

소리쟁이 추출물의 항산화 활성과 이를 첨가한 양념돈육의 품질특성

김현정¹ · 황은영² · 임남경² · 박수경³ · 이인선^{1,2,*}

¹계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터, ²계명대학교 식품공학학과, ³(주)정성푸드윌 기업부설연구소

Antioxidant Activities of *Rumex crispus* Extracts and Effects on Quality Characteristics of Seasoned Pork

Hyun-Jeong Kim¹, Eun-Young Hwang², Nam-Kyung Im², Soo-Kyoung Park³, and In-Seon Lee^{1,2,*}

¹The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University

²Department of Food and Technology, Keimyung University

³The Industrial R&D Center of Jungsung FoodAll Co. Ltd.

Abstract Antioxidant activities of ethanol extracts of *Rumex crispus* (RC) were investigated *in vitro*. Contents of total polyphenols and total flavonoids in RC ethanol extracts were $108.24 \pm 3.29 \mu\text{g}/\text{mg}$ and $33.06 \pm 2.24 \mu\text{g}/\text{mg}$, respectively. The antioxidant capacities of RC extracts were high. The RC extracts were capable of directly scavenging DPPH free radicals by acting as reducing agents. This study was also conducted to evaluate the quality characteristics of seasoned pork treated with RC extracts during storage at 4°C for 21 days. Seasoned pork was produced containing 0, 1, and 3% RC extracts and 0.1% BHA. The DPPH scavenging effect of the seasoning sauces was increased by the addition of RC extracts. The total bacteria and TBARS values of seasoned pork with RC extracts were decreased compared to control, whereas coliform bacteria were not detected after longer storage periods. With regards to sensory evaluation, seasoned pork treated with 1% RC had stronger odor, juiciness, and tenderness compared to seasoned pork. These results suggest that it is possible to manufacture seasoned pork with RC extracts for the improvement of shelf-life and quality.

Key words: antioxidant activity, *Rumex crispus*, seasoned pork, quality characteristics

서 론

인간을 비롯한 호기성 호흡을 하는 생물들은 산소를 이용하여 생명유지에 필요한 에너지를 발생시키는 과정 중 생성되는 활성산소들의 위해작용에 대한 근본적인 자기방어기구를 가지고 있다. 그러나 조직의 방어기구에 해소되지 못한 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 세포구성성분들인 지질, 단백질, 당, DNA 등에 대하여 비선택적, 비가역적인 파괴 작용을 나타냄으로써 노화는 물론 암을 비롯하여 뇌졸중, 파킨슨씨병 등의 뇌질환과 심장질환, 허혈, 동맥경화, 피부손상, 염증, 자가면역 질환 등의 각종 질병을 유발한다. 또한 ROS는 세포노화, 세포막분해, 지방산화 등의 심각한 생리적인 장애를 일으키기도 한다(1,2).

활성산소와 free radical 생성을 방지하기 위해 butylated hydroxytoluene(BHT), butylated hydroxyanisole(BHA), propyl gallate (PG), tertiary-butylhydroquinone(TBHQ) 등 수많은 합성항산화 물질들이 개발, 이용되어 왔는데(3), 그 중 항산화 효과가 뛰어난 BHT와 BHA는 간 비대, 간장 중 microsomal enzyme 활성 증가, 체내흡수물질의 독성화 혹은 발암 가능성(4) 등의 문제점이 초래

되어 그 사용이 크게 제한을 받고 있어, 안전성과 기호성이 문제가 되지 않는 천연 항산화제 개발 연구가 중요하다.

돈육은 우리나라에서 가장 소비가 많은 육류로서 대부분 신선육, 양념육, 가공육으로 판매되고 있다. 양념육은 식육 함량이 60% 이상으로 식염, 조미료, 향신료 등으로 양념하고 냉장 또는 냉동한 것을 의미한다(5). 일반적으로 양념육에 사용되는 양념류는 돈육의 냄새 제거, 연육 효과, 풍미 향상, 육의 보수력 증진, 조직감 부여 등의 효과를 가진다(6). 특히 양념육은 유통 중 변질을 막기 위해 화학적 합성보존제를 사용하고 있어 소비자의 기피현상과 유해성 논란이 생길 수 있으므로, 양념돈육의 저장성 향상과 기능성을 보강할 수 있는 새로운 천연 항산화제 개발이 필요한 실정이다.

최근 β -carotene, L-ascorbic acid 및 α -tocopherol과 같은 천연 항산화제와 함께 녹차, 감잎차 등에 다량 함유되어 있는 폴리페놀 성분이 강력한 항산화능을 가져 인체를 유해산소로부터 보호해 주는 역할을 한다고 보고되면서(7,8), 식용식물로부터 새로운 천연항산화제로서의 가능성을 확인하는 연구가 이루어지고 있다. 특히 돼지고기 양념재료에 프로폴리스 및 한약재(9)나 인삼분말(10)을 첨가한 후 양념육의 저장기간 연장과 함께 지질 산화가 억제되었으며, 복분자 추출물(11)이나 산사와 현초(12)를 첨가한 양념돈육은 항산화효과가 증가하고 지질 산패가 억제되었으며, 올리브유 처리 토마토 분말과 정제 lycopene을 첨가한 양념육에서 지방산화가 억제되기도 하였다(13).

