

마 추출물 첨가가 소시지의 냉장 저장 중 품질특성에 미치는 영향

박재인 · 서태수 · 장애라*

강원대학교 동물생명과학대학 동물식품응용과학과

Effect of Dried Yam Extracts on Sausage Quality during Cold Storage

Jae-In Pak, Te-Su Seo, and Aera Jang*

Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

This study was performed to evaluate the effect of yam (*Dioscorea japonica*) extract by methanol on sausage quality during cold storage. Yam extracts were prepared by 70% methanol and concentrated using rotary evaporation. The total phenol contents of the extracts were 123.03 mg/g. 1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity and super oxide dismutase (SOD) activity of the extracts were increased with dose dependently. Nitrite scavenging activity was also increased with the increase of concentration of yam extracts; in particular, 70 µg/mL of the extracts showed 57.12% of nitrite scavenging activity. Sausages containing yam extracts showed lower pH than that of the control. In color, the lightness (L*) of sausages with 1.0% of the yam extracts was lower than that of the control. Redness and yellowness of the sausages with 1.0% of the yam extracts were higher than those of the control. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value of the sausage with 1.0% of the extracts was lower than those of the control on days 9 and 12. However, the hardness of the sausage was increased with an increase in yam extracts. From these results, the yam extracts showed high antioxidant activity; moreover, it also retards the lipid oxidation of the sausages during cold storage. The yam extracts could be used as additives to prevent lipid oxidation of the sausage. Further study should be conducted in order to identify the optimum concentration of the extracts in meat products.

Key words: yam extracts, sausages, quality, *Dioscorea japonica*

서 론

마는 백합목 마과식물(Dioscoreaceae)로 전 세계적으로 10속 650여종 이상이 알려져 있으며, 한국, 일본, 중국 지역과 열대, 아열대 지역에 널리 분포하고 있는 다년생 덩굴식물이다. 마는 자연 상태에서도 중간 잡종으로 변형이 쉽게 발생하며, 염색체의 자연배가로 인해 다양한 유전적 변이가 고빈도로 나타나는 특성이 있다. 따라서 마는 덩이 뿌리의 모양, 잎의 모양 및 원산지에 따라 각각 참마, 장마, 단마, 둥근마, 부채마 등으로 다양하게 분리된다(Ahn *et al.*, 2005; Kum *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2009). 현재 식용으로 널리 이용되고 있는 마(*Dioscorea alata* L.)는 주로 중국, 일본 등지의 아열대 지역에서 재배되는 반면, 국내에서는 *D. opposita* Thunb. 또는 *D. batatas*가 주로 재

배되고 있으며, 최근에는 *D. bulbifera* 및 *D. alata* L. 등이 국내 지역에서 시험 재배되고 있는 실정이다(Kim *et al.*, 2009). 또한 2008년 국내 마의 지하 괴근 생산량은 5,000톤을 상회하고 있으며, 이 중 약 70%정도가 경북 안동을 중심으로 생산되고 있다.

마는 15-20%의 전분질, 1-1.5%의 단백질, 1%의 지질, 미량의 미네랄 및 비타민을 포함하고 있으며, saponin, tannin, polyphenol, allantoin, uronic acid, chellidonic acid, sitosterol, mucin, araginine, yonogenin 등 다양한 생리활성 물질들을 포함하여 건강기능성 식품재료로 인정받고 있다(Kum *et al.*, 2006; Kwon *et al.*, 2003).

특히 최근에는 소득 향상과 함께 고품질 식품에 대한 기호도가 높아지고 건강에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 경향에 의해 영양적 가치가 우수한 기능성 식품에 대한 연구가 이루어지고 있고, 식품 가공 및 제조기술의 개발로 인해 단순한 생마 소비에서 마 스낵, 유산균을 이용한 발효마 등(Lee and Kim, 1998; Shin *et al.*, 2006, Shin, 2004) 다양한 형태의 식품으로 개발되고 있다. 이러한 마의 다양

*Corresponding author: Aera Jang, Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8643, Fax: 82-33-251-7719, E-mail: ajang@kangwon.ac.kr

한 생리활성기능에도 불구하고 마와 관련한 연구는 몇몇 항산화 활성과 더불어 아질산염 소거능(Park *et al.*, 2006)이 있을 뿐이고, 식품에 대한 연구로는 식빵(Yi and Kim., 2001), 스폰지 케익(Oh *et al.*, 2002; Yi *et al.*, 2001), 국수(Ahn and Yoon, 2008), 젤리(Lee and Park, 2007), 어묵 제조(Kim and Byun, 2009) 등이 이루어지고 있지만, 이에 비해 소시지와 같은 축산식품에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내 안동지역에서 시험 재배된 참마 가루의 메탄을 추출분획을 농도별로 첨가한 소시지를 제조하여 저장 중 품질특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

