

감마 오리자놀이 리놀산 및 분쇄돈육의 항산화효과에 미치는 영향

조수현 · 박범영 · 김진형 · 김용곤 · 이종문 · 안종남

농촌진흥청 축산연구소

Effect of γ -Oryzanol on Lipid Oxidation of Linoleic Acids and Ground Pork

S. H. Cho, B. Y. Park, J. H. Kim, Y. K. Kim, J. M. Lee and C. N. Ahn

National Livestock Research Institute, RDA

ABSTRACT

Gamma-oryzanol was prepared from rice bran, and added at 0.05%, 0.10%, 0.15% or 0.20%(w/w) to linoleic acid and ground pork to determine their antioxidant effect. Linoleic acid containing γ -oryzanol had significantly lower peroxide values than the control during the storage of 10 days at 40°C compared to the control ($P<0.05$). The peroxide values of linoleic acids containing γ -oryzanol decreased as the addition level increased ($P<0.05$). Raw ground pork patties containing oryzanol 0.20% had significantly lower thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values as equivalent with butylated hydroxy anisole(BHA) when stored at 4°C for 6 days. Cooked ground pork patties containing more than 0.05% of γ -oryzanol showed lower TBARS values than those containing BHA during storage at 4°C for 4 days ($P<0.05$). This study indicated that γ -oryzanol can be used to inhibit lipid oxidation for meat and meat products.

(**Key words** : γ -oryzanol, Linoleic acid, Ground pork, Lipid oxidation)

I. 서 론

식품의 가공, 유통, 조리 중에 발생하는 주요 변화 중의 하나인 산화는 식품에 있어서 영양의 질, 안전성, 색, 향 및 조직감 등에 영향을 준다(Juliano 등, 2005). 항산화제는 free radical terminator, 촉매 역할을 하는 금속성 chelator, 또는 밀폐계에서 산소의 scavenger 등으로 작용하여 산화를 억제하는데 그 작용방식에 따라 1차 항산화제(chain breaking)와 2차 항산화제(prevention)로 나눌 수 있다(Kim, 1996). 1차 항산화제는 고에너지의 lipid radical과 반응하여 이를 열역학적으로 안정한 물질로 전환하는 역할을 하며 2차 항산화제는 chain initiating radical을 차단하여 자동산화반응계대로 도입하

는 것을 억제하는 역할을 한다. 이러한 두 종류의 항산화성은 각기 다른 위치와 시기에서 작용하므로 산화의 억제에 있어 서로 보강작용을 할 수 있다.

그 동안 수많은 합성 또는 천연 항산화 물질이 개발되어 왔으나 그 효과와 경제성 및 안전성 때문에 실제로 많이 사용되고 있는 것은 종류가 극히 제한적이다. 현재 이용되고 있는 합성 항산화제는 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), propyl gallate(PG), dodecyl gallate(DG)와 tertiary- butylhydroquinone (TBHQ)로서 법에 의해 규제를 받으며 FDA에서는 제품에 성분표시와 그들의 사용목적에 대한 사용설명을 표기하도록 하고 있다. 또한 최근에 합성 항산화제는 간비대, 간장 중

Corresponding author : S. H. Cho, Animal Products and Processing Division National Livestock Research Institute, 564 Omokchun-dong, Kwonsun-gu, Suwon, 441-350, Korea
Tel : 031-290-1703 Fax : 031-290-1697, E-mail : shc0915@rda.go.kr

microsomal enzyme activity의 증가 및 체내 흡수물질의 일부가 독성물 혹은 발암성 물질화한다는 연구결과에 따라 천연으로부터 얻은 항산화제를 인공합성물에 대체하려는 시도가 많이 이루어지고 있다(Ito 등, 1986; Whysner 등, 1994; Williams 등, 1999; Juliano 등, 2005). 한편 천연물로서 가장 널리 이용되고 있는 tocopherol은 식물성 기름류에 효과가 낮고 가격이 고가인 결점이 있다. 현재까지 천연 항산화제로써 가장 많이 연구된 분야는 각종 향신료들로 이들 향신료의 정유성분을 추출하여 항산화 효과를 시험한 결과 카라웨이(caraway) > 세이지(sage) > 쿠민(cumin) > 로즈마리(rosemary) > 클로브(clove) 순으로 항산화 효과가 있다고 밝혀졌지만(Kim, 1996) 향신료 특유의 냄새로 사용에 제한이 되어 왔다. 국내에서는 왕겨, 참깨, 오미자, 고구마, 더덕, 해조류, 탈지미강, 감초 등의 항산화력을 확인한 정도에 그치고 있을 뿐 실제 제품에 이용할 수 있도록 제조해내지는 못하고 있는 실정이다.