한편 소리쟁이(*Rumex crispus*)는 마디풀과에 속한 다년생 초본으로 습지 근처에서 잘 자라는 국내 자생식물로, 민간에서는 어

*Corresponding author: In-Seon Lee, Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea
Tel: 82-53-580-5538

Fax: 82-53-580-5538

E-mail: inseon@kmu.ac.kr

Received February 12, 2010; revised March 17, 2010;

accepted March 22, 2010

린순을 식용으로 이용하며, 한의학에서는 뿌리를 양재라고 하여 담즙분비 장애, 변비, 담낭질환, 비장질환, 피부병, 임파절 질환을 비롯하여 여러 증상이나 암의 보조치료제로 사용하고 있다(14). 소리쟁이의 유용성분으로는 사포닌, 탄닌, 플라보노이드, 정유와 chrysophanol, emodin 등의 anthraquinone 등이 알려져 있고(15), 최근에는 항균 작용, 항진균 작용, 항산화 작용, 소염진통작용 및 간 보호효과 등이 있다고 보고(16,17)되기도 하였다. 그러나 소리쟁이를 첨가하여 식육의 저장성이나 품질 개선효과를 살펴본 예는 아직 없다.

이에 본 연구에서는 양념 돈육의 저장성과 기능성 증진을 위한 새로운 항산화활성 소재로 활용하고자, 먼저 소리쟁이 주정추출물을 제조하여 항산화 활성을 검토한 다음 이 추출물을 양념 돈육에 첨가하여 21일간 냉장보관하면서 저장중 돈육의 저장성 및 품질 특성에 미치는 영향을 검토해 보았다.

재료 및 방법

시료조제

소리쟁이(*Rumex crispus*) 뿌리 부위를 대구 약령시장에서 구입하여 70% 주정으로 3회 반복 추출하였고, 추출액은 여과지(No. 3, Whatman, Maidstone, England)를 사용하여 여과하고 rotary vacuum evaporator(Rotavapor R-205, BUCHI, Postfach, Switzerland)로 감압농축한 후 동결 건조하여 사용하였다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(18)을 응용하여 tannic acid를 이용한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다. 총 플라보노이드 함량은 Nieva 등(19)의 방법에 의해 측정하였다. 즉 시료 100 μ L를 80% ethanol 900 μ L에 희석한 후 100 μ L를 취하여 10% aluminum nitrate와 1 μ M potassium acetate를 함유하는 80% ethanol 4.3 mL에 혼합하여 실온에서 40분간 방치한 뒤 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 flavonoid 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

Ferric reducing/antioxidant power(FRAP) 측정

FRAP assay는 Benzie와 Strain법(20)을 96 well plate에 맞게 수정하여 실시하였다. 반응액은 300 mM acetate buffer(pH 3.6):10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine):20 mM FeCl₃ · 6H₂O를 10:1:1의 비율로 실험 직전에 만들어 사용하였다. 반응액과 시료를 혼합하여 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 0.1-1 mM FeSO₄ · 7H₂O로 표준곡선을 작성하여 추출물 1 g당 Fe²⁺ mmole로 표시하였다.

α - α -Diphenyl- β -picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거활성

시료의 free radical 소거활성은 stable radical인 DPPH에 대한 환원력을 측정하는 것으로 99% 메탄올에 각 시료를 녹여 농도별로 희석한 희석액 800 μ L와 메탄올에 녹인 0.15 mM DPPH 용액 200 μ L를 가하여 실온에 30분 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물의 유리라디칼 소거활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는데 필요한 시료의 농도인 RC₅₀ 값으로 나타내었다. 이때 활성비교를 위하여 BHA를 사용하였다.

공시재료 및 양념돈육의 제조

원료육은 돼지 등심을 H사 직영매장에서 구입하여 과도한 지

Table 1. Formula for seasoned pork containing *Rumex crispus* extracts

Ingredients	Treatments (g)			
	C	T1	T2	B
Pork loin	80	80	80	80
Seasoning sauce ¹⁾	20	20	20	20
<i>Rumex crispus</i> extracts	-	1	3	-
BHA	-	-	-	0.1
Total	100	101	103	100.1

¹⁾Seasoning sauce were composed of soy sauce 37.5 g, sugar 16.25 g, black pepper 0.375 g, oyster sauce 10 g, worcester sauce 10 g, bay leaf 8.375 g and water 17.5 g.

방과 결체조직을 제거하고 약 0.3 cm 두께로 절단하여 사용하였고, 기타 부재료는 시장에서 구입하여 사용하였다. 돼지고기는 4개의 실험구로 나누어 Table 1과 같은 배합비로 준비한 소스로 제조하였다. 이때 소리쟁이를 첨가하지 않은 대조구(C)와 소리쟁이 추출물을 양념에 각각 1% 및 3%로 첨가한 T1, T2구 그리고 0.1% BHA를 첨가한 양성 대조구(B)로 구분하여 제조하였다. 양념돈육은 돼지등심 200 g에 준비한 각각의 양념 50 g을 넣어 혼합한 후, 4°C의 냉장고에 넣고 18시간 숙성시킨 다음, 각각 비닐(Nylon/polyethylene, Vacuum food storage system, Freshiel, Siheung, Korea)로 진공포장한 후 21일간 냉장보관하면서 사용하였다.