추출 방법

안동산 마 가루를 구입하여 mesh(Testing Sieve No.35)를 이용하여 500 μm 로 입자를 균질화한 후 분말 시료 500 g에 70% methanol 5 L를 혼합한 후, 초음파 추출기를 사용하여 2시간 동안 추출한 후 Whatman No.2 filter paper를 사용하여 여과한 다음 얻어진 여액을 40°C에서 감압 농축하여(EYELA, Japan) 실험에 사용하였다.

추출물 처리농도

분말상태로 제작한 추출물을 10, 30, 50, 70, 그리고 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도가 되도록 제작한 후 항산화 활성 검증에 사용하였다.

페놀성 화합물 함량 분석

페놀성 화합물 함량 분석은 Folin-Dennis법(Folin and Denis, 1915)을 사용하여 분석하였다. 각각의 농도로 희석된 추출물 40 μL 를 넣고, 2 N Follin-Ciocalteu's reagent (Sigma Chemical Co., USA) 100 μL 를 주입하여 5분간 반응시킨 다음, 20% sodium carbonate 300 μL 를 첨가하고 40°C에서 30분간 반응시켰다. 반응 종료 후, 반응액의 흡광도를 750 nm에서 측정하고, gallic acid를 사용하여 검량 곡선을 작성한 후 계산식에 활용하였다.

1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능

시료의 항산화 효과를 측정하기 위해 DPPH에 대한 전자 공여능을 Abe 등(2000)과 Yamaguchi 등(1998)의 방법을 이용하였다. DPPH용액 1 mL에 농도별로 조제한 시료 200 μL 와 methanol 800 μL 를 혼합하고, vortex mixer로 10 초간 진탕 한 후 30°C의 암실에서 30분간 반응시켰다. 이후 517 nm에서 흡광도를 측정 하였고 비교 항산화 물질로 ascorbic acid를 이용하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund의 방법(1974)에

따라 시행하였다. 각 농도별로 희석한 시료 0.2 mL에 tris-HCl buffer 3 mL(50 mM tris-hydroxymethyl aminomethane, 10 mM EDTA, pH 8.5)와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분간 반응시켰다. 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응 정지시킨 후 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 420 nm에서 흡광도로 측정하였으며 비교 항산화 물질로는 ascorbic acid를 이용하였다.

아질산염 소거능

아질산염 소거능은 Kato 등(1987)과 Kim 등(1987)의 방법을 이용하였다. 각각의 시료 1 mL를 1 mM sodium nitrite 용액 1 mL에 가하고 0.1 N HCl과 0.2 M 구연산 완충액(citric acid buffer)을 사용하여 pH 2.5로 보정한 후 완충액으로 총 부피를 10 mL로 맞추고, 37°C에서 1시간 동안 반응 시켰다. 각 반응액을 1 mL를 취하여 2% acetic acid 5 mL와 30% acetic acid로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid:1% naphthylamine = 1:1) 0.4 mL를 차례로 가한 후 진탕 혼합하여 실온에서 15분간 정치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 사용하여 측정하고 비교 항산화 물질로는 ascorbic acid을 이용하였다.

소시지의 저장성에 미치는 영향

소시지의 제조

소시지 제조용 돈육을 구매하기 위하여 축산물할인 판매장에서 판매하는 후지와 등지방을 구매하여 사용하였다. 돈육 후지, 등지방, 결체조직 및 혈액을 깨끗이 제거한 후 4-6 mm으로 세절한다. 그리고 silent cutter에 세절육과 salt, prague powder, FOS/ENR, sodium erythorbate과 얼음 1/3을 넣고 6분 동안 혼합한 다음 마 가루 추출물을 첨가하지 않은 대조구(C), 마가루 추출물을 각각 0.1(T1), 0.3(T2), 0.5(T3), 0.7(T4), 1.0%(T5) 첨가한 처리구로 나누어(Table 1), 등지방과 frankfurter seasoning, black pepper, garlic powder, chopped onion, potato starch, ISP, 얼음 1/3을 넣고 4분 동안 혼합한다. Cellulose casing에 적당한 굵기로 충전하고 70°C에서 약 3-4시간 정도 훈연 실시 후 80°C water bath에서 1시간 동안 가열한 다음 흐르는 물에 담가 1시간 이상 냉각하였다. 표면의 물기를 건조한 후 4°C에서 12일간 저장하면서 3일 간격으로 저장하면서 품질 특성을 측정하였다.

pH

소시지의 저장기간 중 pH변화의 측정은 시료 3 g을 증류수 27 mL와 함께 균질기(PH91, SMT Co., Japan)로 10,000 rpm에서 30초 동안 균질한 다음 상등액을 pH-meter (Seven Easy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)로 측정하였다.

