

카르노스산에 의한 화이트소시지의 항산화 및 항균 효과

이조원* · 최일신* · 김완섭**

Antioxidant and Antibacterial Effects of Carnosic Acid on White Sausage

Lee, Jo-Won · Choe, Il-Shin · Kim, Woan-Sub

The relevant main constituents of rosemary are compound of a vast number of polyphenolics, including carnosic acid, carnosol, rosmarinic acid, and ursolic acid. Recently, phenolic compounds of plant origin have attracted considerable attention due to their beneficial functional and nutritional effects including antioxidant and antibacterial activity. This study was carried out to investigated effect of carnosic acid on pH, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), volatile basic nitrogen (VBN), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, and total bacteria counts in white sausage during the storage at room temperature. Addition of carnosic acid was decreased of pH, TBARS, VBN, and enhanced antioxidant and antibacterial activity in white sausage. These activities increased with increasing concentrations of carnosic acid. Furthermore, the potent antibacterial activities of carnosic acid against pathogenic bacteria (*Escherichia coli* KCCM 11234 and *Salmonella enteritidis* KCCM 12021) were measured. Carnosic acid showed noticeable inhibitory effects on *E. coli* and *S. enteritidis*. In conclusion, carnosic acid might be used as a natural preservative in white sausage.

Key words : *carnosic acid*, *rosemary extracts*, *antibacterial*, *antioxidant*, *white sausage*

I. 서 론

식육과 육제품은 단백질, 지방, 필수지방산, 비타민, 그리고 미네랄 등의 중요한 영양원이다. 고기와 육제품의 소비가 증가함으로써, 소비자들은 지방과 콜레스테롤 함량의 저하,

* 한경대학교 동물생명환경과학과

** Corresponding author, 한경대학교 동물생명환경과학과(kimws@hknu.ac.kr)

소금과 nitrite의 함량감소, 그리고 지방산조성의 개선과 건강을 강화할 수 있는 요소를 함유한 친환경의 고기와 육제품을 요구하고 있다.

BHA(butylated hydroxy anisole), BHT(butylated hydroxy toluene)과 PG(propyl gallate)와 같은 합성항산화제의 이용은 항산화 효과가 매우 높지만, 최근 안전성 문제가 동물실험에서 보고되어 장기적으로 섭취하였을 경우 독성문제 야기할 수 있다(Kyrtopoulos, 1989). 따라서 천연의 항산화제인 tocopherol, flavonoid, 그리고 로즈마리 추출물의 이용이 증가하고 있다(Bruni 등, 2004; Hras 등, 2000; Williams 등, 2004). 특히 로즈마리와 그의 추출물은 일반적으로 식품가공분야 즉, 향미료(flavoring agent)와 향신료(spice), 화장품, 약제, 음료 등에서 널리 응용되고 있다(Aruoma 등, 1996; Nissen 등, 2000; Shylaja와 Peter, 2004).

로즈마리(rosemary)는 *Rosemarinus officinalis* L.(Family Lamiaceae)로, 일반적으로 방향성을 지닌 상록과목이며 잎은 침엽수이다. 또한 로즈마리는 다년생 허브로서 음식에 자주 이용되고 있다. 지중해 지역이 원산지이지만, 현재는 중국, 인도, 알제리의 사하라, 북중미, 북유럽과 영국 등 전세계에서 재배되고 있다(Liu 등, 2011; Peng 등, 2007). 로즈마리의 주요성분은 carnosic acid, carnosol(COH), rosmarinic acid(RA), ursolic acid 등의 폴리페놀(polyphenolic)로 구성되어 있다(Cuvelier 등, 1994). 카르노스산은 강력한 항산화 작용 외에 항균 작용, lipid absorption inhibitor, antiangiogenic 활성제 등의 생물학적 활성이 보고되어 있다(Kayashima와 Matsubara, 2012; Ninomiya 등, 2004).

식육과 육제품의 저장기간은 주로 부패와 지방질과산화의 두 요인에 의해 저장기간이 결정되고 있다. 따라서 식품산업에 있어서 중요한 것은 병원성미생물의 성장을 억제하는 것에 의해 안전성을 지키는 것과 산화에 의해 식품이 변질되는 것을 방지하는 것이다.