양념 소스의 DPPH radical 소거활성

양념 소스의 free radical 소거 활성능은 소리쟁이 추출물의 free radical 소거활성 측정법과 동일한 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 즉 양념소스 및 소리쟁이 추출물을 첨가한 양념소스 용액을 각각 4 mL씩 취하여 4 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)용액 16 mL에 가하여 10초 동안 진탕한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 DPPH 소거능(%)은 $[1 - (\text{시료의 흡광도} / \text{대조구의 흡광도})] \times 100$ 으로 나타내었다.

pH, 염도 및 육색 측정

잘게 세절한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 homogenizer(Nihonseiki Co., Osaka, Japan)로 5,000 rpm에서 3분간 균질하여 pH-meter(Metrohm AG, Zofingen, Switzerland) 및 염도계(TM-30D, Takemura, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 색도는 진공 포장하여 4°C에 저장한 시료를 개봉하여 실온에 3분간 방치한 다음, 0.3 cm의 크기로 잘라 색차계(CR-400, Chroma meter, Minolta Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도)값을 5회 반복 측정하였다.

생균수 측정

양념한 돈육은 시료 10 g에 멸균증류수 90 mL를 첨가하여 Stomacher(LB W400, TMC, Seoul, Korea)를 이용하여 1분 동안 균질화한 후 1 mL를 채취하여 멸균증류수를 사용하여 각각의 시료를 적정 희석하여 총 균수는 plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA), 대장균균수는 violet red bile agar(Difco Laboratories)를 이용하여 37°C에서 24시간 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

지방산패도(Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) 및 휘발성 염기태 질소(volatible basic nitrogen, VBN) 함량 측정
지방산패도는 시료 5 g에 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화

킨 후 균질액 5 mL를 시험관에 취해 7.2% BHA용액 50 µL를 첨가하여 잘 혼합한 후 thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid (TCA) 혼합용액을 5 mL 첨가한 다음 90°C의 항온수조에서 15분간 가열하였다(21). 열처리 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취해 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그리고 VBN 함량은 Takasaka법(22)에 의하여 시험용 재료 10 g에 7% TCA용액 90 mL를 넣고 균질화시켜 그 여액의 1 mL를 취하여 conway unit에 넣어 휘발되는 염기태 질소의 양을 0.01 N HCl 용액으로 적정하여 아래 식에 의하여 휘발성 염기태 질소화합물의 양을 구하였다.

$$VBN(mg\%) = \frac{(v_s - v_b) \times f \times 0.14}{s} \times 20 \times 100$$

- v_s: 시료 적정치(mL)
- v_b: 공시험 적정치(mL)
- f: 0.01N HCl 용액의 factor
- s: 시료의 무게(g)

관능검사

관능평가는 계명대학교 식품가공학 전공 학생 및 연구원에게 관능검사에 필요한 훈련과정을 거치게 한 후 신뢰성과 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 10명을 관능요원으로 최종 선발하여 관능검사를 실시하였다. 먼저 돼지등심 200 g, 양념 50 g에 소리쟁이 추출물을 1% 또는 3% 첨가하여 혼합한 후, 4°C의 냉장조에 넣고 18시간 숙성시킨 다음, 가열한 직후 제공하여 냄새(odor), 색(color), 다즙성(juiciness) 그리고 연도(tenderness)에 대하여 각 항목별로 최저 1점, 최고 7점으로 7점 기호도 척도법으로 평가하였다.

통계처리

실험결과와 통계분석은 SAS program을 이용한 일원분산분석법을 실시하여 Duncan's multiple range test에 의해 시료간의 유의적 차이(p<0.05)를 검정하였다.

결과 및 고찰

소리쟁이 추출물의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

식물에 존재하는 폴리페놀화합물은 천연항산화제로써 작용할 수 있다. 식용 가능한 소리쟁이 주정추출물에 존재하는 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 각각 tannic acid, quercetin을 기준물질로 하여 측정하였다(Table 2). 그 결과, 이 시료의 총 폴리페놀 함량은 108.24±3.29 µg/mg, 총 플라보노이드 함량은 33.06±2.24 µg/mg이었다.

울릉도산 산채류 중 섬고사리 잎, 물영경귀 잎의 폴리페놀 함량이 각각 120.69, 130.22 µg/mg으로 높게 나타났고, 섬고사리 잎, 눈개승마 잎, 물영경귀 잎의 플라보노이드 함량이 각각 16.75,

16.47, 13.3 µg/mg으로 보고된 결과(23)와 비교했을 때 소리쟁이 추출물도 비교적 많은 양의 폴리페놀과 플라보노이드를 함유하고 있음을 알 수 있었다.

소리쟁이 추출물의 항산화능(FRAP)

FRAP 방법은 DPPH radical 소거 활성의 측정법과는 메카니즘이 다른 항산화 활성검정법이다(20). DPPH 방법은 free radical을 직접적으로 소거하는 것에 의하여 항산화 활성을 평가하는 방법이며, FRAP방법은 산화 및 환원 반응에 의한 메카니즘 즉 3가 철이 2가철로 환원될 때 발생하는 청색 파장을 593 nm에서 측정하여 환원력을 계산하는 방법이다(20).

소리쟁이 추출물의 FRAP 값이 5.47 mmol Fe²/g로 나타났으며, 이때 양성대조군으로 이용된 BHA는 64.81 mmol Fe²/g으로 나타났다(Table 2). 여주잎(24)의 FRAP 값이 0.42 mmol Fe²/g 이고, 오미자 껍질(25)은 0.30 mmol Fe²/g으로, 소리쟁이 추출물의 FRAP 활성과 이들 시료를 비교하면 소리쟁이 추출물이 10배 정도 큰 항산화 활성능력을 가짐을 알 수 있었다.