Table 1. Manufacturing formula for sausage with extract of *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam)

Items (%)	Treatments ¹⁾					
	C	T1	T2	T3	T4	T5
Pork meat	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1
Pork fat	20.46	20.46	20.46	20.46	20.46	20.46
Ice	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
Salt	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
FOS/ENR	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Prague powder	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Nitrite	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Frankfurter seasoning	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Sugar	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Garlic	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ginger	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Onion	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Black pepper	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Starch	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
ISP	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Yam extracts	0	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0

¹⁾C, Sausages without yam extracts; T1, Sausages with 0.1% yam extracts; T2, Sausages with 0.3% yam extracts; T3, Sausages with 0.5% yam extracts; T4, Sausages with 0.7% yam extracts; T5, Sausages with 1.0% yam extracts

육색

시료는 식품포장용 선상저밀도 폴리에틸렌 랩 필름 (Oxygen transmission rate 35.273 cc/m² 24 hr atm, 0.01 mm thickness, 3M, Korea)으로 저장 중인 시료를 꺼내어 40분 이상 공기에 노출시켰다. 육색은 색차계(Color difference meter, CR-310, Minolta Co., Japan)를 이용하여 소시지표면의 CIE L*(Lightness), a*(Redness), b*(Yellowness)을 측정하였으며, 이때 표준 색도판은 Y = 93.7, x = 0.3129, y = 0.3194이었다.

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 함량 측정

TBARS는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 0.5 g과 antioxidant solution 10 µL, 1% TBA용액 17 mL를 각각 혼합하고 100°C 수조에 30분 동안 가열한 후 얼음물에 담가 10분 동안 냉각하였다. 반응액 5 mL를 원심분리용 glass tube에 옮기고 chloroform 2 mL를 넣은 다음 3,000 rpm에서 30분간 원심분리(GS-6R Centrifuge, Beckman Co., USA)하였으며, 상등액의 흡광도를 UV-VIS spectrophotometer(UV mini - 1240, Shimadzu Co., Japan)로 532 nm에서 측정하였다. 최종 수치는 시료 1 kg당 mg malonaldehyde(MA)로 산출하였으며, 무 첨가구는 증류수 0.5 mL를 이용하였다.

조직특성

조직특성은(Warner-Bratzler sheer force, WBSF) Honikel

(1988)의 방법을 이용하여 실시하였다. 100 g 정도의 소시지를 식품포장용 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백(LDPE, Cleanwrap zipper bag, Cleanwrap Co., Ltd., Korea)에 넣어 75°C water bath에서 1시간 동안 가열한 다음 4°C에서 30분 동안 냉각하였다. Flat knife blade를 장착한 texture analyzer (TA-XT2i version 6.06, Stable Micro Systems Co., Ltd., U.K)을 이용하여 1.5×1.5×0.5 cm로 성형한 소시지의 전단력을 측정하였다. 이 때 분석조건은 load cell 25 kg, pre test speed 1.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post test speed 5.0 mm/s, trigger type force 5 g으로 설정하였다.

통계분석

본 실험의 결과는 SPSS 19.0(SPSS Inc., Illinois, USA)을 이용하여 ANOVA로 분석하였고, 처리 평균간의 유의성 검증은 Duncan's multiple range test으로 검증하였으며 p<0.05 이상일 때 통계적 유의성이 있는 것으로 판단하였다. 모든 분석항목은 3회 이상 반복 시험하였고 mean±SD로 나타내었다.

결과 및 고찰

마가루 추출물의 페놀 함량

페놀성 화합물은 식물계에 존재하는 2차 대사산물의 하나로서 항산화 및 항균 등의 다양한 생리활성을 가진다. 마 가루 methanol 추출물의 총 폴리페놀의 함량은 123.03±0.22 mg/g으로 나타났다(data not shown).