화이트소시지는 훈연을 하지 않고 제조하는 신선소시지의 일종으로 보존성이 낮은 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 로즈마리 추출물 중 하나의 성분인 카르노스산을 인공 보존료 대신 화이트소시지 원료에 첨가하여 가열처리 후, 가속저장법의 조건(30°C, incubation)을 일부 수정한 25°C에서 저장기간 동안 제품의 이화학 및 미생물의 변화를 측정하였다. 또한 카르노스산이 병원성 미생물의 생장억제에 미치는 영향을 검증하고, 안정성을 확보한 화이트소시지의 천연보존제로서 적용하고자 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료제조

화이트소시지(100g)는 돈육(60g), 파슬리(3g), 청양고추(16g), 식염(8g), 뮤엔치너(6g), 양파분(4g), 인산염(3g)을 혼합하여 제조하였으며, 카르노스산(>90%)은 GBLS사(Korea)로부터

로즈마리 추출물로부터 정제된 제품을 구입하였다. 시험용 화이트소시지의 분말 카르노스산 함유량은 각각 1%(T1)와 2%(T2)로 하였다. 시험용 화이트소시지는 25g을 10mm의 두께로 성형 후, 멸균된 복합필름 포장재(Polyethylene and Nylon)에 넣고 밀봉하였다. 밀봉된 시험용 화이트소시지는 75°C 항온 수조에서 30분간 열처리한 후, 실온까지 냉각하여 25°C 항온기에서 21일 동안 저장하면서 이화학적 특성 및 미생물학적 변화를 측정하였다.

2. pH의 측정

시료 5g을 멸균증류수 45mL에 넣어 잘 교반한 후, pH meter(Horiba, Ltd., Japan)로 pH를 측정하였다.

3. Thiobarbituric acid Reactive Substance(TBARS) 측정

저장기간 중 지방 산패는 Witte 등(1970)의 방법을 일부 수정하여 측정 하였다. 즉, 시료 3g에 20% trichloroacetic acid을 7.5mL가하여 혼합하였다. 그리고 난 후, 증류수 7.5mL를 넣어 혼합한 후 원심분리기(Union 32R, USA)를 이용하여 4°C에서 15분 동안 3,000rpm의 속도로 원심 분리하였다. 얻어진 상정액은 0.2μM syringe(Toyo Roshi Kaisha, Ltd. Japan)에 여과하였다. 2mL의 여과용액에 5 mM thiobarbituric acid용액 2mL을 넣어 혼합한 후, 99°C 항온 수조에서 30분간 가열하고 냉각 한 후, Spectrophotometer(Genesys 6, Co. USA)를 이용하여 530nm의 파장으로 측정하였다. TBARS의 값은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{TBARS (mg malonaldehyde/kg sample)} = \text{absorbance at 530nm} \times 5.2$$

4. Volatile basic nitrogen(VBN) 측정

휘발성 염기태질소는 Conway 미량확산법(Conway, 1958)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 즉, 시료 3g에 증류수 15mL을 가하여 14,000rpm에서 30초간 균질 하였다. 30분간 정치 후, 상정액을 0.2μM syringe로 여과시킨 후, 여과된 용액을 시험용액으로 사용하였다. 즉, 여과용액 1mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1mL와 지시약(0.066% methylred + 0.0066% bromocresol green)을 3방울 가하였다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerin을 바르고 뚜껑을 닫은 후, 50% K₂CO₃ 1mL를 외실에 주입 한 즉시 밀폐시켰다. 그리고 용기를 수평으로 교반한 후 25°C에서 60분간 정치하였다. 정치 후 0.02N H₂SO₄ 용액에 Brunswick 시약을 넣은 후, 0.01N-NaOH 용액으로 적정하였다. VBN의 값은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{VBN}(\text{mg}\%) = 0.14 \times [(b-a) \times f/W] \times 100 \times d$$

a: 본실험 적정 소비량(mL), b: 공실험 적정 소비량(mL), d: 희석배수
f: 0.01N-NaOH역가, W: 시료의 양(g)

5. 전자공여능(EDA: electron donating abilities)에 의한 항산화효과

카르노스산 첨가구(T1과 T2)와 무첨가구(control), 각각의 시료에 있어서 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH) radical 소거활성을 Blois(1958)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 즉, 시료 3g에 에탄올 15mL을 가하여 혼합하였다. 30분간 침출시킨 후, 상정액을 0.2μM syringe에 여과하여 얻어진 여과용액 0.15mL을 0.0035% DPPH 3mL에 첨가하였다. 실온에서 30분 동안 반응 시킨 후, spectrophotometer(Genesys 6, USA)를 이용하여 516nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. DPPH free radical 소거능은 첨가구와 대조구의 흡광도 감소율로 표시하였다.

DPPH radical scavenging activity (%)

$$= (\text{대조구 흡광도} - \text{첨가구 흡광도}) / \text{대조구 흡광도} \times 100$$

6. 총균수 측정

각각의 시험용 화이트소시지는 저장기간 동안 경시적으로 총균수를 측정하였다. 즉, 시료 10g을 90mL의 멸균 peptone(0.1%)수에 넣고 bag mixer로 균질하였다. 균질 된 시료용액 1mL를 십진 희석 후, 표준 한천 배지(Plate Count Agar, Difco, USA.)를 이용하여 colony가 형성될 때까지 37°C의 항온기에서 호기 배양하였다.

7. 카르노스산 조성물의 항균 활성 측정

1) 사용균주

카르노스산의 항균활성에 이용된 병원성(*Escherichia coli* KCCM 11234와 *Salmonella enteritidis* KCCM 12021)는 한국미생물보존센터로부터 구입하였다.