DPPH free radical 소거활성

소리쟁이 추출물의 DPPH 소거 활성을 측정한 결과, 100 µg/mL의 농도에서 96%의 소거활성능을 보여, 양성대조군인 10 µg/mL의 BHA와 거의 동일한 DPPH 소거 활성을 보였다. 또한 소리쟁이 추출물의 DPPH 소거 활성에 대한 RC₅₀ 값은 19.29 µg/mL 이었다(Table 3). 한국산 약용식물 중 감잎, 고로쇠나무 잎, 모과나무 잎, 산수유 잎의 RC₅₀ 값이 각각 64.47, 39.4, 46, 44.4 µg/mL이라는 보고(26)와 비교해서 소리쟁이 추출물의 RC₅₀ 값이 19.29 µg/mL이므로 이들 시료보다 더 우수한 DPPH 소거활성을 가짐을 확인하였다. 따라서 소리쟁이는 높은 폴리페놀화합물 및 플라보노이드 함량을 가지는 우수한 항산화 소재라고 사료된다.

소리쟁이 추출물 함유 양념소스의 DPPH 소거활성

소리쟁이 추출물 첨가에 의한 양념 소스의 DPPH 소거활성을 측정한 결과, Fig. 1과 같이 대조구보다 소리쟁이 추출물의 농도가 증가할수록 소거능이 증가하였다. 즉 0.5% 추출물 첨가구에서 63.71% 정도의 소거능을 보이고, 1-3% 첨가구에서는 69.95-72.77% 이상의 소거능을 보였다. 이는 산사 또는 현초 첨가에 의해 양념소스의 항산화 효과가 증가하였다는 결과(12)와 유사한 경향이였다. 따라서 소리쟁이 추출물이 가진 항산화 활성에 의해 이를 첨가한 양념소스에서도 항산화 활성이 존재하여, 소리쟁이 추출물을 첨가한 양념소스로 제조한 돈육에서도 항산화 활성이 기대되었다.

소리쟁이를 첨가한 양념돈육의 pH 및 염도의 변화

소리쟁이 추출물을 1% 및 3%로 첨가한 돼지 양념육을 제조하여 4°C에서 21일간 저장하면서 pH 및 염도의 변화를 측정할 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 저장 초기 pH는 5.05-5.07로 나타났

Table 2. Total polyphenol and total flavonoid contents and FRAP (ferric reducing/antioxidant powers) activity of *Rumex crispus* ethanol extracts

Sample	Total polyphenols ¹⁾ (µg/mg)	Total flavonoids ²⁾ (µg/mg)	FRAP value (mmol Fe ² /g)
<i>Rumex crispus</i> extracts	108.24±3.29 ³⁾	33.06±2.24	5.47±0.70
BHA	-	-	64.81±0.82

¹⁾Milligrams of total polyphenol content/g of plants based on tannic acid as standard.
²⁾Milligrams of total flavonoid content/g of plants based on quercetin as standard.
³⁾Each value is mean±SD (n≥3).

Table 3. Scavenging effects of *Rumex crispus* ethanol extracts and butylated hydroxyanisole (BHA) on α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl radicals (DPPH ·)

Sample	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Scavenging effect (%)	RC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
<i>Rumex crispus</i> extracts	10	32.02 \pm 3.16 ¹⁾	19.29 \pm 0.77
	50	91.08 \pm 5.04	
	100	96.31 \pm 4.71	
BHA	1	25.45 \pm 8.21	3.11 \pm 1.15
	10	96.34 \pm 0.29	

¹⁾Each value is mean \pm SD (n \geq 3).

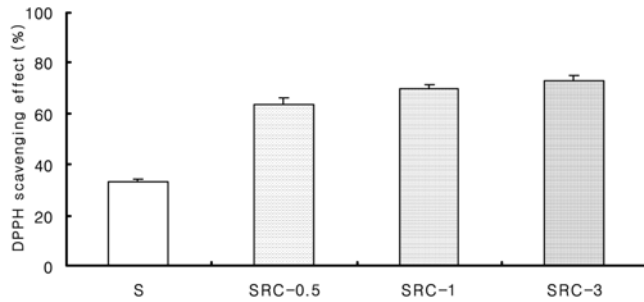


Fig. 1. Scavenging effects of pork seasoning sauce added with *Rumex crispus* ethanol extracts. S, seasoning sauce; SRC-0.5, seasoning sauce+0.5% *Rumex crispus* ethanol extracts; SRC-1, seasoning sauce+1% *Rumex crispus* ethanol extracts; SRC-3, seasoning sauce+3% *Rumex crispus* ethanol extracts.

으며, 저장 7일째 저장초기보다 pH가 증가하였다가 저장기간이 증가할수록 pH가 감소하는 경향이였다. 저장 14일째에는 대조구에 비해 T2구와 B구에서 유의적으로 pH가 낮아졌으나 21일째에는 각 처리별 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이는 저장시간이 길어질수록 호기성 미생물이 증가되어 pH가 낮아졌다는 Lee 등 (27)의 보고와 유사한 경향을 보였다. 그러나 염도를 측정된 결과 저장 7일째에 T2와 B구의 경우 대조구에 비해 염도가 조금 감소되는 경향을 보였을 뿐 저장 시간이 경과할수록 염도는 각 처리별 차이를 보이지 않았다. 이는 소리쟁이 추출물이 식육내로 염의 침투를 막거나 염의 농도를 감소시키는 등의 염의 농도 변화에는 별 영향이 없음을 알 수 있었다.