1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능

마 가루 methanol 추출에 대하여 항산화제로서의 이용 가능성을 확인하기 위해 DPPH radical 소거능을 측정한다. 결과는 Fig. 1과 같다. 10, 30, 50, 70, 100 µg/mL 농도에서 22.26, 29.6, 47.09, 69.38, 79.33%의 항산화 효과를 나타내었다. 특히 70과 100 µg/mL 농도에서 비교 항산화 물질인 ascorbic acid보다 높은 값을 보였고 처리 농도 의존적으로 증가하는 경향을 보였다. Free radical을 환원시키거나, 상쇄시키는 능력이 크면 항산화 활성 및 활성 산소 소거활성을 기대할 수 있으며, 인체 내 free radical에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용될 수 있다(Yoon *et al.*, 2005).

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

항산화 효소중의 하나인 superoxide dismutase(SOD)는 세포에 해로운 환원 산소종을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이다. 따라서 SOD 유사활성 물질을 찾는 연구가 활발히 진행되고 있다. 마 가루 methanol 추출물의 superoxide(O₂⁻) 산화억제작용을 알아보기 위해 superoxide와 반응하여 갈변물질을 나타내는 pyrogallol 자

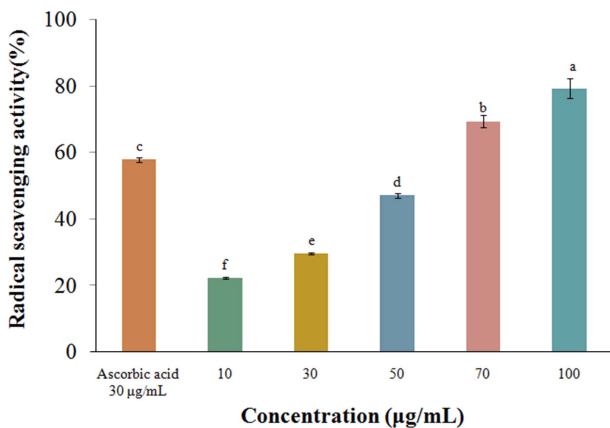


Fig. 1. 1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of extract from *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam). All values are mean±SD. ^{a-f}Means with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

동산화반응을 측정하여 SOD 유사활성을 측정하여 Fig. 2에 나타냈다. 마가루 methanol 추출물 10-50 µg/mL의 농도에서는 비교 항산화 물질인 ascorbic acid보다 낮은 활성을 보였으나, 추출물 농도 70과 100 µg/mL으로 첨가했을 때 45.18과 64.75%의 SOD 유사활성을 나타내어 비교 항산화 물질인 30 µg/mL 보다 생체 산화에 중요한 역할을 하는 과산화 라디칼을 효과적으로 소거시킬 수 있는 가능성을 나타내었다.

아질산염 소거능

동물성 식품의 가공에 발색, 산패방지 및 독소생성억제로 사용되는 아질산염을 일정 농도 이상 섭취하면 혈액중의 헤모글로빈이 산화되어 methemoglobin을 형성함으로써 중독증상을 일으키며(Peter, 1975), 낮은 산성에서 amine과의 반응으로 인해 발암물질인 nitrosamine을 생성하는 위

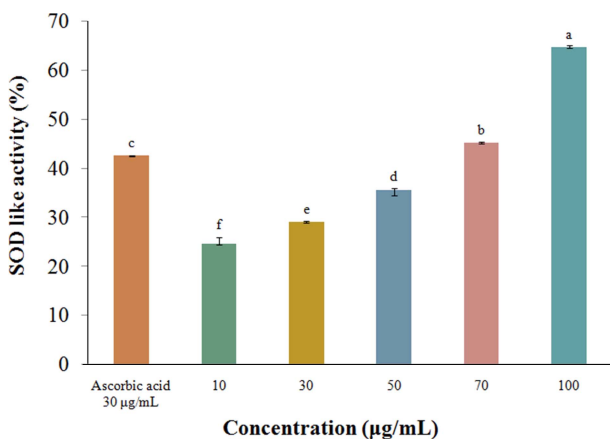


Fig. 2. Super oxide dismutase (SOD) like activity of extract from *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam). All values are mean±SD. ^{a-f}Means with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

험성이 보고되었다(Witte, 1975). Byers와 Perry(1992)에 의하면 항산화 물질인 ascorbic acid, α -tocopherol 및 페놀성 화합물 등이 아질산염을 소거하는 성질이 있으며 이용하여 시료가 아질산염을 소거하는 정도에 따라 항산화 물질의 함량을 간접적으로 알아 볼 수 있다고 보고하였다. 마가루 methanol 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 모든 처리구에서 비교 항산화물질인 ascorbic acid 보다 낮게 나타났으며, 10, 30 µg/mL 농도에서 32.47, 27.63%로 가장 낮은 소거능을 보였고, 70 µg/mL 농도에서 57.12%로 추출물들 중 가장 높은 아질산염 소거능을 나타냈다.

