) \times f \times 0.02 \times 14.007 \times 100 \times 100}{S}$$

a : 본실험 적정 소비량(mL)

b : 공실험 적정 소비량(mL)

f : 0.02 N H₂SO₄ 표준화 지수

S : 시료량

백내장의 지방산패도(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) 측정

지방산패도는 TBA 추출법으로 Witte 등(20)의 방법을 이용하여 측정하였다. 백내장 시료 10 g에 20% trichloroacetic acid(TCA) 용액(in 2 M phosphoric acid) 25 mL을 첨가하여 14,000 rpm 에서 2분간 균질화시킨 후 시험관에 증류수 50 mL을 채우고 1분간 교반하여 여과하였다. 그리고 여과된 여액 5 mL에는 5 mM TBA를 첨가하여 암실에서 15시간 방치시킨 후 530 nm에서 흡광도를 측정하였고 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{TBARS(mg MA/kg sample)} = \text{Absorbance} \times 5.2$$

백내장의 일반 세균수 측정

무균적으로 백내장 시료 25 g을 취한 다음 멸균 peptone 수 225 mL을 넣고 균질하여 단계별로 십진 희석한 후, 각 단계별 희석액 1 mL를 멸균된 petri dish에 분주하고 plate count agar(Difco, Laboratories, Franklin Lakes, NJ, USA)배지를 약 20 mL 가하여 37°C에서 48시간 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다.

백내장의 대장균군 및 대장균 수 측정

일반세균수 측정에 사용된 *Escherichia coli* 및 coliform bacteria는 단계별로 희석한 다음 3M Petrifilm Plate(3M, St. Paul, CA, USA)에 1 mL를 분주하여 37°C에서 24시간 배양한 후 형성된 푸른색 기포를 형성하는 집락을 *E. coli*로 계수하였다. 이를 포함해 coliform bacteria는 자주색에 기포를 형성하는 것을 계수하였다.

통계처리

실험결과와 통계분석은 SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의적 차이(p<0.05)를 검정하였다.

결과 및 고찰

항산화 소재의 추출수율

본 연구는 축육 부산물의 산화 안정화를 목적으로 항산화 활성을 가지는 전통 천연소재인 인진쑥, 백년초, 오미자 및 삼백초를 선정하여 추출한 뒤 추출수율을 비교분석하였고 이를 Table 1에 나타내었다. 추출수율은 인진쑥, 백년초, 오미자 및 삼백초 각각 14.45%, 19.61%, 37.46% 및 11.74%로 유의차가 나타났고(p<0.05), 오미자의 추출수율이 가장 높았으며 삼백초가 가장 낮은 추출수율을 나타내었다(p<0.05). Shim 등(21)의 연구에 의하면 천연 추출물의 수율은 추출용매에 따라 수율이 달라진다고 하였고, 70% 에탄올 추출물에서 양과 껍질이 11.24%의 수율을 나타내었으며, 또한 Min 등(22)의 연구에서는 서양민들레의 줄기 및 잎을 70% 에탄올에 추출하였을 때 각각 41.10와 33.50%의 추출수율을 나타내었지만 추출수율이 높은 줄기보다 잎의

Table 1. Extraction yield of natural antioxidants

	<i>Artemisiacapillaris</i> Thunb.	<i>Opuntia</i>	<i>Schisandra chinensis</i>	<i>Saururuschinensis</i> (Lour.) Baill.
Yield (%)	14.45±2.99 ^{bc1)}	19.61±5.80 ^b	37.46±2.07 ^a	11.74±1.41 ^c

^{1)bc}Values with different letters within a row differ significantly at p<0.05.

Table 2. Antioxidant activities and total polyphenol content of natural antioxidants

	<i>Artemisiacapillaris</i> Thunb.	<i>Opuntia</i>	<i>Schisandra chinensis</i>	<i>Saururuschinensis</i> (Lour.) Baill.	Ascorbic acid
DPPH radical scavenging activity (%)	16.84±1.08 ^{b1)}	13.83±1.00 ^b	7.54±1.38 ^c	8.97±3.68 ^c	99.15±0.43 ^a
Superoxide anion radical scavenging activity (%)	30.52±8.47 ^a	34.60±0.95 ^a	36.45±2.14 ^a	36.01±0.44 ^a	14.23±1.45 ^b
Nitrite scavenging ability (%)	95.37±0.15 ^a	94.79±0.44 ^b	92.64±0.13 ^c	92.44±0.07 ^c	88.58±0.35 ^d
Total polyphenol content (mg%)	37.89±1.52 ^b	26.57±0.61 ^c	7.07±0.51 ^d	3.91±0.34 ^c	130.91±6.78 ^a

^{1)abc}Values with different letters in the same row differ significantly at p<0.05.

항산화능이 높게 나타났다. 본 실험에서도 천연소재별로 추출수율과 추출물의 항산화능의 경향이 다르게 나타나 선행연구와 유사한 결과를 나타내었다.