미강은 정미할 때 생기는 미곡 부산물로서 섬유질 함유량이 높고 단백질, 지방, 각종 비타민, 무기질을 풍부하게 함유하고 있는데(Ishitani, 1980) 최근 미강의 영양적 가치와 생리적 기능성이 이해되면서 이를 식품개발에 이용하려는 연구가 계속되어왔다(Hwang과 Chung, 1996). Ramarathnam 등(1988)은 저온에서 1년간 Japonica와 Indica 벼씨앗의 발아과정 동안 벼껍질에 존재하는 산화를 방지하는 방어 시스템의 차이를 조사한 결과 벼 껍질에 오리지놀, α -tocopherol 및 페놀 성분 등 다량의 천연항산화물질이 존재한다는 것을 알아냈다. 그 이후에 미강추출물의 주요구성성분인 감마 오리지놀은 triterpene alcohol의 ferulic acid ester와 sterol의 혼합물질로서 식품 및 의약품에서 항산화효능으로 일본에서 사실상 중요한 상업적인 가치를 인정받고 있으며(Xu 등, 2001) 최근 식품산업에서 합성항산화제보다 오히려 천연항산화성분을 사용하는 추세이다(Suh 등, 2005). 이러한 현실에서 감마 오리지놀은 iron-driven hydroxy radical 형성에 강력한 억제효과를 가지면서 항산화활성을 인정받고 있을 뿐 아니라(Duve and White, 1991) 쥐

에서도 hypocholesterolemic activity가 확인된 바 있다(Nicolosi 등, 1993; Rukmini and Raghuram, 1991; Seetharamaiah and Chandrasekhara, 1989). 한편 국내에서도 감마 오리지놀의 첨가가 각종 식품에서 항산화효과가 있다는 보고(Park 등 2000; Woo 등, 2005)가 있었으며, Lee 등(2004)은 실험쥐를 이용하여 체내 혈청 및 지질수준 감소효과를 확인하였다.

따라서 본 연구의 목적은 미강으로부터 기능성 또는 의약품 소재로 사용되는 감마 오리지놀을 추출하여 항산화효과를 확인하고, 이를 분쇄돈육에 첨가하여 천연항산화제로 식육제품에 사용 가능성을 조사하여 보고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시약 및 오리지놀의 준비

본 연구에 사용한 합성항산화제 BHA와 BHT는 Sigma Chemical Company(St. Louis, MO)에서 각각 구입하여 사용하였다. γ -오리지놀은 경기도 이천에서 당해연도 5월에 구입한 미강으로부터 조 등(2001a, 2001b)의 방법(순도 97%)에 따라 추출하여 사용하였으며, 순도는 Sigma Chemical Company(St. Louis, MO)에서 구입한 표준품 γ -오리지놀(99% 순도)을 이용하여 확인하였다.

2. 오리지놀의 과산화물가(Peroxide value) 측정

과산화물가는 Mitsuda 등(1966)의 방법에 따라 수행하였다. 0.13 ml의 linoleic acid를 함유한 99% ethanol 10 ml를 가한 후 0.2 M phosphate buffer(0.2 M $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$, pH 7.0) 10 ml를 넣고 증류수로 최종 volume을 25 ml로 맞추었다. CHCl_3 200 μl 에 감마 오리지놀을 0.02%, 0.05%, 0.1%, 및 0.2%를 각각 첨가하여 녹인 다음 이들을 시험관에 넣고 40°C에서 10일간 배양하면서 경시적으로 항산화 활성을 측정하였다. 이 때 활성의 비교를 위해 무첨가구를

대조구(control)로 하였으며 또한 합성 항산화제인 BHT와 BHA를 200 µg씩 각각 첨가하여 비교하였다. 항산화활성 측정을 위해서 저장 일수 0, 1, 2, 4, 7, 10일 후 시료액 0.1 ml에 75% ethanol 4.7 ml를 넣고 30% thiocyanate 용액 0.1 ml에 0.02 M 염화 제 1철의 3.5% 염산 용액 0.1 ml를 가한 후 3분간 반응시킨 다음 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 돈육을 이용한 오리자놀의 항산화력 측정