마가루 첨가가 소시지의 저장성에 미치는 영향 pH

마 가루 methanol 추출물 첨가 후, 저장기간 중 소시지의 pH 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 모든 처리구들의 pH 변화는 저장 12일 동안 유의적 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 Tan 등(2007)이 Yam 추출물을 5, 10, 15% 첨가하여 소시지를 제조한 후 21일까지 냉장 저장하였을 때 처리에 따른 pH 변화가 없었다는 결과와 유사하였다. 한편 Lee와 Park(2007)의 마 젤리에 관한 연구에서는 마 가루의 첨가량에 따라 pH가 유의적으로 높아졌음을 보고하여 본 연구의 결과와는 상이하였다. 대조군과 모든 처리구의 소시지의 pH는 증가하는 경향을 나타내었으며 저장 9일과 12일의 pH는 대조군에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다.

육색

마 가루 methanol 추출물 첨가 후, 저장기간 중 소시지의 표면육색 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L*값은 추출물을 첨가하지 않은 대조구가 저장 12일에 66.73±0.03으로 가장 높은 수치를 나타냈으나,

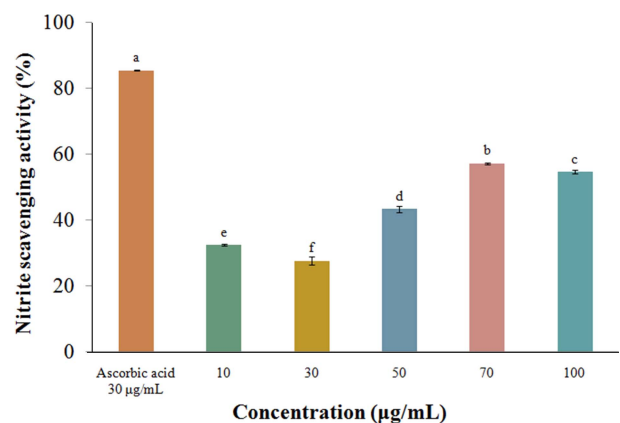


Fig. 3. Nitrite scavenging activity of extract from *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam). All values are mean±SD. ^{a-f}Means with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

추출물의 첨가 비율이 0.7%인 경우 가장 낮은 값을 보였으며, 적색도를 나타내는 a*값과 황색도를 나타내는 b*값은 추출물의 첨가 비율이 높아질수록 증가하여 처리구들 간의 유의적 차이를 나타냈다. 이러한 결과와 관련하여 Kim과 Byun(2009)의 마 분말을 첨가한 어묵제조 연구에서 첨가량이 높을수록 a*값과 b*값이 높아진다고 하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 보고하였다. Tan 등(2007)은 yam의 첨가가 소시지의 L*값은 다소 감소시키고 b*값은 증가시켰다고 하여 본 연구 결과와 일치하였다.

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 함량 측정

지방산화도를 측정하는 TBARS는 육류의 지질산화가 진행될수록 증가하는 malonaldehyde 함량을 측정하는 것으

로 육류의 산패도 측정법으로 널리 이용되고 있다(Witte *et al.*, 1970). 지방산화는 육제품의 향미, 영양적 가치, 육색 및 조직감을 저하시키며, 이는 관능검사와 밀접한 관계가 있다(Kanner, 1994; Turner *et al.*, 1954). 저장기간 중 마가루 methanol 추출물의 TBARS 값의 변화는 Table 4와 같다. 저장 0일에는 대조군보다 마가루 methanol 추출물을 10% 첨가한 처리구에서 높은 TBARS값을 나타내었다($p<0.05$). 그러나 저장 3일에는 T1, T2, T4에서 대조군보다 낮은 TBARS값을 유지하였으며 저장 9일과 12일에는 대조군에 비해 모든 처리구에서 유의적으로 낮은 TBARS값을 나타내었다. 이는 Tan 등(2007)이 5, 10, 15%의 마를 첨가하였을 때 소시지의 지방산패를 유의적으로 감소시켰다는 결과와 일치하였다. 소시지의 지방산패가 억제된 이유는 yam에 함유된 뛰어난 항산화 물질인 다양한

Table 2. pH of sausage with extract of *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam) during storage