항산화 소재의 항산화 활성 측정 및 총 폴리페놀 함량

천연소재의 항산화 활성을 측정하여 비교한 결과는 Table 2와 같다. DPPH 라디칼 소거능은 표준물질로 사용된 L-ascorbate를 제외하고 천연소재 중 인진쑥 추출물이 16.84%로 가장 높게 나타났다(p<0.05). Superoxide anion radical 소거능은 유의적 차이를 보이지 않았지만 천연소재 간 30.52-36.45%의 범위로 표준물질인 L-ascorbate(14.23%)에 비해 높게 나타났다(p<0.05). 아질산염 소거능은 천연소재가 L-ascorbate보다 높은 경향을 보였으며 높은 DPPH 소거 활성을 보였던 인진쑥 추출물이 95.37%로 가장 높은 아질산염 소거능을 보였다(p<0.05). Kim과 Kim(13)의 연구에서는 인진쑥의 DPPH 라디칼 소거능이 1, 10, 100, 1,000 µg/mL의 농도에 따라 21.4-65.6%로 높은 값을 나타내었고, Lee 등(23)의 연구에 의하면 백년초 분말 첨가군의 DPPH 라디칼 소거능은 13.19-50.00%로 대조군(6.09%)보다 높게 나타났으며 백년초의 분말 첨가량이 증가할수록 높은 아질산염 소거능을 보였다. 높은 아질산염 소거능은 항산화 활성의 증가로 볼 수 있으며 인진쑥과 백년초의 항산화성이 합성 항산화제를 대체할 수 있다하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다(13,23).

총 폴리페놀 함량은 천연소재 중에서 인진쑥 추출물이 37.89 mg%로 가장 높았으며 그 다음으로 백년초 추출물이 26.57 mg%로 높은 경향을 보였다(p<0.05). 이는 DPPH radical 소거활성과 아질산염 소거능이 유의적으로 높게 나타났던 천연소재들로, 폴리페놀 함량과 항산화 활성이 정적 상관관계를 나타내고 있다는 연구 결과와 일치하였다(25). 페놀화합물은 수산기를 통한 수소 공여작용을 통해 라디칼들과 공명하여 안정화될 수 있는 화학적 구조를 가지고 있어 항산화 활성을 가진다는 보고가 있다(26). 몇몇 연구에서는 천연소재를 이용한 항산화 연구를 진행하고 있으며 페놀화합물의 함량과 항산화활성도의 연관성을 측정하였다(8,13,23,26). Nam 등(26)은 인진쑥의 에탄올 추출물을 흰쥐에 투여하여 혈청 콜레스테롤 및 중성지방을 감소시키는 등 지질대사를 개선하였으며, Lee(27)는 인진쑥 추

출물의 섭취가 glutathione peroxidase(GSH-Px)와 catalase 등의 항산화 효소계의 활성을 증가시켜 간 손상을 치료한다고 하여 인진쑥의 높은 항산화 활성도에 대한 연구를 진행하였다. 또한 Seo 등(28)의 연구에 의하면 백년초는 상당한 수소공여능을 가진다고 나타났으며 linoleic acid에 관한 항산화활성에서 0.1% BHT와 같은 정도의 강한 항산화력을 가졌다. 또한 오미자 추출물이 항산화 활성을 증가시킨다는 보고가 있었으며 이는 본 실험에서 유의적으로 높은 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 보인 것과도 연관이 있다고 사료된다(14,29). 페놀화합물은 항산화 활성, 항균 활성 등의 생리활성을 발휘하므로 식육에 사용되는 합성 항산화제를 대체 가능하다고 판단되어 육제품에 첨가 시 지질산화를 억제할 수 있을 것으로 기대된다(30).

항산화소재 첨가에 따른 백내장의 색도 변화

백내장의 천연 항산화소재 첨가에 따른 색도변화는 Table 3과 같다. 대조구의 경우 7일간의 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 명도가 증가하였다($p<0.05$). 그 외 처리구에서는 저장기간에 따른 유의차를 보이지 않았으나 첨가되는 첨가물에 따라 처리구 간 명도 값의 유의적 차이를

보였으며($p<0.05$), 저장 7일 차에는 모든 처리구가 대조구보다 낮은 명도 값을 나타내었다($p<0.05$). Oh 등(6)에 따르면 저장기간이 지남에 따라 생막창의 명도 값은 유의적 차이를 나타내지는 않았으나 점차 증가하는 추세를 나타내었으며, Lee 등(32)의 연구에서는 돈육 떡갈비에 산사를 적용하였을 때 저장기간이 지남에 따라 명도가 증가한다고 보고하였는데, 본 실험의 대조구와 유사한 경향을 나타내어 처리구에 첨가한 항산화물질이 명도에 영향을 끼친 것으로 사료된다. 또한 Kang과 Lee(32)는 소시지에 betalain 계통의 천연 추출물인 손바닥 선인장 색소를 첨가하였을 때 저장기간에 따라 명도 값이 유의적으로 감소한다고 보고하였고, Lee(23)에 의하면 분말의 첨가량이 증가할수록 명도 값이 점차 감소하는 추세를 나타내어 본 실험과 유사하게 천연 항산화 소재에 의한 색도의 변화가 유의적인 것으로 나타났다.