(1) 시료준비

돈육은 경기도 수원에 위치한 HACCP 인증 도축장으로부터 도축 후 24시간이 경과한 2마리의 돼지도체로부터 후지 50 kg을 구매하여 햄부위의 살코기와 지방을 정형하였다. 살코기는 표면의 불가식지방을 모두 제거하고, 살코기와 지방을 분리하여 각각 1.27-cm plate의 세절기를 이용하여 2회 세절하였다. 세절한 살코기와 지방분획 시료는 최종지방함량이 약 15%가 되도록 혼합하였으며, 7처리구당 3번의 반복을 위해서 총 21 batch로 나누어 포장하였다. 항산화 첨가물은 배합비율에 따라 6 처리구에 각각 첨가되었으며 항산화물질을 첨가하지 않는 대조구는 첨가물 대신에 증류수만 첨가하였다. γ-오리자놀은 0.02%, 0.05%, 0.10% 또는 0.20% 수준으로 혼합단계에 첨가하였으며 합성 항산화제인 BHA는 지방함량을 기준으로 0.02% 수준으로 첨가되었다. 각 처리구들은 200 g 씩 담아 100℃ 항온수조에서 내부중심온도가 77℃가 될 때까지 가열하였다. 가열시간은 예비시험을 통하여 고기시료의 중심온도가 목적하는 온도에 도달할 때까지 thermocouple을 이용하여 수차례 모니터한 조건에 따라 설정하였다. 가열이 끝난 처리구들은 상온에서 약 30분간 식힌 다음 사용하였다. 생육 및 가열육 시료들은 약 30 g씩 페트리디쉬(직경 8-cm, 높이 1.3-cm)에 나누어 담은 다음 산소투과율(oxygen transmission rate)이 6500 cc/m²/24h인 호기성 필름(oxygen permeable polyvinyl chloride)으로 상단을 커버하여 4℃에서 14일간 저장하면서 TBARS 값을 측정하였다.

(2) 일반성분 분석

단백질, 수분, 지방, 회분 분석은 AOAC (1990)에 준하여 분석하였다. 살코기와 지방시료의 지방함량은 CEM 자동추출장치(Labwave 9000/FAS 9001, CEM Corp., Matthews, NC, USA)를 이용하여 측정하였으며 최종지방함량은 20%가 되도록 배합하였다. 단백질은 Kjeltex System (Kjeltex Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Höganäs, Sweden)을 이용하여 분석하였으며, pH는 pH meter (Hanna Instruments, HI9025, Portugal)를 이용하여 측정하였다.

(3) 지방산화도 분석

TBARS 분석은 Witte 등(1970)의 방법에 준하였으며, 단위는 mg malonaldehyde/kg 시료를 기준으로 표시하였다. 원료 분쇄육 10 g에 20% TCA 용액 25 ml를 첨가하여 2분간 최고 속도 (14,000 rpm)로 균질하였다. 이 slurry를 volumetric flask에 넣어 증류수로 50 ml가 되도록 채운 다음 다시 Whatman No. 1 여과지로 여과한 후 이 여과액을 5 ml씩 취하여 시험관에 넣었다. 동일한 시험관에 0.005 M TBA 시약 5 ml를 넣고 혼합한 후에 실온 암소에서 15시간동안 두었다가 spectrophotometer(Beckman DU-650, USA)를 이용하여 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4. 통계분석

결과 분석은 SAS 프로그램(1990)의 General Linear Models (GLM) 방법을 이용하여 분석하였다. 시료에 대한 처리효과를 구명하기 위하여 분석결과는 one-factor randomized block 디자인으로 처리하였고 TBA 결과는 2-factor (처리와 저장기간 포함)로 분석하였다. 평균은 Student-Newman-Keuls' test로 수행하였고 유의성은 P<0.05 수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

감마 오리자놀을 linoleic acid에 농도별로 첨가하여 40℃에 저장한 결과 감마 오리자놀 및 합성항산화제인 BHA와 BHT를 첨가한 처리구

Table 1. Antioxidant activity (absorbance at 500 nm) of γ -oryzanol, BHA and BHT as measured by the thiocyanate method during 10 days of storage at 40°C