2) 배지 및 배양조건

E. coli KCCM 11234와 *S. enteritidis* KCCM 12021는 LB 배지(Difco, USA)를 이용하였으며, 37°C 항온기에서 24h 동안 배양하였다.

3) 시료

16% 카르노스산을 dimethylsulphoxide(DMSO)에 용해한 후, pH를 7.0으로 조정하여 -20℃에 보관하면서 시험에 이용하였다. 그리고 *E. coli*와 *S. enteritidis*의 항균활성은 다음의 두 가지 방법으로 실시하였다.

4) Disc 방법

E. coli KCCM 11234 와 *S. enteritidis* KCCM 12021을 각각 LB broth에 접종하여 37℃에서 24시간 동안 배양하여 활성화시킨 후, 45℃로 냉각된 LB agar에 배양된 배양액을 각각 1% 접종한 후, petri dish에 부었다. 멸균된 paper disc를 plate에 부착시킨 후, 농도(8%, 4%, 2%, 1%)를 달리한 각각의 카르노스산 40μL를 paper disc위에 흡착시켰다. 그리고 난 후, 37℃에서 배양한 다음, disc 주위의 clear zone 생성 유무를 확인하였다.

5) 액체배양법

미생물의 생육 저해 효과를 정량적으로 표현하기 위하여 액체배양법을 이용하였다. *E. coli* KCCM 11234와 *S. enteritidis* KCCM 12021은 각각 LB broth에 접종하여 37℃에서 24시간 동안 배양하여 균을 활성화시켰다. 96 well-plate에 LB배지를 분주하고 준비된 카르노스산의 농도가 0.5, 0.25, 0.13, 그리고 0.06% 되도록 첨가하였다. 그리고 난 후, 각각의 균을 0.5% 접종 후, 일정한 시간 간격으로 균수를 측정하였다. 흡광도는 microplate reader(Bio-Rad, USA)로 595nm의 파장에서 측정하였다.

8. 통계처리

분석된 결과에 대한 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System)(2001)를 이용하여 평균과 표준편차를 나타내었다. 각 시험구간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA로 분석하였으며, 사후 검증으로 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검증($p < 0.05$)을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. pH, TBARS, 그리고 VBN 측정

카르노스산을 첨가한 처리구(T1과 T2)와 무첨가구(control)의 pH, TBARS, 그리고 VBN값의 변화는 Table 1과 같다. 카르노스산 첨가는 초기 시험용 화이트소시지의 pH를 낮추는 경향을 보여주었다(Table 1). pH의 변화는 저장기간이 경과함에 따라 카르노스산을 첨가하

지 않은 대조구를 포함한 모든 처리구(T1과 T2)에서 전반적으로 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 저장 21일부터 대조구와 두 처리구(T1과 T2)는 pH 증가를 보여 주었다. 저장기간 동안 대조구의 pH가 증가하는 것을 보여주었고, 반면 T1과 T2는 저장초기와 변화가 없어, 대조구와 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 따라서 카르노스산의 첨가는 저장기간 중 안정한 pH를 유지시켜 주는 것으로 사료된다. Lee 등(2009)은 저장기간 중 pH가 증가하는 것은 단백질 분해에 의한 염기물질의 축적에 기인한 것이라고 하였다.

저장 중 TBARS의 변화를 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. 저장 0일차에는 대조구를 포함한 모든 처리구(T1과 T2)의 TBARS값이 차이를 보이지 않았으나 저장 기간이 길어질수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 한편 T1과 T2처리구는 대조구에 비해 저장기간이 경과하여도 TBARS값이 현저히 낮았다($p < 0.05$). 더욱이 카르노스산의 농도가 높을수록 TBARS가 천천히 증가하였다($p < 0.05$). 따라서 카르노스산은 시험용 화이트소시지의 저장기간 중 지방의 산패를 억제, 또는 개선하는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과에 대해서 Oh 등(2004)은 로즈마리 추출분말을 돈육패티에 병용하여 처리하였을 때, 패티의 미생물학적 안전성을 확보하면서 지질산화를 억제하였다고 보고하였다. 또한 Kang 등(2003)은 고기완자에 로즈마리를 첨가하였을 때 무첨가구와 달리 냉장초기에 산가 및 TBARS 함량이 증가하지 않았다고 연구 결과와 일치한다.