그 중 백년초(T3) 처리구가 가장 낮은 명도 값을 가졌다($p<0.05$). 백내장의 적색도는 저장기간이 지남에 따라 감소하는데(6), 본 실험에서 처리구들의 저장기간별 변화를 확인하였을 때 인진쑥(T2) 처리구를 제외한 대조구 및 모든 처리구들의 적색도가 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향

Table 3. Color change of the white internal organs according to the addition of natural antioxidants

		Storage period (day)			
		1	3	5	7
CIE ¹⁾ L*-value	Control ²⁾	64.58±2.04 ^{3)A4)h5)}	63.46±2.58 ^{Bb}	65.64±2.52 ^{ABb}	68.22±2.79 ^{Aa}
	T1	62.29±3.78 ^{Ab}	67.36±1.94 ^{Aa}	60.78±5.25 ^{CDb}	63.71±4.79 ^{Bab}
	T2	62.64±3.59 ^{Abc}	63.72±1.98 ^{Bb}	66.03±1.47 ^{Aa}	61.21±2.58 ^{Bc}
	T3	55.87±2.60 ^{Bb}	58.20±1.69 ^{Ca}	55.73±2.45 ^{Eb}	56.38±2.07 ^{Cab}
	T4	61.60±4.51 ^{Aab}	58.68±3.26 ^{Cb}	63.02±2.74 ^{BCa}	61.79±3.94 ^{Bab}
	T5	61.85±1.63 ^{Aab}	62.55±1.10 ^{Ba}	59.84±2.77 ^{Db}	63.19±4.06 ^{Ba}
CIE a*-value	Control	9.51±2.15 ^{Bab}	10.62±1.48 ^{Ba}	9.73±3.27 ^{Bab}	7.86±1.83 ^{Bb}
	T1	5.49±1.13 ^{Ca}	3.77±1.06 ^{CDb}	3.68±0.99 ^{CDb}	3.15±1.44 ^{CDb}
	T2	4.55±2.71 ^C	4.38±2.41 ^C	3.93±1.41 ^{CD}	3.92±1.56 ^{CD}
	T3	23.26±2.43 ^{Aa}	18.58±0.63 ^{Ab}	18.12±0.50 ^{Ab}	17.91±2.69 ^{Ab}
	T4	6.33±1.79 ^{Ca}	4.58±2.22 ^{Cab}	4.51±1.47 ^{Cab}	4.16±2.27 ^{Cb}
	T5	4.98±1.80 ^{Ca}	3.01±0.52 ^{Db}	2.56±0.70 ^{Db}	2.16±0.89 ^{Db}
CIE b*-value	Control	11.67±3.56 ^D	13.18±4.02 ^D	11.10±3.34 ^D	12.12±3.20 ^D
	T1	11.49±1.76 ^{Da}	12.69±1.37 ^{Da}	10.72±2.00 ^{Db}	10.85±1.55 ^{Db}
	T2	16.29±0.70 ^{Cab}	16.53±4.24 ^{Cb}	20.04±4.11 ^{Ba}	29.62±1.56 ^{Cb}
	T3	23.27±4.23 ^{Bab}	19.98±1.71 ^{Bb}	19.48±2.06 ^{Bbc}	17.25±1.75 ^{Bc}
	T4	34.02±7.91 ^A	36.96±3.19 ^A	37.68±2.23 ^A	38.10±2.39 ^A
	T5	17.55±1.41 ^{Ca}	15.41±1.51 ^{CDb}	14.88±0.66 ^{Cbc}	14.38±1.29 ^{Cb}

¹⁾CIE, Commission Internationale de l'Eclairage

²⁾Control, no antioxidant; T1, Ascorbic acid 0.1%; T2, *Artemisiacapillaris* Thunb.; T3, *Opuntia*; T4, *Schisandra chinensis*; T5, *Saururuschinensis* (Lour.) Baill.

³⁾All values are mean±SD of three replicates (n=9).

^{4)A-D}Values with different letters in the same column for each color value differ significantly at $p<0.05$.

^{5)a-d}Values with different letters in the same row differ significantly at $p<0.05$.