소리쟁이를 첨가한 양념돈육의 색도 변화

육색은 고기의 외관과 직접적으로 연결되어 소비자들의 구매를 결정하게 하는 중요한 요인 중 하나이다. 육색의 명도를 나타내는 L*값과 적색도를 나타내는 a*값 및 황색도를 나타내는 b*값을 측정된 결과 Table 4와 같이, 저장 직후에 비해 저장 7일째에 각 처리별 차이없이 L*, a* 값이 가장 증가하였다가 저장기간이 경과함에 따라 이들 값이 감소하는 추세를 보였으나, b* 값은 7일째 다소 감소되었다가 14일 이후부터 증가하는 경향이였다.

1% 소리쟁이 추출물을 첨가한 T1구는 대조구와 비교해서 저장 초기에는 L*, a* 값이 감소하다가 저장기간이 증가할수록 이들 값이 증가하였다. 특히 저장 14일 이후부터는 L* 값 및 a* 값이 T1구의 경우 각각 69.50-69.83, 9.67-10.88로 B구의 62.02-69.74, 10.51-10.77와 유의적 차이없이 비슷한 경향으로 증가하였으며, 반면 T2구는 T1구와 비교해서 L*, a* 값이 유의적으로 감소하였으며 b* 값은 차이를 보이지 않았다. 이는 1% 소리쟁이 추출물의 첨가는 명도, 적색도를 증가시켜 양념 돈육의 품질 개선에 영향을 줄 것으로 여겨졌으나, 소리쟁이 추출물의 첨가량이 3%일 경우 명도, 적색도가 감소되어 기호도가 다소 감소될 것으로 여겨졌다.

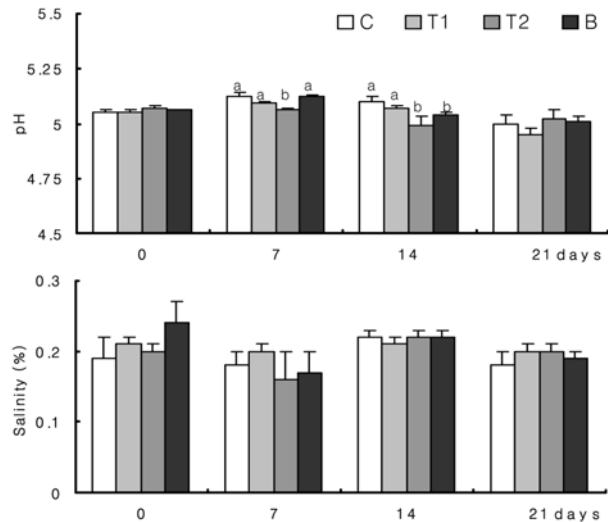


Fig. 2. Changes in pH and salinity values of seasoned pork added with *Rumex crispus* extracts during storage at 4°C for 21 days. Treatments are the same as in Table 1. Means with different letter in the same incubation periods are significantly different ($p < 0.05$).

소리쟁이를 첨가한 양념돈육의 미생물의 변화

제조한 양념돈육의 총 세균 및 대장균군수를 측정된 결과, 총 세균수는 저장기간이 길어짐에 따라 증가하였으며, 특히 대조구에서 총 세균수의 가장 큰 증가를 보였다. 그러나 저장 14일째에는 T2구와 B구에서 대조구에 비해 유의적으로 총 세균이 감소되었고, 저장 21일째에는 대조구 5.79 log CFU/g에 비해 T1, T2, B구 모두 5.37-5.54 log CFU/g으로 유의적으로 총 세균이 감소되었다(Table 5). 이는 양념돈육에 5% 산사와 현초를 첨가하여 15일간 저장시에 총 균수가 대조구에 비해 감소되었다는 보고(12)와 유사한 경향이였다. 또한 소리쟁이 메탄올추출물은 높은 항균 효과를 가진다는 보고(14)처럼 소리쟁이 추출물의 첨가로 인해서 저장기간이 증가할수록 양념돈육에서 미생물의 생육이 억제되었고, 특히 합성보존제인 BHA 처리구와 유사하게 총 세균이 억제되어 소리쟁이 추출물은 미생물의 생육을 제어함을 알 수 있었다. 일반적으로 식품에서 총 균수가 6 log CFU/g에 도달하면 부패초기, 7 log CFU/g에 이르면 심한 부패로 더 이상 가식이 불가능한 것으로 판정한다(28). 저장 21일째에도 최고 총 균수가 5.37-5.79 log CFU/g으로, 부패초기로 판정하는 6 log CFU/g을 넘지 않아 양념돈육 시료 모두 부패되지는 않았음을 알 수 있었다.

또한 제조한 양념돈육의 대장균군수를 조사한 결과, 저장 0일째에는 각 처리별 차이없이 대장균군수가 2.15-2.63 log CFU/g로 확인되었으나, 저장기간이 증가할수록 대조구에서만 대장균이 검출되고 T1, T2, B구에서는 대장균이 검출되지 않았다. 저장 초기 대장균군수가 모든 처리구에서 검출되었는데, 이는 양념류나 양

Table 4. Changes in color values of seasoned pork added with *Rumex crispus* extracts during storage at 4°C for 21 days