Table 1. pH, TBARS, and VBN values of white sausage treated with different levels of carnosic acid during 21d of storage at 25°C

Items	Treatment	Storage days			
		0	7	14	21
pH	C	6.20±0.03 ^{aA1)}	6.14±0.02 ^{bA}	6.12±0.02 ^{bA}	6.22±0.04 ^{aA}
	T1	6.10±0.02 ^{aB}	6.04±0.03 ^{bB}	6.03±0.05 ^{bB}	6.13±0.02 ^{aB}
	T2	6.07±0.02 ^{aC}	6.03±0.02 ^{bB}	6.02±0.04 ^{bB}	6.09±0.03 ^{aB}
TBARS (mgMA/kg)	C	0.37±0.013 ^{dA}	0.50±0.009 ^{cA}	0.68±0.049 ^{bA}	0.85±0.014 ^{aA}
	T1	0.38±0.017 ^{dA}	0.43±0.005 ^{cB}	0.46±0.011 ^{bB}	0.54±0.017 ^{aB}
	T2	0.38±0.015 ^{dA}	0.39±0.003 ^{cC}	0.44±0.013 ^{bC}	0.53±0.013 ^{aB}
VBN (mg %)	C	1.12±0.22 ^{dA}	5.38±0.17 ^{bA}	8.17±0.24 ^{aA}	4.64±0.29 ^{cA}
	T1	1.12±0.23 ^{dA}	3.51±0.21 ^{bB}	5.17±0.21 ^{aB}	2.31±0.16 ^{cB}
	T2	1.10±0.19 ^{cA}	1.17±0.31 ^{cC}	4.67±0.14 ^{aC}	2.31±0.21 ^{bB}

^{a-d} Values with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$)

^{A-C} Values with different superscripts in the same column differ significantly ($p < 0.05$)

¹⁾ Mean ± SE

C; control, 0% carnosic acid, T1; 1% carnosic acid, T2; 2% carnosic acid.

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(Alexander, 1978; Frankel, 1984). 이러한 지방의 산화는 미생물이 생산하는 효소나 고기 자체의 효소, 또는 지방의 자동산화에 의해 발생한다고 하였다(Brewer 등, 1992).

휘발성 염기질소(VBN)함량은 단백질 식품의 신선도를 평가하는 주요 지표로 사용되고 있다. 우리나라에서는 식육제품의 VBN허용 한계를 20mg%로 식품공전에 규제하고 있다(Jeon과 Choi, 2012). 본 실험은 대조구를 포함한 두 처리구(T1과 T2)에서 VBN값은 10mg% 미만으로 대체로 신선한 범위의 값을 보여주었다(Table 1).

저장 0일에는 대조구와 두 첨가구(T1과T2) 모두 VBN값이 일정하였으며, 저장초기 화이트소시지의 VBN함량은 카르노스산의 농도에 관계없이 차이가 없는 것으로 나타나($p<0.05$), 카르노스산의 화이트소시지 첨가는 VBN함량에 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다. 저장 기간 중 VBN값은 대조구를 포함한 두 처리구(T1과 T2)에서 저장 14일까지 현저히 증가함을 보여주었다($p<0.05$). 그러나 저장 21일에는 VBN값이 현저히 낮아졌는데 그 이유에 대해서는 좀 더 연구가 필요하다고 판단된다. 이와 같은 결과는 카르노스산이 항균 및 항산화 활성에 기인된 결과로 생각되며, 대조구의 경우도 VBN의 값이 현저히 낮은 이유는 가열처리와 단백질의 변성에 의한 결과로 사료된다. Song 등(2009)은 VBN의 함량은 미생물의 생육과 밀접한 관련이 있다고 보고하였으나, 본 연구에서는 대조구에서 미생물 총균수가 높았음에도 불구하고 VBN값은 낮은 이유는 아마도 단백질분해효소를 분비하는 균과는 다른 균의 영향으로 사료되며, 카르노스산 첨가구가 저장 중 pH의 증가가 없는 것은 이것을 증명하는 결과라고 판단된다.

육류의 신선도 판정의 지표인 휘발성 염기태 질소는 육류에 많이 오염되어 있는 *Pseudomonas*와 같은 그람음성균의 단백질분해효소의 분비와 근육 내 단백질 분해 효소에 의해 단백질이 아미노산으로 분해되고, 이러한 분해물이 다시 아미노산 저 분자 무기태 질소로 분해되는데, 특히 단백질 분해효소 분비미생물의 오염도에 따라 염기 질소의 함량이 증가하게 된다고 보고하였다(Lefebvre 등, 1994; Tak 등, 2005).

2. 전자공여능(Electron donating ability)

항산화작용의 지표로 사용되고 있는 전자공여능은 특히 식물 추출물의 페놀류 등을 측정하는 방법으로 사용되고 있다. DPPH는 짙은 자주색을 띠는 비교적 안정한 자유라디칼로 polyhydroxy 방향족, 방향족 아민류 등 시료에 의한 환원반응을 측정함으로써 전자공여능의 차이를 측정하는 것이다(Brand-Williams 등, 1995). 각각의 농도로 카르노스산을 첨가하여 가열 처리 한 후 화이트소시지를 25°C 저장하면서 DPPH의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1과