Treatments ¹⁾	Storage (day)				
	0	3	6	9	12
C	5.95±0.07 ^{dAB}	6.03±0.04 ^{cdA}	6.15±0.09 ^{bcA}	6.24±0.05 ^{abA}	6.31±0.03 ^{aA}
T1	5.89±0.05 ^{cB}	6.02±0.02 ^{bA}	6.10±0.03 ^{abA}	6.17±0.07 ^{aA}	6.21±0.09 ^{aA}
T2	5.94±0.08 ^{cAB}	6.05±0.05 ^{bA}	6.12±0.00 ^{abA}	6.16±0.04 ^{aA}	6.16±0.10 ^{aA}
T3	6.05±0.04 ^{cA}	6.08±0.06 ^{bcA}	6.11±0.15 ^{abcA}	6.15±0.02 ^{abA}	6.17±0.03 ^{aA}
T4	5.91±0.06 ^{cAB}	5.96±0.03 ^{bcA}	6.08±0.11 ^{abcA}	6.11±0.09 ^{abA}	6.14±0.09 ^{aA}
T5	5.84±0.05 ^{bB}	6.03±0.13 ^{abA}	6.09±0.07 ^{aA}	6.14±0.04 ^{aA}	6.19±0.03 ^{aA}

^{a-d}Mean±SD in the same row with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

^{A-B}Mean±SD in the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

¹⁾C, Sausages without yam extracts; T1, Sausages with 0.1% yam extracts; T2, Sausages with 0.3% yam extracts; T3, Sausages with 0.5% yam extracts; T4, Sausages with 0.7% yam extracts; T5, Sausages with 1.0% yam extracts

Table 3. Color of sausage with extract of *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam) during storage

Items	Storage days	Treatments ¹⁾					
		C	T1	T2	T3	T4	T5
L* (Lightness)	0	60.20±0.25 ^{cB}	67.71±1.12 ^{aA}	64.10±1.63 ^{bA}	62.83±0.67 ^{bcA}	61.78±1.51 ^{bcA}	62.34±0.97 ^{bcA}
	3	68.73±0.06 ^{aA}	67.68±0.97 ^{aA}	63.85±2.21 ^{bA}	62.50±0.61 ^{bAB}	61.49±0.96 ^{bA}	62.02±0.52 ^{bA}
	6	68.21±0.18 ^{aA}	67.25±0.21 ^{aA}	63.58±0.78 ^{bA}	61.47±0.13 ^{cABC}	60.42±0.57 ^{cA}	61.54±1.00 ^{cA}
	9	66.96±0.72 ^{aA}	66.40±1.23 ^{aA}	62.77±1.06 ^{bA}	60.89±1.06 ^{bcB}	60.35±1.67 ^{bA}	61.48±0.73 ^{bA}
	12	66.73±0.03 ^{aA}	65.86±0.86 ^{aA}	62.12±0.02 ^{bA}	60.25±0.69 ^{cdC}	59.12±0.21 ^{dA}	61.26±0.66 ^{bcA}
a* (Redness)	0	6.74±1.16 ^{cB}	7.27±0.11 ^{bcC}	7.68±0.52 ^{bcA}	8.21±0.64 ^{abB}	8.49±0.31 ^{abB}	9.49±0.21 ^{aA}
	3	7.20±0.19 ^{cAB}	7.38±0.18 ^{cBC}	8.22±0.76 ^{bA}	8.29±0.13 ^{bB}	8.34±0.28 ^{bB}	9.51±0.32 ^{aA}
	6	7.21±0.08 ^{cAB}	8.03±0.23 ^{bAB}	8.29±0.11 ^{bA}	8.40±0.30 ^{bB}	9.44±0.32 ^{aA}	9.56±0.20 ^{aA}
	9	8.14±0.33 ^{bA}	8.17±0.37 ^{bA}	8.33±0.60 ^{bA}	8.42±0.28 ^{bB}	9.48±0.63 ^{aA}	9.77±0.08 ^{aA}
	12	8.31±0.35 ^{bA}	8.38±0.27 ^{bA}	8.42±0.11 ^{bA}	9.58±0.19 ^{aA}	9.66±0.35 ^{aA}	9.89±0.32 ^{aA}
b* (Yellowness)	0	7.36±0.40 ^{eA}	7.68±0.69 ^{deB}	8.64±0.59 ^{cdC}	9.41±0.20 ^{cd}	11.13±0.37 ^{bA}	12.34±0.56 ^{aA}
	3	7.51±0.13 ^{dA}	8.11±0.36 ^{dB}	9.49±0.32 ^{cB}	10.01±0.22 ^{cC}	11.20±0.79 ^{bA}	12.38±0.52 ^{aA}
	6	7.93±0.07 ^{cA}	9.24±0.24 ^{dA}	9.67±0.28 ^{dB}	10.86±0.42 ^{cB}	11.54±0.16 ^{bA}	12.65±0.33 ^{aA}
	9	8.07±0.60 ^{eA}	9.25±0.30 ^{dA}	10.00±0.27 ^{cdB}	11.11±0.12 ^{bcAB}	11.82±0.87 ^{abA}	12.95±0.64 ^{aA}
	12	8.23±0.37 ^{eA}	9.48±0.26 ^{dA}	10.85±0.12 ^{cA}	11.59±0.02 ^{bA}	12.04±0.27 ^{bA}	13.21±0.17 ^{aA}