을 나타내었다($p<0.05$). Oh 등(6)에 따르면 부산물의 산패의 진행이 색도의 유의적인 차이를 일으켰으며, 지질산패와 단백질의 변패가 일어날수록 적색도와 황색도가 감소하는 추세를 나타내었다. 따라서 가장 적색도의 변화가 적었던 인진쑥(T2) 처리구가 가장 높은 산화 안정성을 가지고 있을 것이라고 사료된다. 또한 저장기간 동안 백년초(T3) 처리구는 기타 처리구들에 비해 높은 적색도를 나타냈는데($p<0.05$), 이는 백년초 고유의 붉은 색에 의한 것으로 판단된다(34). 황색도는 저장기간이 경과함에 따라 백년초(T3) 및 삼백초(T5) 처리구에서는 감소하는 경향이 나타났으며($p<0.05$) 그 외 처리구는 저장기간에 따른 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$). 항산화 소재에 따라서는 오미자(T4) 처리구가 유의적으로 높은 값이 나타났으며 대조구 및 비타민 C(T1) 처리구가 낮은 경향을 보였다($p<0.05$).

본 연구의 색도변화를 살펴 본 결과, 처리구 중 높은 항산화활성 및 폴리페놀 함량을 보였던 인진쑥(T2) 처리구의 경우 저장기간 동안 적색도의 유의적인 변화는 보이지 않았으며, 4.55-3.92의 범위로 대조구 및 기타 처리구에 비해 낮은 감소양상을 보였다. 이는 인진쑥의 항산화 활성으로

인하여 지질산화 억제와 함께 metmyoglobin 생성이 억제되는 것으로 사료된다. 또한 백년초(T3) 및 삼백초(T5) 처리구에서 천연소재의 항산화 작용으로 기간의 경과에 따라 황색도가 감소하는 경향이 나타난 것으로 판단되며, 앞서 높은 항산화 활성을 보였던 인진쑥(T2) 처리구의 경우 높은 황색도 값을 나타내었는데 인진쑥 추출물 특유의 짙고 어두운 색에 의한 것으로 판단된다($p<0.05$). Kim(5)의 연구에 의하면 천연 항산화제로서 기능을 하는 것으로 나타난 솔잎 추출물이 고유의 어두운 색에 의하여 소시지의 육색 보호에 긍정적인 영향을 미치지 못한다고 보고하였으며, Lee(22)의 연구에서는 백년초 분말을 첨가한 양갱의 색도에서 백년초 분말의 첨가량이 증가할수록 명도는 낮아지며 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 백년초에 함유된 천연색소인 적색의 베타시아닌(beta-cyanin)과 황색의 베타잔틴(beta-xanthin) 때문이며 본 실험에서 백년초(T3) 처리구가 저장 초기 높은 적색도(23,26)와 황색도(23,27)를 나타낸 것과 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 천연소재를 이용한 식육부산물의 산화 안정성 평가를 위해서 소재 자체의 색의 평가도 동시에 진행되어야 할 것이다.

Table 4. VBN¹⁾, TBA²⁾ and pH change of the white internal organs according to the addition of natural antioxidants

		Storage period (day)			
		1	3	5	7
pH	Control ³⁾	6.36±0.05 ^{4)A5(c6)}	6.43±0.06 ^{Abc}	6.47±0.06 ^{Ab}	6.61±0.01 ^{Aa}
	T1	3.40±0.01 ^{Ec}	3.40±0.01 ^{Ec}	3.54±0.07 ^{Db}	3.63±0.06 ^{Ea}
	T2	5.77±0.06 ^{Bc}	5.87±0.06 ^{Bb}	5.87±0.06 ^{Bb}	6.10±0.01 ^{Ba}
	T3	4.27±0.06 ^{Db}	4.30±0.00 ^{Db}	4.34±0.07 ^{Cb}	4.63±0.06 ^{Da}
	T4	3.43±0.06 ^{Eb}	3.45±0.05 ^{Eb}	3.53±0.06 ^{Db}	3.67±0.06 ^{Ea}
	T5	5.60±0.10 ^{Cb}	5.77±0.06 ^{Ca}	5.83±0.12 ^{Ba}	5.87±0.06 ^{Ca}
VBN (mg%)	Control	7.86±0.84 ^b	10.63±1.39 ^{Ab}	14.60±1.71 ^{Aa}	16.30±2.31 ^{Aa}
	T1	6.58±1.16 ^b	7.50±1.11 ^{Bab}	8.07±1.12 ^{CDab}	9.47±1.48 ^{Ca}
	T2	6.93±1.46 ^b	8.71±1.16 ^{AB}	8.79±1.40 ^{BCD}	8.99±0.85 ^C
	T3	7.14±0.85 ^b	9.93±1.40 ^{Aab}	11.10±2.93 ^{BCa}	12.84±1.78 ^{ABCa}
	T4	7.13±1.40 ^b	11.11±1.76 ^{Aab}	11.61±1.16 ^{Ba}	14.14±3.42 ^{ABa}
	T5	6.40±0.56 ^b	7.13±0.64 ^{Bb}	7.42±0.64 ^{Db}	11.02±1.40 ^{BCa}
TBARS (mg MA/kg)	Control	0.15±0.03 ^c	0.22±0.01 ^{Abc}	0.26±0.01 ^{Ab}	0.36±0.04 ^{Aa}
	T1	0.11±0.01 ^b	0.13±0.02 ^{Cab}	0.16±0.03 ^{Bab}	0.18±0.01 ^{Ba}
	T2	0.11±0.03 ^b	0.14±0.02 ^{BCab}	0.18±0.01 ^{Ba}	0.19±0.02 ^{Ba}
	T3	0.14±0.02 ^b	0.19±0.04 ^{Aab}	0.22±0.02 ^{ABa}	0.23±0.02 ^{Ba}
	T4	0.13±0.02 ^c	0.19±0.01 ^{ABbc}	0.23±0.02 ^{ABab}	0.27±0.03 ^{Ba}
	T5	0.13±0.01 ^b	0.17±0.01 ^{ABCab}	0.17±0.05 ^{ABab}	0.25±0.05 ^{Ba}