	Storage days						Overall mean
	0	1	2	4	7	10	
Control	0.05 ^{a*} (0.05) ^{**}	0.24 ^a (0.01)	0.31 ^a (0.02)	0.33 ^a (0.03)	0.38 ^a (0.02)	0.78 ^a (0.01)	0.35 ^a (0.23)
Oryzanol							
0.02%	0.05 ^a (0.01)	0.20 ^b (0.01)	0.27 ^b (0.01)	0.27 ^b (0.03)	0.33 ^{ab} (0.03)	0.67 ^b (0.00)	0.30 ^b (0.19)
0.05%	0.06 ^a (0.00)	0.11 ^c (0.00)	0.14 ^c (0.01)	0.21 ^c (0.02)	0.29 ^b (0.02)	0.49 ^c (0.02)	0.22 ^c (0.15)
0.10%	0.06 ^a (0.00)	0.12 ^c (0.01)	0.15 ^c (0.01)	0.23 ^{bc} (0.01)	0.30 ^b (0.02)	0.41 ^d (0.02)	0.21 ^{cd} (0.12)
0.20%	0.05 ^a (0.00)	0.09 ^d (0.00)	0.11 ^d (0.01)	0.14 ^d (0.00)	0.20 ^c (0.02)	0.35 ^e (0.02)	0.16 ^e (0.10)
BHA	0.05 ^a (0.01)	0.05 ^e (0.00)	0.07 ^e (0.01)	0.16 ^d (0.05)	0.18 ^c (0.02)	0.28 ^f (0.02)	0.14 ^e (0.09)
BHT	0.07 ^a (0.07)	0.09 ^d (0.01)	0.12 ^d (0.02)	0.22 ^c (0.00)	0.30 ^b (0.02)	0.41 ^d (0.03)	0.20 ^d (0.13)

^{a-c} Means within a column having the same superscripts are not significantly different (P>0.05).

* Means over storage were separated using the mean square of the product-by-storage time interaction was significant.

** Standard deviation.

가 대조구와 비교하여 유의적으로 낮은 수치를 나타냈으며, 오리지놀 처리구에서 오리지놀의 첨가농도가 증가할수록 항산화력도 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다(P<0.05)(Table 1). 저장기간 동안 합성항산화제 BHA와 BHT를 첨가하여 저장한 결과를 비교했을 때 BHA가 BHT보다 더 높은 항산화활성을 보였는데 특히 BHA는 저장 1일, 2일과 10일째에는 첨가구 중에서 가장 높은 항산화력을 나타내었다. 오리지놀 첨가구와 비교했을 때 BHT를 첨가한 처리구는 저장 4일째까지는 오리지놀 0.20% 첨가한 처리구와 비슷한 수준의 항산화력을 나타냈으나 그 이후부터는 오리지놀 0.10% 첨가한 처리구와 비슷한 수준의 항산화력을 나타냈다. 한편 저장기간 동안 오리지놀 0.20% 첨가한 처리구가 BHA를 첨가한 처리구와 가장 유사한 항산화력을 나타내었다. 유지 산패는 주로 불포화지방산의 자동산화에 의한 것으로서 singlet oxygen이 지방산의 불포화기를 공격하여

hydroperoxide의 생성과 분해가 연쇄적으로 일어나는 반응이다(Juliano, 2005). 이때 항산화제는 phenol성 물질에 함유된 OH기가 유기 수용체로서 작용하여 생성된 유리기들이 안정된 공명 혼성체를 형성하도록 하여 산화 억제작용을 하는 것이다(Juliano, 2005). 이 자동산화과정에서 오리지놀과 같은 phenol성 항산화제는 생성된 free-radical을 안정화시킴으로서 hydroperoxide의 생성속도를 효과적으로 억제하는 것으로 보인다.