같다. 카르노스산 첨가구(T1과T2)는 대조구에 비하여 현저한 전자공여 활성을 나타내었다 ($p<0.05$). 저장 0일의 전자공여 활성도는 대조구가 약 5% 전후인 반면, 카르노스산 처리구인 T1과 T2는 각각 80.8과 84.3%를 나타내었으며, 카르노스산의 첨가 농도가 높을수록 전자공여 활성도는 높게 나타내었다($p<0.05$). 이러한 결과는 토마토 소스 제조 시 로즈마리 추출물을 첨가할 경우 첨가량이 증가할수록 전자 공여 활성이 증가한다는 보고와 같은 결과를 나타내었다(Kim과 Yoo, 2010). 한편 두 첨가구(T1과 T2)에 있어서, 전자공여능은 저장 초일부터 저장 7일까지 유의적인 차이를 보이지 않았으나($p>0.05$), 저장 14일 이후로는 약간씩 전자공여능이 감소하였다.

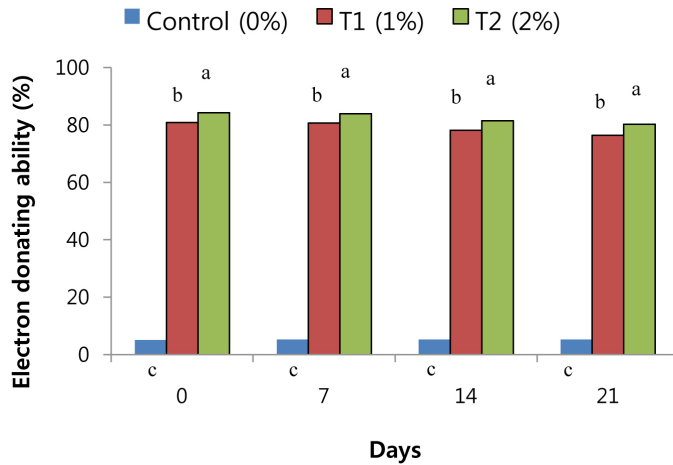


Fig. 1. The DPPH radical scavenging activity in the white sausage treated with different levels of carnosic acid during 21d of storage at 25°C

^{a-c} Different superscripts in the same day indicate statistical differences ($p<0.05$) between treatments.

로즈마리의 항산화 능력은 로즈마리에 함유된 carnosic acid, carnosol, rosmanol, rosmariquinone, rosmaridiphenol 등과 같은 페놀혼합물이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Erkan 등, 2008). 특히, 카르노스산의 항산화 기능은 Erkan 등(2008)에 의해서 입증되었다. 또한 Zhang 등(2010)은 카르노스산이 sunflower oil에서 BHT와 BHA보다 강한 항산화 활성을 보여주었다고 보고하였으며, Hopia 등(1996)은 corn oil에서 산화하는 동안 카르노스산은 α -tocopherol에 가깝게 현저한 항산화 효과를 보여주었다고 보고하였다. 그리고 Wang 등(2011)은 fish-oil의 장기간 보존에 있어서 카르노스산은 vitamine E 보다 강하다고 보고하였다.

3. 미생물의 변화

시험용 화이트소시지를 25°C 저장하면서 미생물 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 저

장 초에는 카르노스산을 첨가한 처리구(T1과 T2)와 미첨가구인 대조구간의 미생물수의 차이는 나타나지 않았다. 그러나 대조구는 저장 7일에 5.0 Log CFU/g을 넘어 제품의 신선 기준을 넘었고, 저장 14일에 이미 8.0 Log CFU/g 이상의 성장을 보였으며, 저장 21일까지 미생물의 수가 증가하였다. 한편, 카르노스산이 첨가된 두 처리구(T1과 T2)는 현저한 항균작용을 보여 주었다. T2 처리구는 저장 7일에 현저한 항균작용을 나타내었다. 그리고 T1 처리구는 저장 14일경에 현저한 항균작용을 나타내었다. 따라서 화이트소시지의 카르노스산 첨가는 현저한 항균활성을 보여 주었고($p < 0.05$), 특히 농도가 높을수록 그 효과는 증가하였다.

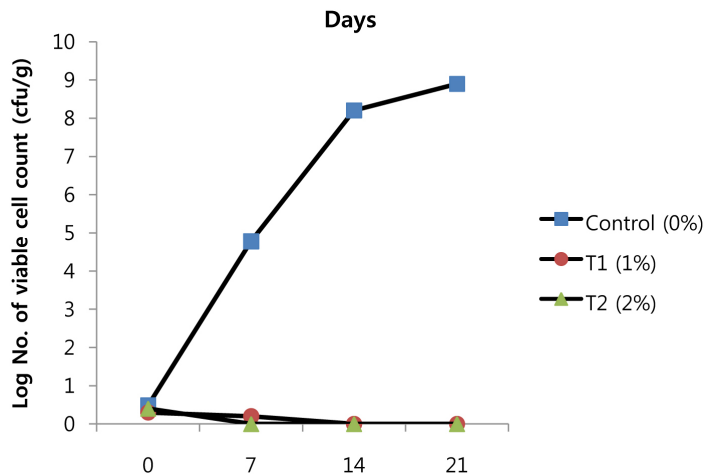


Fig. 2. The total bacterial counts (log CFU/g) of white sausage treated with different levels of carnosic acid during 21d of storage at 25°C