¹⁾VBN, volatile basic nitrogen.

²⁾TBA, thiobarbituric acid reactive substances.

³⁾Control, no antioxidant; T1, ascorbic acid 0.1%; T2, *Artemisiacapillaris* Thunb.; T3, *Opuntia*; T4, *Schisandra chinensis*; T5, *Saururuschinensis* (Lour.) Baill.

⁴⁾All values are mean±SD of three replicates (n=9).

^{5)A-E}Values with different letters in the same column differ significantly at $p<0.05$.

^{6)a-c}Values with different letters in the same row differ significantly at $p<0.05$.

항산화소제 첨가에 따른 백내장의 pH, VBN 및 TBA 변화

백내장의 천연 항산화소제 첨가에 따른 pH, VBN 및 TBA 변화는 Table 4와 같다. 저장 기간중 모든 처리구들에서 항산화소제 첨가 후 유의적으로 pH가 증가하는 경향을 보였다. 이는 식육의 저장과정에서 당과 지방이 분해되면서 유기산, 케톤, 알데하이드 등의 물질생성과 식육 내 암모니아 생성 등의 작용으로 인해 pH가 증가된 것으로 사료된다(34,35). 처리구들은 대조구에 비해 낮은 pH값을 나타내었으며 그 중 오미자 처리구(T4)가 비타민 C(T1)와 함께 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 이는 오미자 추출물(pH 3.3)과 비타민C 자체의 낮은 pH로 인해 낮은 값을 보인 것으로 판단된다(36).

VBN은 단백질 및 유리아미노산의 분해에 의하여 생성되며 저장기간 중 식육의 단백질 변패에 대한 척도가 된다(37). VBN 측정 결과, 저장기간 초기에는 첨가구가 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았으나 시간이 경과함에 따라 저장 7일차에는 처리구가 8.99-14.14 mg%의 범위로 16.30 mg%의 대조구에 비해 낮은 값을 나타내었다. 이는 식품공전에 의한 식육제품 VBN 허용 한계값인 20 mg%보다(1,31) 낮은 값으로 단백질의 변패가 일어나지 않은 것으로 판단되

며 유의적으로 대조구에 비하여 단백질의 변패가 천천히 진행되는 것으로 사료된다. 특히 인진쑥(T2) 처리구가 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며 표준물질로 사용된 비타민 C 처리구(T1)와 유사한 값을 나타내었다. 또한 Lee 등(31)의 연구에서는 천연 항산화제인 산사 분말을 돈육 떡갈비에 첨가 시 1%와 2%의 처리구에서 대조구에 비해 낮은 VBN 함량을 보였다고 보고하였다. Kim 등(38)에 의하면 천연 항산화제인 *Bacillus polyfermenticus* SCD 에탄올 추출물과 비타민 C를 각각 떡갈비에 첨가하였을 때 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 낮은 값을 유지하였고 VBN값이 서서히 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서는 단백질 변패가 진행되지 않은 것으로 판단되며, 천연 항산화 소제의 항산화 활성과 항균작용에 기인하여 식육 부산물의 저장성 향상이 나타난 것으로 사료된다.

TBARS 측정 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 식육은 저장 중 미생물 대사, 지방분해효소 등의 이유로 지질산화가 진행되어 TBARS의 값이 증가하는 경향을 보이는데(18), 본 실험에서도 저장기간 경과에 따라 대조구와 처리구 모두 증가하는 결과가 나타났다. 항산화소제 처리구들과 대조구의 비교에서는 저장 1일차에는 0.11-0.15 mg MA/kg

Table 5. Microbiological change of the white internal organs according to the addition of natural antioxidants