Items	Treatments ¹⁾	Storage days			
		0	7	14	21
L*	C	50.23±1.25 ^{a2)}	71.60±4.98 ^{ab}	60.48±0.92 ^c	59.36±5.61 ^b
	T1	46.02±1.01 ^b	70.54±2.88 ^b	69.83±0.33 ^a	69.50±2.75 ^a
	T2	41.51±1.46 ^c	72.08±2.41 ^b	63.72±1.07 ^b	55.63±6.10 ^b
	B	49.59±0.89 ^a	78.60±2.37 ^a	69.74±1.37 ^a	62.02±7.92 ^{ab}
a*	C	11.44±0.51 ^a	14.96±2.03 ^{ab}	9.84±0.70 ^a	9.72±0.73 ^{ab}
	T1	10.81±0.63 ^a	12.40±1.05 ^b	10.88±1.51 ^a	9.67±0.46 ^{ab}
	T2	9.49±0.29 ^b	13.17±1.12 ^b	8.84±1.02 ^a	8.99±0.36 ^b
	B	10.75±0.50 ^a	18.01±1.52 ^a	10.77±0.14 ^a	10.51±0.90 ^a
b*	C	15.29±0.61 ^c	11.72±3.46 ^b	13.92±0.27 ^c	15.90±2.40 ^b
	T1	16.44±0.41 ^b	19.04±2.21 ^{ab}	23.92±0.33 ^a	22.33±1.25 ^a
	T2	19.50±0.78 ^a	22.81±2.70 ^a	23.21±0.41 ^a	21.77±0.73 ^a
	B	13.55±1.20 ^c	14.55±1.68 ^b	14.95±0.29 ^b	15.22±0.34 ^b

¹⁾Treatments are the same as in Table 1.

²⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Changes in microbiological properties of seasoned pork added with *Rumex crispus* extracts during storage at 4°C for 21 days

Items	Treatments ¹⁾	Storage days			
		0	7	14	21
Total bacteria (log CFU/g)	C	3.69±0.02 ^{c2)}	5.12±0.21 ^a	5.28±0.11 ^a	5.79±0.03 ^a
	T1	4.05±0.08 ^b	5.02±0.12 ^a	5.24±0.07 ^a	5.54±0.06 ^b
	T2	3.99±0.13 ^{bc}	5.11±0.07 ^a	4.84±0.32 ^b	5.44±0.17 ^b
	B	5.02±0.04 ^a	5.08±0.08 ^a	5.09±0.07 ^b	5.37±0.20 ^b
Coliform bacteria (log CFU/g)	C	2.63±0.35	3.43±0.51	3.00±0.00	3.60±0.03
	T1	2.30±0.00	ND	ND	ND
	T2	2.50±0.17	ND	ND	ND
	B	2.15±0.21	ND	ND	ND

¹⁾Treatments are the same as in Table 1.

²⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

념 과정 중에 대장균의 혼입으로 나타난 것으로 생각된다. 5% 산사와 현초를 첨가한 양념돈육(12)은 저장 5일, 10일째에도 대장균수가 검출되다가 15일 이후부터 대장균수가 검출되지 않았는데, 본 실험에서는 저장 7일 이후부터 대장균수가 검출되지 않아 소리쟁이 추출물은 대장균에 대한 높은 억제 활성을 가진 것으로 보였다. 특히 소리쟁이 추출물을 첨가하여 제조한 양념돈육은 합성보존제인 BHA 처리구와 유사하게 대장균의 증식을 보이지 않아 소리쟁이 추출물은 대장균 생육을 억제하여 저장성 향상에 기여하리라 기대된다.

지방산패도(TBARS) 및 휘발성 염기태 질소(VBN) 함량 변화

양념 돈육의 저장중 TBARS와 VBN 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 지방 산화가 진행되면 malonaldehyde(MA), acetal 화합물 등이 증가하는데, 이에 2-TBA를 반응시켜 발색된 정도로부터 이들 화합물 즉 산화의 촉진 정도를 측정하고 있다(21). Brewer 등(29)은 신선육의 경우 MA의 양이 0.2 mg/kg 이하 범위에서 신선하다고 하였으며, 식육의 지방 산패도가 높아지는 것은 지방분해 효소 미생물의 대사 등에 의해 지방이 분해됨으로써 형성되는 분해물질에 의한 것이라고 하였다. TBA치는 육의 관능검사와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 0.46 mg/kg 이하에서는 가식권으로 인정하지만 1.2 mg/kg 이상이면 부패한 것으로 보고되기도 한다(30). 저장초기 양념육의 지방산패도는 각 처리별 차이없이 0.11-0.12

mg MA/kg이었다가, 저장 7일째 대조구는 0.31 mg/kg으로 급격한 증가를 보이는데 반해 3% 소리쟁이추출물을 첨가한 T2구와 B구는 0.13-0.16 mg/kg의 범위로 대조구에 비해 지방산패가 유의적으로 억제되었다(Fig. 3). 저장 14일 이후 각 처리별 모두 TBARS치가 크게 증가하였지만, 대조구에 비해 소리쟁이 추출물 첨가구인 T1, T2 및 B구에서 TBARS치가 감소되었으며, 21일째에는 T1, T2, B구 모두 0.34-0.42 mg/kg으로 대조구 0.65 mg/kg보다 유의적으로 낮은 TBARS치를 보였고, 특히 합성항산화제 처리구인 B구는 T1, T2구보다 유의적으로 낮은 TBARS치를 보여 가장 큰 지방 산패가 억제됨을 확인하였다. 이는 항산화능이 알려진 복분자 에틸아세테이트 및 에탄올 추출물 2,000 µg/mL을 첨가한 돈육에서 TBARS 값이 감소되고(31), 생 토마토를 양념 돈육에 첨가하여도 TBARS치가 감소되었다는 보고(13)와 일치하는 경향이 있었다. 따라서 소리쟁이 추출물은 저장 중 양념 돈육의 지방산패 억제 효과를 가지는 것으로 사료되었다.