본 실험에서 원료육으로 사용한 돈육 및 지방의 일반성분 및 pH는 Table 2에 나타난 바와 같았다. 분쇄돈육에 대한 항산화력을 측정하기

Table 2. Chemical composition and pH of raw meat and fat

	Protein (%)	Moisture (%)	Fat (%)	Ash (%)	pH
Lean pork	21.11	73.84	5.72	1.15	5.68
Pork fat	7.23	13.58	79.36	0.01	6.48

위하여 일정량의 분쇄생돈육에 감마 오리자놀을 농도에 따라 첨가하여 4℃에서 6일간 저장하면서 지방산패도를 측정된 결과 감마 오리자놀의 농도가 0.2% 이상 첨가한 처리구가 다른 처리구와 비교하여 TBA값이 유의적으로 낮게 나타났으며(P<0.05), 오리자놀 0.05% 및 0.10% 첨가한 처리구는 저장기간 동안 대조구와 비교했을 때 유의적인 차이가 없었다(P>0.05) (Table 3). 한편, 감마 오리자놀 0.20% 첨가한 처리구는 다른 농도의 처리구와 비교하여 저장기간 동안 가장 낮은 TBA 값을 나타냈으며, 합성항산화제 BHA를 첨가한 분쇄생돈육과 비교했을 때 유사한 수준의 항산화력을 나타내는 것으로 나타났다.

분쇄가열돈육에 오리자놀을 농도에 따라 첨가하여 4℃에서 4일간 저장하면서 지방산패도를 측정된 결과 오리자놀의 농도가 증가할수록 TBARS 값이 감소되는 경향을 나타냈으며 오리자놀을 첨가한 처리구는 저장기간 동안 분쇄생돈육과는 달리 저장 0일째부터 대조구보다 유의적으로 낮은 TBARS 값을 나타냈다(P<0.05) (Table 4). 한편, 오리자놀 0.20% 첨가한 처리구는 다른 농도의 감마 오리자놀 처리구와 비교하여 저장기간 동안 가장 낮은 TBARS 값을 나타냈으며, 합성항산화제 BHA를 첨가한 분쇄돈육과 비교했을 때 유사한 수준의 항산화력을

나타내는 것으로 나타났다. 여기서 대조구의 높은 TBARS 값은 아마도 저장 및 조리중에 불포화지방산과 같은 자연기질과 고기조직에 존재하는 iron 이온과 같은 촉매제의 상호작용이 증가하였기 때문인 것으로 보인다(Halliwell과 Gutteridge 1986; Decker와 Hultin 1990; Kim 등, 2000; Kim 등, 2003). 이러한 저장과 조리공정은 결국은 heme 물질의 분해를 증가시키며 지방산화에 가장 많은 영향력을 가지고 있는 저분자물질인 iron을 heme ring으로부터 방출시키게 되는 것이다(Kanner와 Harel 1985; Decker와 Hultin 1990; Kim 등, 2003). Kim 등(2003)의 보고에 의하면 분쇄우육패티(지방 28.7%) 제조시 오리자놀과 α-tocopherol을 50 ppm씩 혼합하여 첨가하거나 오리자놀과 α-tocopherol을 각각 100 ppm 첨가한 다음 항산화제를 첨가하지 않은 대조구와 함께 4℃에서 7일간 저장하면서 산화도를 측정된 결과 오리자놀을 100 ppm 첨가한 처리구가 저장기간동안 대조구 및 오리자놀과 α-tocopherol을 50 ppm씩 혼합하여 첨가한 처리구보다 유의적으로 낮은 TBARS 값을 나타냈다고 하였다(P<0.05). 동일한 실험에서 저장기간 5일이 경과한 이후에는 오리자놀을 100 ppm 첨가한 분쇄우육패티는 α-tocopherol을 100 ppm 첨가한 처리구와 비슷한 수준의 항산화효과를 나타냈다고 보고하였다. 또한 동일한 처

Table 3. TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) values as related to total sample for raw ground pork containing 10% fat and additives stored at 4℃ for 6 days

	Storage days			Overall mean
	0	3	6	
Control	0.50 [*] (0.02) ^{**}	0.59 ^a (0.04)	0.76 ^a (0.03)	0.62 ^a (0.12)
Oryzanol 0.05%	0.50(0.02)	0.60 ^a (0.03)	0.72 ^a (0.06)	0.61 ^a (0.10)
0.10%	0.48(0.04)	0.59 ^a (0.02)	0.73 ^a (0.02)	0.60 ^a (0.11)
0.15%	0.51(0.16)	0.56 ^{ab} (0.06)	0.68 ^{ab} (0.03)	0.59 ^a (0.11)
0.20%	0.48(0.03)	0.53 ^b (0.04)	0.61 ^b (0.03)	0.54 ^b (0.09)
BHA 0.02%	0.49(0.08)	0.51 ^b (0.02)	0.58 ^b (0.01)	0.53 ^b (0.08)

^{a-b} Means within a column having the same superscripts are not significantly different (P>0.05).