		Storage period (day)			
		1	3	5	7
Total cell count (CFU/g)	Control ¹⁾	3.63±0.13 ^{2)A3)4)}	4.02±0.10 ^{Ac}	4.91±0.16 ^{Ab}	5.88±0.06 ^{Aa}
	T1	1.82±0.11 ^{Ec}	2.04±0.12 ^{C^{Dbc}}	2.16±0.28 ^{Eb}	2.88±0.06 ^{Ea}
	T2	1.58±0.27 ^{Eb}	1.78±0.23 ^{Db}	2.71±0.09 ^{Da}	2.85±0.15 ^{Ea}
	T3	2.39±0.10 ^{Cc}	2.76±0.65 ^{Bbc}	3.32±0.09 ^{Cb}	4.09±0.08 ^{Ca}
	T4	2.86±0.06 ^{Bc}	3.66±0.08 ^{Ab}	3.71±0.08 ^{Bb}	4.90±0.10 ^{Ba}
	T5	2.12±0.16 ^{Dc}	2.48±0.11 ^{BCb}	3.41±0.27 ^{BCa}	3.53±0.06 ^{Da}
E.coli (CFU/g)	Control	1.59±0.16 ^b	1.74±0.06 ^{ab}	1.90±0.08 ^{Aab}	1.94±0.14 ^a
	T1	ND ⁵⁾	ND	ND	ND
	T2	ND	ND	ND	ND
	T3	1.39±0.12 ^b	1.59±0.16 ^{ab}	1.84±0.09 ^{Aa}	1.74±0.06 ^a
	T4	1.50±0.28	1.69±0.12	2.00±0.06 ^A	1.75±0.21
	T5	1.30±0.00	1.54±0.34	1.60±0.00 ^B	1.69±0.12
Coliform bacteria (CFU/g)	Control	2.04±0.06 ^{Ab}	2.15±0.04 ^{Ab}	2.22±0.02 ^{Ab}	2.80±0.14 ^{Aa}
	T1	ND	ND	ND	ND
	T2	ND	ND	ND	ND
	T3	1.95±0.07 ^{AB}	2.04±0.06 ^A	2.08±0.05 ^{AB}	1.90±0.08 ^B
	T4	1.99±0.12 ^{AB}	2.13±0.07 ^A	2.15±0.11 ^A	1.93±0.04 ^B
	T5	1.63±0.21 ^B	1.74±0.06 ^B	1.87±0.12 ^B	1.81±0.05 ^B

¹⁾Control, no antioxidant; T1, ascorbic acid 0.1%; T2, *Artemisiacapillaris* Thunb.; T3, *Opuntia*; T4, *Schisandra chinensis*; T5, *Saururuschinensis* (Lour.) Baill.

²⁾All values are mean±SD of three replicates (n=9).

^{3)A-E}Values with different letters in the same column differ significantly at $p<0.05$.

^{4)a-d}Values with different letters in the same row differ significantly at $p<0.05$.

⁵⁾ND, not detected.

의 범위로 대조구와 처리구 간 유의차를 보이지 않았지만, 3일차부터 대조구와 비교하여 유의적으로 낮은 값을 보이며 저장기간 동안 이러한 경향이 유지되었다. 인진썩(T2) 처리구의 경우 저장 7일 차에 비타민 C(T1) 처리구보다도 낮은 값을 나타내어 높은 지질산화 억제활성을 보였다($p < 0.05$). Cho 등(12)은 양념 돈육에 항산화성이 있으므로 알려진 한약재 조성물을 첨가하여 저장기간 중의 TBARS의 함량 변화를 측정된 결과, 천연 항산화제인 한약재의 첨가로 인하여 저장 15일 후 양념육의 malonaldehyde 함량이 0.27-0.3 MA mg/kg의 범위로 무첨가군의 0.35 MA mg/kg에 비해 유의적으로 낮게 나타난 경향을 보고하였다. 또한 천연 항산화제로 사용되고 있는 아콘을 돈육 패티에 적용시켜 지방 산화에 미치는 영향을 측정된 결과, 패티의 TBARS 값은 저장 초기 대조구에 비해 유의적으로 낮았으며 합성 항산화제인 BHT와 유사한 값을 나타내었다. 또한 저장 10 일째부터 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 유지하여 0.5% 수준으로 육제품에 첨가 시 지질산화 억제가 가능할 것이라고 보고되었다(7). 이상의 보고들과 본 실험결과를 종합해 볼 때 축육 부산물에 천연 항산화물질을 첨가 시 뛰어난 지방 산화 안정화효과를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