4. 항균작용

병원성균인 *E. coli* KCCM 11234와 *S. enteritidis* KCCM 12021에 대한 카르노스산의 항균활성에 대한 연구는 Agar diffusion method와 96-well plate method으로 측정하였고, 그 결과는 각각 Fig. 3~5와 같다. Agar diffusion method에 의해 나타난 결과를 보면, *E. coli*와 *S. enteritidis*는 모든 농도에서 clear zone을 보여주어 카르노스산의 항균활성을 보여주었다 (Fig. 3). 항균활성은 카르노스산의 농도가 높을수록 현저한 항균활성을 나타내었다. 한편, DMSO는 두 균주에 대해서는 항균활성을 나타내지 않았다(data not shown). 이와 같은 결과는 이들의 항균활성이 카르노스산에 기인된 것임을 알 수 있다. 카르노스산의 최저 농도에서 항균활성을 알아보기 위해 실시된 96-well plate method에서 조사된 최저 항균 농도는 두 병원성균 모두 0.25% 이상의 농도에서 항균활성을 나타내었다(Fig. 4와 5).

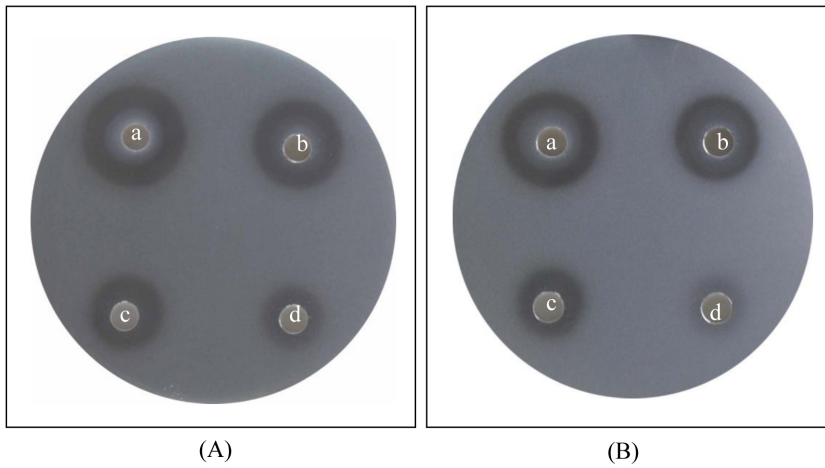


Fig. 3. Inhibitory effects of carnosic acid on the growth of *Escherichia coli* (A), and *Salmonella enteritidis* (B)

a; 8% carnosic acid, b; 4% carnosic acid, c; 2% carnosic acid, d; 1% carnosic acid

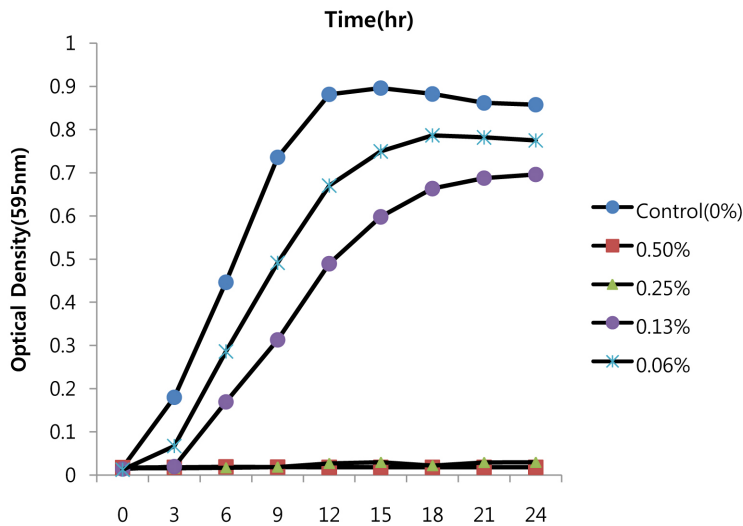


Fig. 4. Inhibitory activities of carnosic acid against *Escherichia coli* in broth culture

Horiuchi 등(2007)은 *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* 균주에 대하여 카르노스산과 카르노솔이 현저한 항균활성을 나타내었다고 보고하였으며, 특히 카르노솔 보다는 카르노스산이 더욱 낮은 MIC 농도에서 항균활성을 보였다 하였고 Tada 등(2010)도 *Propionibacterium acnes*(ATCC6919)와 *Staphylococcus aureus* ME/GM/TC resistant(ATCC33592)에 대하여 카르노스산과 카르노솔은 현저한 항균효과를 나타내었다고 보고하였다. 또한 이들 역시 두 균주에 대한 항균활성은 카르노솔 보다 카르노스산이 더 높았다고 보고하였다.