* Means over storage were separated using the mean square of the product-by-storage time interaction was significant.

** Standard deviation.

Table 4. TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) values as related to total sample for cooked ground pork containing 10% fat and additives stored at 4°C for 4 days

	Storage days			Overall mean
	0	2	4	
Control	2.08 ^{a*} (0.05) ^{**}	4.08 ^a (0.06)	5.08 ^a (0.08)	3.72 ^a (1.52)
Oryzanol 0.05%	1.83 ^b (0.01)	3.93 ^{ab} (0.06)	4.78 ^b (0.03)	3.51 ^b (1.32)
0.10%	1.82 ^b (0.02)	3.68 ^b (0.03)	4.84 ^b (0.05)	3.59 ^b (1.27)
0.15%	1.93 ^{ab} (0.03)	3.90 ^{ab} (0.05)	4.74 ^b (0.06)	3.45 ^{bc} (1.25)
0.20%	1.98 ^{ab} (0.18)	3.69 ^{bc} (0.27)	4.48 ^c (0.08)	3.16 ^c (1.12)
<u>BHA</u> 0.02%	1.43 ^c (0.03)	3.43 ^c (0.07)	4.47 ^c (0.03)	3.11 ^c (1.09)

^{a-c} Means within a column having the same superscripts are not significantly different (P>0.05).

* Means over storage were separated using the mean square of the product-by-storage time interaction was significant.

** Standard deviation.

리구를 4°C에서 7일간 저장하면서 관능평가를 실시한 결과 감마 오리자놀 100 ppm을 첨가하여 제조한 분쇄우육패티가 산패취(warmed over flavor)가 가장 낮은 것으로 평가되었다. Kim 등(2003)은 오리자놀을 100 ppm 첨가한 처리구가 다른 항산화제 처리구와 비교하여 가장 낮은 TBARS 값을 나타낸 것은 감마 오리자놀의 ferulate ester 내에 있는 phenolic hydroxyl기가 가지는 항산화특성과 관련된다고 하였다. Kim 등(2003)은 감마 오리자놀이 α-tocopherol 보다 iron으로 인한 hydroxyl radical 형성에 더 강력한 억제제 역할을 한다고 보고하였다. 같은 이유에서 오리자놀을 첨가한 분쇄우육패티의 산패취가 다른 항산화제를 첨가한 처리구보다도 더 낮은 것이 오리자놀이 안정한 hydroperoxide를 생성하기 위한 reactive peroxy radical을 고정시키는데 더 효과적으로 작용한 것으로 보인다. 이와 같은 항산화력은 감마 오리자놀에 있는 phenol group에 존재하는 hydroxyl group이 수소 공여자로서 뿐만 아니라 강력한 radical scavenger로서 역할을 하는 것으로 보인다. 지방산화가 개시되면 free radical이 생성되며 이 free radical은 불포화지방산과 반응하여 hydroperoxide를 형성하고 지방산화과정의 propagation step에서 다른 free radical을 생성하게 되는 것이다. Cuppett 등(1997)은 감마 오리자놀에 함유되어

있는 hydroxyl group은 propagation step에서 생성되는 peroxy radical을 잡아줌으로서 지방산화를 억제하는 free radical scavenger로서 역할을 수행할 것이라고 보고하였다. 결과적으로 이러한 group은 지방산화의 free radical chain mechanism을 방해하는 것으로 보인다. Kim 등(2003)에 의하면 분쇄가열우육을 4°C에서 7일간 저장하였을 때 감마 오리자놀의 항산화 능력은 TBARS 값과 산패취를 통제하는데 있어서 α-tocopherol 보다 더 효과적이었다고 보고하였으며 또한 감마 오리자놀을 분쇄우육에 첨가하여 4°C에서 20일간 저장하였을 때 가열공정이나 저장기간 중에 콜레스테롤을 함유하고 있는 근육식품에서 가장 보편적으로 발견되는 cholesterol 산화물인 ketocholesterol 함량이 다른 처리구와 비교하여 가장 낮은 수준으로 증가하였다고 보고하였다. 일반적으로 BHA, BHT, α-tocopherol과 같은 phenolic 항산화제는 안정된 hydroperoxide를 형성하기 위하여 peroxy radical과 반응함으로써 지방산화를 억제하는데 Kim 등(2003)에 의하면 감마 오리자놀이 conjugated diene hydroperoxide와 hexanal의 형성을 방해하는데 있어서 α-tocopherol 보다 더 효과적이라고 하였다.