항산화소재 첨가에 따른 백내장의 미생물학적 변화

백내장의 천연 항산화소재 첨가에 따른 미생물학적 변화는 Table 5와 같다. 일반세균수는 저장 초기 대조구와 항산화소재 처리구가 3.63 log CFU/g과 1.58-2.86 log CFU/g의 범위로 처리구가 낮은 균수를 나타냈으며($p < 0.05$), 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 처리구 모두 증가하는 경향을 보였다. 항산화 소재 간 일반세균수는 비타민 C(T1)와 인진썩 처리구(T2)가 가장 낮게 나타났다. 이 두 처리구는 대장균 및 대장균군 또한 검출되지 않았다. 대장균은 유의차는 나타나지 않았으나($p > 0.05$) 대조구에 비해 항산화 소재 처리구가 낮은 경향을 보였으며 대장균군은 처리구가 유의적으로 낮은 균수를 나타냈다($p < 0.05$). 특히 높은 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 보였던 인진썩 처리구는 비타민 C에 비해서도 높은 미생물 성장 억제 효과를 나타냈으며 지질산화의 억제 뿐만 아니라 높은 항균활성을 가진 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 천연 항산화 소재인 인진썩, 백년초, 오미자 및 삼백초 추출물을 첨가하여 백내장의 저장성을 증진시키기 위하여 연구를 진행 하였다. 천연 항산화 소재들을 추출 후 추출수율 및 항산화 활성을 알아보고, 돈육 백내장에 항산화 소재들을 첨가하여 색도, pH, VBN 및 TBARS를

조사하였다. 그 결과 DPPH, superoxide anion radical, nitrate 소거능 및 추출 수율에서 인진썩과 백년초 추출물이 높은 항산화 활성을 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과를 토대로 추출물을 백내장에 적용하여 저장기간 동안(1, 3, 5, 7일) 이화학적 특성 및 미생물 검사를 실시하였다. 그 결과 명도에서는 각 처리구에 따른 유의차를 보이지 않았으나($p > 0.05$), 처리구들의 황색도는 감소하고 적색도는 증가하는 양상을 보였다($p < 0.05$). pH는 오미자를 첨가한 백내장 처리구가 비타민 C 처리군과 함께 가장 낮은 결과값을 보였으며, VBN은 처리구가 대조구에 비해 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). TBARS 측정 결과, 저장기간이 경과함에 따라 증가하였으며 대조구에 비해 처리구들이 모두 낮은 수치를 나타내었다. 미생물학적 변화는 처리구 모두 대조구보다 낮은 일반세균수를 보였으며, 인진썩 처리구는 대장균군 및 대장균 또한 검출되지 않아 높은 항균활성을 가진 것으로 판단된다. 따라서 본 실험에 사용된 항산화 활성을 가지는 식물성 추출물이 돈육 부산물에 천연 항산화제로 작용하여 지방 산화를 억제하였으며, 이와 같은 결과를 토대로 돈육 부산물의 저장 시 천연 식물성 추출물을 첨가한다면 저장성 증진이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업(317001-3) 및 고부가가치식품기술개발사업(314068-3)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

References

1. Kim HJ, Kim MJ, Oh SI, Hwangbo MH, Jang SJ, Kim HI, Lee IS (2012) Antioxidant activity of *Kalopanax pictus* leaf extract and its effects on the quality characteristics of fried pork skin. Korean J Food Sci Technol, 44, 185-190
2. Park CJ, Lee MH (1994) Least-cost formulation of an emulsion-type sausage with pork by-products. Korean J Anim Sci Technol, 36, 206-211
3. Song SM, Lee GB, Kim MH, Jeung JY, Hwang WM, Yun GR, Kim SH, Go JM, Kim YH (2007) A study on safety of ready-to-eat compound foods with a by-products of meat as the base. J Food Hyg Safety, 22, 82-87
4. Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, Lee CH, Paik HD, Kim CJ (2009) Physicochemical