^{a-d}Mean±SD in the same row with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

^{A-B}Mean±SD in the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

¹⁾C, Sausages without yam extracts; T1, Sausages with 0.1% yam extracts; T2, Sausages with 0.3% yam extracts; T3, Sausages with 0.5% yam extracts; T4, Sausages with 0.7% yam extracts; T5, Sausages with 1.0% yam extracts

페놀성분이 함유되었기 때문에 판단된다(Bhandari and Kawabata, 2004).

조직감 측정

저장기간 중 마 가루 methanol 추출물의 조직감 특성은 Table 5와 같다. 소시지의 경도는 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구가 감소하였다. 그러나 마가루 methanol 추출물의 첨가는 저장 9일까지 소시지의 경도를 증가시키는 것으로 나타났다($p<0.05$). 탄력성은 0일과 12일까지 T2-T5의 모든 처리구에서 통계적으로 유사한 수치를 나타내었다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열 온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon *et al.*,

2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라라도 차이가 있다. 본 연구결과 마가루의 첨가는 소시지의 경도를 증가시키므로 추후 관능적 특성 분석에 의해 적절한 첨가량이 선정되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

마 가루를 70% methanol로 추출하여 10, 30, 50, 70, 그리고 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도가 되도록 제작한 후 항산화 활성 검증에 사용하였으며 비교 항산화 물질로는 ascorbic acid를 이용하였다. 페놀성 화합물 함량은 123.03 ± 0.22 mg/g으로 나타났으며 DPPH radical 소거능은 ascorbic acid와 다른 처리구와 비교하였을 때 100 $\mu\text{g/mL}$ 농도의 처리구에서 79.33%로 가장 높은 소거능을 보였다. SOD유사활성은

Table 4. Thiobarbituric reactive acid (TBARS) of sausage with extract of *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam) during storage

Treatments ¹⁾	Storage (d)				
	0	3	6	9	12
C	0.67±0.01 ^{dC}	0.79±0.02 ^{cA}	0.94±0.01 ^{cA}	1.13±0.02 ^{bA}	1.35±0.03 ^{aA}
T1	0.65±0.01 ^{dC}	0.69±0.02 ^{cD}	0.82±0.02 ^{cBC}	0.99±0.01 ^{bB}	1.13±0.02 ^{aB}
T2	0.69±0.01 ^{dB}	0.75±0.01 ^{cB}	0.84±0.05 ^{bBC}	0.93±0.02 ^{bC}	1.08±0.02 ^{aC}
T3	0.73±0.00 ^{eB}	0.81±0.00 ^{dA}	0.86±0.02 ^{cB}	0.91±0.00 ^{bC}	0.94±0.02 ^{aD}
T4	0.64±0.06 ^{eC}	0.72±0.01 ^{dC}	0.79±0.01 ^{cC}	0.85±0.04 ^{bD}	0.88±0.01 ^{aE}
T5	0.79±0.01 ^{dA}	0.80±0.01 ^{dA}	0.93±0.04 ^{cA}	1.02±0.01 ^{bB}	1.12±0.03 ^{aB}

^{a-d}Mean±SD in the same row with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

^{A-E}Mean±SD in the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

¹⁾C, Sausages without yam extracts; T1, Sausages with 0.1% yam extracts; T2, Sausages with 0.3% yam extracts; T3, Sausages with 0.5% yam extracts; T4, Sausages with 0.7% yam extracts; T5, Sausages with 1.0% yam extracts

Table 5. Texture analysis of sausage with extract of *Dioscorea japonica* THUNBERG (Yam) during storage