결론적으로 감마 오리자놀 첨가가 냉장저장 중에 생 또는 가열돈육패티의 산화를 억제하는

데 효과적이었으며 감마 오리지놀을 0.20% 첨가한 처리구는 합성항산화제 BHA와 비슷한 수준의 항산화 효과를 가지는 것으로 나타났다. 따라서 감마 오리지놀이 free radical로부터 식육의 산화를 방지하는데 효과적이면서 기존의 합성항산화제를 대체할 수 있는 효과적인 항산화제로서 사용이 가능할 것으로 보인다.

IV. 요약

미강으로부터 추출한 감마 오리지놀을 리놀산 및 분쇄돈육에 0.02%, 0.05%, 0.10% 0.15% 및 0.20%(w/w) 농도로 첨가하여 항산화효과를 조사하였다. 감마 오리지놀을 첨가한 리놀산은 40℃에서 10일간 저장시 대조구와 비교하여 유의적으로 낮은 peroxide 값을 나타냈으며 (P<0.05), 또한 감마 오리지놀 처리구는 첨가농도가 증가할수록 낮은 peroxide 값을 나타냈다. 분쇄생돈육에 0.05%, 0.10%, 0.15% 및 0.20%의 감마 오리지놀을 첨가하여 4℃에서 6일간 저장한 결과 감마 오리지놀을 0.20% 첨가한 처리구가 저장기간 동안 합성항산화제인 BHA와 유사한 수준의 TBARS 값을 나타냈다. 분쇄가열돈육에서도 감마 오리지놀을 첨가하여 4℃에서 4일간 저장한 결과 감마 오리지놀을 0.05% 이상 첨가한 처리구들은 대조구와 비교하여 유의적으로 낮은 TBARS 값을 나타냈으며(P<0.05) 분쇄생돈육에서와 같이 감마 오리지놀을 0.20% 첨가한 처리구의 TBARS 값이 저장기간 동안 가장 낮은 수준으로 나타났다. 따라서 본 연구 결과 감마 오리지놀은 신선육에 0.20% 이상, 가열육에는 >0.05% 사용이 적절한 것으로 보인다. 따라서 감마 오리지놀은 식육 및 육제품에 항산화제로서 사용이 가능할 것으로 기대된다.

V. 인용 문헌

1. AOAC. 1990. "Official Methods of Analysis" 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Cho, S. H., Park, B. Y., Kim, J. H., Yoo, Y. M., Lee, J. M., Kim, Y. K. and Yun, S. G. 2001a. Method to extract oryzanol, Method to prevent lipid oxidation for meat and meat products using oryzanol Patent No, 0433262.
3. Cho, S. H., Park, B. Y., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Lee, J. M., Chae, H. S., Ahn, C. N. and Yun, S. G. 2001b. Effect of oryzanol on lipid stability, texture and sensory properties of ground pork products. Proceedings 6-3. P-21. 47th International Congress of Meat Science and Technology, Krakow in Poland.
4. Cuppett, S., Schnepf, M. and Hall, C. 1996. Natural antioxidant are they reality? In: Fereidon, S. editor. Natural antioxidants; chemistry, health effects and applications. Champaign. III.: AOCS Press. P. 12-24.
5. Decker, E. A. and Hultin, H. O. 1990. Factors influencing catalysis of lipid oxidation by soluble fraction of mackerel muscle. J. Food Sci. 55: 947-950.
6. Duve, J. K. and White, P. J. 1991. Extraction and identification of antioxidants in oats. J. Am. Oil Chem. Soc. 68:365-370.
7. Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. 1986. Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine. Some problems and concepts. Arch. Biochem. Chophys. 246:501-514.
8. Hwang, K. T. and Jung, S. T. 1996. Effects of heat treatment and irradiation on lipid hydrolysis and oxidation of rice bran. Korean J. Food Sci. Technol. 28(5):928-934.
9. Ishitani, A. 1980. Oryzanol antioxidant for food. JPN. Kokai Tokkyo Kobo, 8050. 094.
10. Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, R., Shirai, T. and Tatematsu, M. 1986. Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. Food Chem. Toxicol. 24:1071-1082.
11. Juliano, B. O. 1985. Rice bran, In Rice : Chemistry and technology, Juliano, B. O.(Ed.). 2nd ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul. MN. p. 647.
12. Juliano, C., Cossu, M., Alamanni, M. M. and Piu,