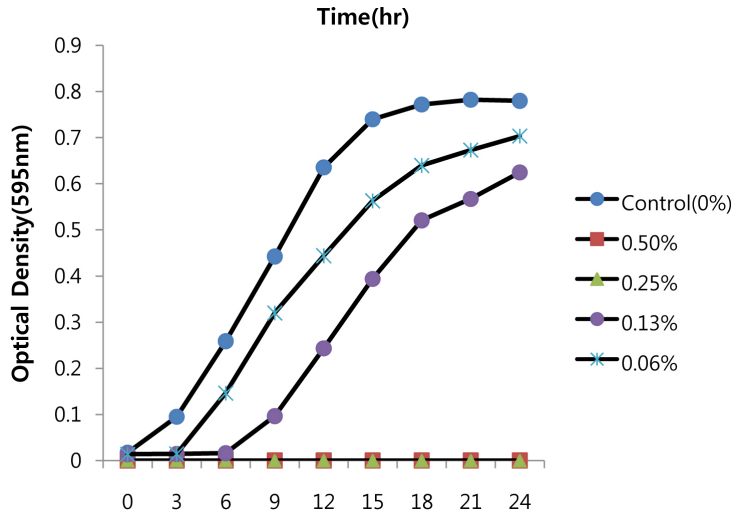


Fig. 5. Inhibitory activities of carnosic acid against *Salmonella enteritidis* in broth culture

V. 적 요

로즈마리의 주요성분으로는 carnosic acid, carnosol, rosmarinic acid, ursolic acid 등의 폴리페놀(polyphenolic)로 구성되어 있다. 식물기원의 페놀혼합물은 항산화 작용과 항균작용을 포함한 유용한 기능과 영양적인 효과에 주목을 끌고 있다. 본 연구는 로즈마리 추출물의 하나인 카르노스산을 화이트소시지 원료에 첨가한 후 실온 저장기간 동안 pH, TBARS, VBN, 전자공여능 및 총균수의 변화를 조사하였다. 카르노스산의 첨가는 무첨가구인 대조구에 비해 낮은 pH, TBARS값, 그리고 VBN값을 보여 주었으며, 높은 항산화 작용과 항균 작용을 나타내었다. 이들의 활성은 카르노스산의 농도가 높을수록 증가하였다. 또한 카르노스산의 병원성균에 대한 항균활성을 측정된 결과, 두 병원성균(*E. coli* KCCM 11234와 *S. enteritidis* KCCM 12021)에 대하여 강한 항균활성을 보여주었다. 따라서 화이트소시지에 있어서 카르노스산은 천연보존제로서 충분히 이용 가능한 결과를 나타내었다.

[논문접수일 : 2013. 4. 25. 논문수정일 : 2013. 5. 9. 최종논문접수일 : 2013. 5. 29.]

Reference

1. Alexander, J. C. 1978. Biological effects due to changes in fat during heating: Symposium. J. Am. Oil Chem. Soc. 50: 711-715.
2. Aruoma, O. I., J. P. Spencer, R. Rossi, R. Aeschbach, A. Khan, N. Mahmood, A. Munoz, A. Murcia, J. Butler, and B. Halliwell. 1996. An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and provencal herbs. Food Chem. Toxicol. 34: 449-456.
3. Blois M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. Nature 181: 1199-1200.
4. Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci. Techn. 28: 25-30.
5. Brewer, M. S., W. G. Ikims, and C. A. Z. Harbers. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packing. J. Food Sci. 57: 558-564.
6. Bruni, R., M. Muzzoli, M. Ballero, M. C. Loi, G. Fantin, F. Poli et al. 2004. Tocopherols, fatty acids and sterols in seeds of four sardinian wild euphorbia species. Fitoterapia 75: 50-61.
7. Conway, E. J. 1958. Microdiffusion analysis and volumetric error. The MacMillian Co., NY, USA, 303.
8. Cuvelier, M. E., C. Berset, and H. Richard. 1994. Antioxidant constituents in sage (*Salvia officinalis*). J. Agri. Food Chem. 42: 665-669.
9. Erkan, N., G. Ayranci, and E. Ayranci. 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. Food Chem. 110: 76-82.
10. Frankel, E. N. 1984. Lipid oxidation, mechanism, products and biological significance. J. Am. Oil Chem. Soc. 61: 1908-1914.
11. Hopia, A. I., S. W. Huang, K. Schwarz, J. B. German, and E. N. Frankel. 1996. Effect of different lipid systems on antioxidant activity of rosemary constituents carnosol and carnosic acid with and without α -tocopherol. J. Agri. Food Chem. 44: 2030-2036.
12. Horiuchi, K., S. Shiota, T. Kuroda, T. Hatano, T. Yoshida, and T. Tsuchiya. 2007. Potentiation of antimicrobial activity of aminoglycosides by carnosol from *salvia officinalis*. Biol. Pharm. Bull. 30: 287-290.
13. Hras, A. R., M. Hadolin, Z. Knez, and D. Bauman. 2000. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid

- in sunflower oil. *Food Chem.* 71: 229-233.
14. Jeon, M. R. and S. H. Choi. 2012. Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 32: 77-83.
 15. Kang, E. Z., S. Y. Kim, and C. H. Ryu. 2003. A study on preparation of wanjjun for cook/chill system. Preparation of wanjjun with herb and quality characteristics. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 661-666.
 16. Kayashima, T. and K. Matsubara. 2012. Antiangiogenic effect of carnosic acid and carnosol, neuroprotective compounds in rosemary leaves. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 76: 115-119.
 17. Kim, J. H. and S. S. Yoo. 2010. Microbiological analysis and antioxidant activity of tomato sauce prepared with various herbs. *Korean J. Food Culture.* 25: 207-215.
 18. Kyrtopoulos, S. A. 1989. N-nitroso compound formation in human gastric juice. *Cancer Surveys.* 8: 423-442.
 19. Lee, K. T., Y. K. Lee, S. K. Son, S. H. Choi, and S. B. Lee. 2009. Changes in various quality characteristics of short-ripened salami during storage at chilled or room temperatures. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 29: 24-33.
 20. Lefebvre, N., C. Thibault, R. Charbonneau, and J. P. G. Piette. 1994. Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation. *Meat Sci.* 36: 371-380.
 21. Liu, T., X. Sui, R. Zhang, L. Yang, Y. Zu, L. Zhang, Y. Zhang, and Z. Zhang. 2011. Application of ionic liquids based microwave-assisted simultaneous extraction of carnosic acid, rosmarinic acid and essential oil from *Rosmarinus officinalis*. *J. Chromatography A.* 1218: 8480-8489.
 22. Ninomiya, K., H. Matsuda, H. Shimoda, N. Nishida, N. Kasajima, T. Yoshino, T. Morikawa, and M. Yoshikawa. 2004. Carnosic acid, a new class of lipid absorption inhibitor from sage. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 14: 1943-1946.
 23. Nissen, L. R., L. Mansson, G. Bertelsen, T. Huynh-Ba, and L. H. Skibsted. 2000. Production of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. *J. Agri. Food Chem.* 48: 5548-5556.
 24. Oh, S. H., J. H. Kim, J. W. Lee, Y. S. Lee, K. S. Park, J. G. Kim, H. K. Lee, and M. W. Byun. 2004. Effects of combined treatment of gamma irradiation and addition of rosemary extract powder on ready-to-eat hamburger steaks: I. Microbiological quality and shelf-life. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 687-693.
 25. Peng, C. H., J. D. Su, C. C. Chyau, T. Y. Sung, S. S. Ho, C. C. Peng, and R. Y. Peng. 2007. Supercritical fluid extracts of rosemary leaves exhibit potent anti-inflammation and anti-tumor effects. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 71: 2223-2232.

26. SAS. SAS User's Guide. 2001. Statistical Analysis System Institute. Cary, NC, USA.
27. Shylaja, M. R. and K. V. Peter. 2004. The functional role of herbal spices. In: peter, K. V. ed Handbook of herbs and spices, vol. 2. England: Woodhead publishing Limited.
28. Song, B. S., J. G. Park, J. H. Kim, J. I. Choi, Y. H. Yoon, M. W. Byun, C. J. Kim, and J. W. Lee. 2009. Comparison of the quality of gamma ray- or electron beam-irradiated minced pork and pork patties. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 29: 194-202.
29. Tada, M., T. Ohkanda, and J. Kurabe. 2010. Syntheses of carnosic acid and carnosol, antioxidants in rosemary, from pisiferic acid, the major constituent of sawara. Chem. Pharm. Bull. 58: 27-29.
30. Tak, S. B., D. H. Kim, S. K. Yoon, and Y. C. Lee. 2005. Effects of natural preservatives and storage temperatures on quality and shelf-life of fresh pork meat. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 557-561.
31. Wang, H., F. Liu, L. Yang, Y. Zu, H. Wang, S. Qu, and Y. Zhang. 2011. Oxidative stability of fish oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during long-term storage. Food Chem. 128: 93-99.
32. Williams, R. J., J. P. E. Spencer, and C. Rice-Evans. 2004. Flavonoids: Antioxidants or signalling molecules?. Free Radic. Biol. Med. 36: 838-849.
33. Witte, V. C., G. F. Krause, and M. E. Bailey. 1970. A New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Food Sci. 35: 582-585.
34. Zhang, Y., L. Yang, Y. Zu, X. Chen, F. Wang, and F. Liu. 2010. Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. Food Chem. 118: 656-662.