한편 육제품은 저장기간 중 변패가 진행됨에 따라서 단백질이 아미노산으로, 아미노산이 저분자의 염기태 질소로 분해된다(29). VBN의 함량은 육 및 육제품의 신선도를 평가하는데 중요하고, 관능적 특성에도 관여한다. 양념 돈육의 VBN값을 측정할 결과, 저장기간이 증가할수록 VBN 함량이 증가하였으나 각 처리별 유의적인 차이는 보이지 않았다(Fig. 3). 또한 21일간 저장하여도 VBN 함량이 18.47-19.44 mg%로 우리나라 VBN 허용 한계값인

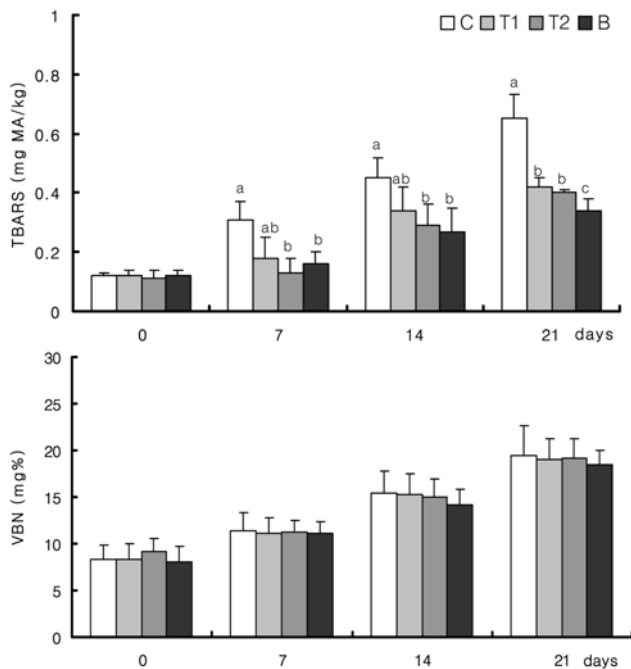


Fig. 3. Changes in TBARS and VBN values of seasoned pork added with *Rumex crispus* extracts during storage at 4°C for 21 days. Treatments are the same as in Table 1. Means with different letter in the same incubation periods are significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Sensory evaluation of seasoned pork added with *Rumex crispus* extracts

Items ¹⁾	Odor	Color	Juiciness	Tenderness
C	4.94±0.17 ^{b2)}	5.50±0.15 ^a	4.56±0.15 ^b	5.06±0.11 ^b
T1	5.25±0.11 ^a	4.63±0.13 ^b	5.63±0.12 ^a	5.56±0.11 ^a
T2	4.75±0.15 ^b	3.00±0.07 ^c	4.31±0.12 ^b	4.38±0.13 ^c

¹⁾Treatments are the same as in Table 1.
²⁾Different superscripts within a column indicate significant difference ($p < 0.05$). Each values indicates the average of the sensory scores in the range from 1 (dislike extremely) to 7 (like extremely) that 10 panels recorded.

20 mg%보다(26,31)는 낮아 이들 양념돈육의 단백질 변화는 진행되지 않은 것으로 판단되었다.

소리쟁이를 첨가한 양념돈육의 관능검사

소리쟁이 추출물을 첨가한 돼지양념육의 관능적 특성에 대한 결과는 Table 6에 나타내었다. 기본양념을 한 대조구에 비해 1% 소리쟁이추출물을 첨가한 T1구에서 냄새(odor), 다즙성(juiciness) 그리고 연도(tenderness)가 유의적으로 높은 값을 나타내었으나, 색(color)은 소리쟁이 첨가로 인해 유의적인 감소를 보였다. 그리고 소리쟁이추출물을 3%로 첨가한 T2구의 경우, 관능평가 값이 대조구보다 낮은 것으로 나타났다. 이는 소리쟁이 첨가량이 증가할수록 소리쟁이 고유의 색이나 향이 강해져 다소 거부감을 준 결과로 생각된다. 따라서 소리쟁이 추출물을 1%로 첨가하여 양념한 돈육은 관능평가에서 우수하여 향후 제품화가 가능할 것으로 기대된다.

요 약

소리쟁이 주정추출물은 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 각각 108.24±3.29 µg/mg, 33.06±2.24 µg/mg이었고, 환원제로 작용하며 DPPH 소거활성을 가지는 높은 항산화능을 보였다. 소리쟁이 추출물을 첨가한 양념소스에서 시료첨가량이 증가할수록 DPPH 소거능이 증가함을 확인하였다. 또한 소리쟁이 추출물을 첨가한 양념 돈육을 제조하여 4°C에서 21일간 저장하면서 품질 특성을 검토한 결과, 소리쟁이 첨가 양념돈육은 0.1% BHA 처리구와 유사하게 대조구에 비해 총세균수 및 지방산패도가 감소되었으며, 대장균군은 검출되지 않았다. 특히 소리쟁이 추출물을 1% 첨가한 양념돈육은 대조구보다 냄새, 다즙성, 연도에서 높은 관능값을 보였다. 따라서 우수한 항산화능을 가진 소리쟁이 추출물은 양념 돈육에서 저장성 및 품질특성의 개선에 도움을 줄 수 있는 소재라고 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지원 계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터에 의한 것입니다.