- L. 2005. Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. *International J. Pharma.* 299:146-154.
13. Kanner, J. and Harel, S. 1995. Initiation of membranial lipid peroxidation activated by metmyoglobin and methemoglobin. *Arch. Biochem. Biophys.* 237:314-317.
 14. Kim, J. S., Godber, J. S. and Prinayiwatkul, W. 2000. Restructured beef roasts containing rice bran oil and fiber influences cholesterol oxidation and nutritional profile. *J. Muscle Foods*, 11: 111-127.
 15. Kim, J. S., Suh, M. H., Yang, C. B. and Lee, H. G. 2003. Effect of γ -oryzanol on the flavor and oxidative stability of refrigerated cooked beef. *J. Food Sci.* 68(8):2423-2429.
 16. Kim, S. J. 1996. Development and use of new natural antioxidant. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 9(1):61-75.
 17. Lee, S. H., Chun, H. K., Ju, P. H. and Lee, Y. S. 2004. Supplementary effect of γ -Oryzanol on lipid metabolism in diabetic KK mice. *Korean J. Nutr.* 37(5):347-351.
 18. Mitsuda, H., Yasumoto, K. and Iwami, K. 1966. Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. *Eiyo to Shokryo.* 19:210-215.
 19. Nicolosi, R. J., Rogers, E. J., Ausman, L. M. and Orthoefer, F. T. 1993. Rice bran oil and its health benefits. In *Rice Science and Technology*. Marshll, W. E., Wadsworth, J. I., Eds, Dekker, New York. p.421.
 20. Park, Y. J., Chun, H. S., Kim, S. S., Lee, J. M. and Kim, K. H. 2000. Effect of nitrogen gas packing and γ -oryzanol treatment on the shelf life of Yukwa. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32(2): 317-322.
 21. Rukmini, C. and Raghuram, T. C. 1991. Nutritional and biochemical aspects of the hypolipidemic action of rice bran oil: a review. *J. Am. Coll. Nutr.* 10:593-601.
 22. Ramarathnam, N., Osawa, T., Namiki, M. and Kawakishi, S. 1988. Chemical studies on novel rice hull antioxidants. 1. Isolation, fractionation, and partial characterization. *J. Agric. Food Chem.* 36:732-737.
 23. SAS. 1990. *SAS User's Guide, Statistics*. SAS Institute Inc. Cary, NC.
 24. Seetharamaiah, G. S. and Chandrasekhara, N. 1989. Studies on hypocholesterolemic activity of rice bran oil. *Atherosclerosis.* 78:219-223.
 25. Suh, M. H., Yoo, S. H., Chang, P. S. and Lee, H. G. 2005. Antioxidative activity of micro-encapsulated γ -oryzanol on high cholesterol-fed rats. *J. Agric. Food Chem.* 57:9747-9750.
 26. Whysner, L., Wang, C. X., Zang, E., Iatropoulos, M. J. and Williams, G. M. 1994. Dose response of promotion by butylated hydroxyanisole in chemically initiated tumors of the rat forestomach. *Food Chem. Toxicol.* 32:215-222.
 27. Williams, G. M., Iatropoulos, M. J. and Whysner, J. 1999. Safety assessment of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene as antioxidant food additives. *Food Chem. Toxicol.* 37: 1027-1038.
 28. Witte, V. C., Krause, G. F. and Bailey, M. E. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35:582-586.
 29. Woo, J. M., Yang, C. B., Lee, J. H., An, Y. S. and Lee, H. G. 2005. Effects of γ -oryzanol addition on the quality of Yackwa during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(3):397-404.
 30. Xu, Z., Hua, N. and Godber, J. S. 2001. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and γ -oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-Azobis (2-methylpropionamidene) dihydrochloride. *J. Agric. Food Chem.* 49:2077-2081.
- (접수일자 : 2006. 5. 12. / 채택일자 : 2006. 7. 21.)