- and sensory characteristics of Korean blood sausage with added rice bran fiber. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 29, 260-268
5. 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
 6. Oh NG, Jeong JH, Choi UK (2013) Quality characteristics of pork rectum according to storage temperature. *Korean J Food Nutr*, 26, 339-344
 7. Park JS, Kim HS, Chin KB (2012) The antioxidant activity of *Yacon (polymnia sonchifoliaty)* and its application to the pork patties as a natural antioxidant. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 32, 190-197
 8. Lee SJ, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Yoon SY, Lee CJ, Ahn DH (2009) Antioxidant activity of leaf, stem and root extracts from *Orostachys Japonicus* and their heat and pH stabilities. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 1571-1579
 9. Park BH, Cho HS, Park SY (2005) A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 21, 94-102
 10. Embuscado ME (2015) Spices and herbs: natural sources of antioxidants-a mini review. *J Funct Food*, 18, 811-819
 11. Shin TS, Kang HS, Kim SK, Lee KW, Cho BW, Jeon HY (1998) Synergistic effects of synthetic and natural antioxidants on lipid oxidation of cooked ground pork during cold storage. *J Agri Tech Dev Inst*, 2, 105-113
 12. Cho HS, Shin JH, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Seong NJ (2007) Lipid compositions changes of seasoned pork prepared with medicinal plant extracts during storage. *J Life Sci*, 17, 1675-1681
 13. Kim JS, Kim KL (2015) Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of *Artemisiae capillaris* extract. *Korean J Asethet Cosmetol*, 13, 805-812
 14. Kim DW, Kim JH, Kang GH, Kang HK, Choi JY, Kim SH, Kang CW (2010) Effects of water extract mixtures from *Artemisia capillaris*, *Camellia sinensis*, *Schizandra chinensis*, and *Viscum album var. coloratum* on laying performance, egg quality, blood characteristics, and egg storage stability in laying hens. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 30, 449-457
 15. Krishnan KR, Babuskin S, Babu PAS, Sivarajan M, Sukumar M (2015) Evaluation and predictive modeling the effects of spice extracts on raw chicken meat stored at different temperatures. *J Food Eng*, 166, 29-37
 16. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
 17. Marklund S, Marklund G (1974) Involvement of superoxide amino radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European J Biochem*, 47, 469-474
 18. Gray JI, Dugan JLR (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci*, 40, 981-984
 19. Folin O, Denis W (1912) On Phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem*, 12, 239-249
 20. Witte VC, Krauze GF, Bailey ME (1970) New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci*, 35, 582-585
 21. Shim SY, Choi YS, Kim HY, Kim HW, Hwang KE, Song DH, Lee MA, Lee JW, Kim CJ (2012) Antioxidative properties of onion peel extracts against lipid oxidation in raw ground pork. *Food Sci Biotechnol*, 21, 565-572
 22. Min KC, Jhoo JW (2013) Antioxidant activity and inhibitory effect of *Taraxacum officinale* extracts on nitric oxide production. *Korean J Food Sci Technol*, 45, 206-212
 23. Lee JA (2017) Antioxidative capacity and quality characteristics of *Yanggaeng* added with *beaknyuncho (opuntia ficus-indica var. saboten)* powder. *Culi Sci Hos Res*, 23, 33-42
 24. Kwak CS, Kim SA, Lee MS (2005) The correlation of antioxidative effects of 5 Korean common edible seaweeds and total polyphenol content. *J Korean Soc Food Science and Nutrition*, 34, 1143-1150
 25. Choi SY, Kim SY, Hur JM, Choi HG, Sung NJ (2006) Antioxidant activity of solvent extracts from *Sargassum thunbergii*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 35, 139-144
 26. Nam SM, Ham SS, Oh DH, Kang IJ, Lee SY, Chung CK (1998) Effects of *Artemisia iwayomogi Kitamura* ethanol extracts on lowering serum and liver lipids in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 338-343
 27. Lee SG (2005) The therapeutic effect of *Artemisia capillaris* extract on hepatic damage induced by carbon tetrachloride in rats. *J Vet Clin*, 22, 206-213
 28. Seo KI, Yang KH, Shim KH (1999) Antimicrobial and antioxidative activities of *Opuntia ficus-indica var. saboten* extracts. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 355-359
 29. Lim JD, Yu CY, Kim MJ, Yun SJ, Lee SJ, Kim NY, Chung IM (2004) Comparison of Sod activity and

- phenolic compound contents in various Korean medicinal plants. Korean J Med Crop Sci, 12, 191-202
30. Kim YR, Lee BK, Kim JY, Kim JS, Lee WS, Lee SY, Kim EJ, Ahn BK, Kang CW (2009) Effects of dietary locally grown herbs (*Mentha piperascens*, *Rubus coreanus*, *Tagetes patula*) on the growth performance and meat quality of broiler chicken. Korean J Food Sci Anim Resour, 29, 168-177
31. Lee JJ, Lee JS, Choi YI, Lee HJ (2013) Antioxidant activity of Sansa (*Crataegi fructus*) and its application to the pork tteokgalbi. Korean J Food Sci Anim Resour, 33, 531-541
32. Kang JO, Lee SG (2008) Effects of *Opuntia ficusindica* pigment and sodium lactate on nitrite-reduced sausages. Kor J Anim Sci Technol, 50, 551-560
33. Jung HS (2004) Quality of characteristics of Paeksulgis added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. Korean J Soc Food Cookery Sci, 20, 637-642
34. Deymer DI, Vandekerckhove P, Moermans R (1979) Compounds determining pH in dry sausage. Meat Sci, 3, 161-167
35. Ketelaere A, Demeyer D, Vandekerckhove P, Vervaeke I (1974) Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. J Food Sci, 39, 297-30036.
- Kim SM, Cho YS, Sung SK (2001) The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. Korean J Food Sci Technol, 33, 626-632
37. Dierick N, Vandekerckhove P, Demeyer D (1974) Changes in nonprotein nitrogen compounds during dry sausage ripening. J Food Sci, 39, 301-304
38. Kim HY, Jeong JY, Choi JH, Lee MA, Lee JH, Chang KH, Choi SY, Paik HD, Kim CJ (2006) Effects of ethanol extracts of *Bacillus polyfermenticus* SCD on tteokgalbi quality during storage. Korean J Food Sci Anim Resour, 26, 478-485