문 헌

- Packer L. Methods in Enzymology. Vol. 233, pp. 15-35. In: Oxygen Radicals in Biological Systems. L Packer (ed). Academic Press, San Diego, CA, USA (1994)
- Kandaswami C, Middleton E Jr. Advances in experimental medicine and biology. Vol. 366, pp. 351-376. In: Free Radicals in Diagnostic Medicine. D Armstrong (ed). Plenum Press, New York, NY, USA (1994)
- Davies KJA. Free radicals and oxidative stress. pp. 1-31. In: Environment, Drugs and Food Additives. C Rice-Evans, B Halliwell and G G Lunt (ed). Portland Press, Portland, ME, USA (1995)
- Chance B, Sies H, Boveris A. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. Physiol. Rev. 59: 527-605 (1979)
- KFDA. Official Book for Food. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 1-30 (2002)
- Oh DH. Studies on the quality of cured meat in the processing. PhD thesis, Chonbuk National University, Jeonju, Korea (1986)
- Na GM, Han HS, Ye SH, Kim HK. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Cassia tora* L. extracts. Korean J. Food Culture 19: 499-505 (2004)
- Kim HK, Na KM, Ye SH, Han HS. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Lycium chinense* extracts. Korean J. Food Preservation 11: 352-357 (2004)
- Han GJ, Shin DS, Kim JS, Cho YS, Jeong KS. Effects of propolis addition on quality characteristics of oriental medicinal seasoning pork. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 75-81 (2006)
- Cho SH, Park BY, Yoo YM, Chae HS, Wyi JJ, Ahn CN, Kim JH, Lee JM, Kim YK, Yun SG. Physico-chemical and sensory characteristics of pork bulgogi containing ginseng saponin. Korean J. Food Sci. Anim. Resour. 22: 30-36 (2002)
- Lee SH, Kang KM, Park HJ, Baek LM. Physiological characteristics of medicinal plant extracts for use as functional materials in seasoning sauce for pork meat. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 100-105 (2009)
- Lee SH, Jeong EJ, Jung TS, Park LY. Antioxidant activities of seasoning sauces prepared with *Geranium thunbergii* sieb. et Zucc. and *Crataegi fructus* and quality changes of seasoned pork during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 57-63 (2009)

13. Kim IS, Jin SK, Kang SN, Hur IC, Choi SY. Effect of olive-oil prepared tomato powder and refining lycopene on the physicochemical and sensory characteristics of seasoned raw pork during storage. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 29: 334-339 (2009)
14. Jeong GT, Lee KM, Park DH. Study of antimicrobial and antioxidant activities of *Rumex crispus* extract. *Korean Chem. Eng. Res.* 44: 81-86 (2006)
15. Chang SW, Kim IH, Han TJ. Antraquinone productivities by the cultures of adventitious roots and hairy roots from Culed Dock(*Rumex crispus*). *Korean J. Plant Tissue Culture* 26: 7-14 (1999)
16. Hwang SW, Ha TJ, Lee JR, Nam SH, Park KH, Yang MS. Isolation of Antraquinone derivatives from the root of *Rumex crispus* H. J. *Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 274-278 (2004)
17. Lee SS, Kim DH, Yim DS, Lee SK. Antiinflammatory, analgesic and hepatoprotective effect of semen of *Rumex crispus*. *Korean J. Pharmacogn.* 38: 334-338 (2007)
18. Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phospho-molybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-249 (1912)
19. Nivea MMI, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* 71: 109-114 (2000)
20. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239: 70-76 (1996)
21. Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Bessert MW, Struck GM, Olson FC. Use of the 2-thiobarbutric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *Food Technol.* 8: 326-330 (1954)
22. Takasaka O. Measurement and freshness of meat products. *Syokuhin Kougyou* 18: 105-111 (1975)
23. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 233-240 (2005)
24. Kubola J, Siriamornpun S. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts *in vitro*. *Food Chem.* 110: 881-890 (2008)
25. Sun J, Yao J, Huang S, Long X, Wang J, Garcia-Garcia E. Antioxidant activity of polyphenol and anthocyanin extracts from fruits of *Kadsura coccinea* (Lem.) A.C. Smith. *Food Chem.* 117: 276-281 (2009)
26. Lee SE, Seong NS, Bang JK, Park CG, Sung JS, Song J. Antioxidative activities of Korean medicinal plants. *Korean J. Med. Crop. Sci.* 11: 127-134 (2003)
27. Lee CH, Park HS. The effects of added garlic oleoresin on quality and shelf life of beef hamburger patties. pp. 27-33. *Animal Resources Research Center, Konkuk University, Seoul, Korea* (2000)
28. Park KJ, Jung SW, Park BI, Kim YH, Jeong JW. Initial control of microorganism in kimchi by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid-water. *J. Food Sci. Technol.* 28: 1104-1110 (1996)
29. Brewer Ms, Ikins WG, Harbers CAZ. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packing. *J. Food Sci.* 57: 558-563 (1992)
30. Min HS, Jin SK, Kim IS. Effects of addition of hot-air dried tomato powder on the physicochemical and sensory properties of meat patties during frozen storage. *J. Anim. Sci. Technol.* 51: 61-68 (2009)
31. Cho WG, Han SK, Sin JH, Lee JW. Antioxidant of heating pork and antioxidative activities of *Rubus coreanus* Miq. extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 820-825 (2008)