Items	Storage days	Treatments ¹⁾					
		C	T1	T2	T3	T4	T5
Hardness (g)	0	1910.05±340.18 ^{cA}	2692.18±344.30 ^{bcA}	2964.21±601.12 ^{abA}	3338.93±606.15 ^{abA}	3418.79±491.24 ^{abA}	3684.25±364.74 ^{aA}
	3	1733.57±547.51 ^{cA}	2800.31±133.39 ^{bA}	2818.06±447.41 ^{bAB}	3224.84±260.05 ^{abA}	3280.09±337.80 ^{abA}	3576.28±166.65 ^{aA}
	6	1554.71±924.79 ^{bA}	2470.20±125.59 ^{abA}	2046.75±296.43 ^{bBC}	3176.39±154.75 ^{aA}	3161.25±631.28 ^{aA}	3397.34±495.88 ^{aAB}
	9	1519.37±262.97 ^{cA}	1932.69±86.09 ^{bcB}	1977.67±626.64 ^{bcBC}	2305.17±307.36 ^{bB}	2229.03±336.29 ^{aA}	3039.37±159.58 ^{aAB}
	12	1458.74±417.76 ^A	1728.39±176.59 ^{abB}	1551.44±103.40 ^{aC}	1809.28±659.50 ^{abB}	1959.56±1484.87 ^{aA}	1937.12±1702.36 ^{abB}
Springiness (mm)	0	0.77±0.02 ^{abC}	0.72±0.03 ^{bcC}	0.76±0.03 ^{abA}	0.83±0.04 ^{aA}	0.74±0.07 ^{bA}	0.74±0.03 ^{bB}
	3	0.80±0.02 ^{abC}	0.77±0.04 ^{aAB}	0.79±0.03 ^{aA}	0.86±0.01 ^{aA}	0.74±0.04 ^{aA}	0.77±0.01 ^{aAB}
	6	0.87±0.02 ^{aAB}	0.83±0.05 ^{abA}	0.82±0.06 ^{abA}	0.88±0.00 ^{aA}	0.76±0.04 ^{bA}	0.82±0.06 ^{abAB}
	9	0.92±0.10 ^{aA}	0.86±0.06 ^{abA}	0.83±0.01 ^{abA}	0.91±0.03 ^{aA}	0.80±0.03 ^{bA}	0.85±0.04 ^{abA}
	12	0.85±0.04 ^{aABC}	0.74±0.03 ^{aC}	0.72±0.03 ^{aA}	0.84±0.58 ^{aA}	0.73±0.04 ^{aA}	0.78±0.09 ^{aAB}
Fracturability (Kg)	0	5.43±1.02 ^{aA}	5.83±1.16 ^{aA}	6.18±1.27 ^{aA}	7.05±1.35 ^{aA}	7.76±3.31 ^{aA}	5.93±2.72 ^{aA}
	3	5.36±0.57 ^{bA}	5.69±0.67 ^{abA}	5.87±1.50 ^{abA}	6.93±1.07 ^{abA}	7.37±0.65 ^{aA}	5.79±1.00 ^{abA}
	6	5.21±1.97 ^{aA}	5.41±0.87 ^{aA}	5.69±1.67 ^{aA}	6.75±1.75 ^{aA}	6.83±2.11 ^{aA}	5.65±1.41 ^{aA}
	9	5.12±0.51 ^{aA}	5.24±1.36 ^{aA}	5.52±2.18 ^{aA}	6.51±0.78 ^{aA}	6.76±0.90 ^{aA}	5.56±1.99 ^{aA}
	12	4.71±0.45 ^{bA}	5.01±0.64 ^{abA}	5.31±1.01 ^{abA}	6.37±1.14 ^{abA}	6.61±0.52 ^{aA}	5.47±1.47 ^{abA}

^{a-c}Mean±SD in the same row with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

^{A-C}Mean±SD in the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

¹⁾C, Sausages without yam extracts; T1, Sausages with 0.1% yam extracts; T2, Sausages with 0.3% yam extracts; T3, Sausages with 0.5% yam extracts; T4, Sausages with 0.7% yam extracts; T5, Sausages with 1.0% yam extracts

처리 농도의존적으로 증가하는 것을 보였으며, 100 µg/mL 농도의 처리구에서 64.78%로 가장 높은 SOD유사활성을 나타냈다. 마 가루를 동결 건조하여 분말화 한 다음 마 가루 추출물을 첨가하지 않은 대조구(C), 마가루 추출물 0.1% 첨가한 처리구(T1), 0.3% 첨가한 처리구(T2), 0.5% 첨가한 처리구(T3), 0.7% 첨가한 처리구(T4), 그리고 1.0% 첨가한 처리구(T5) 등 6개 처리구로 나누어 4°C에서 12일간 저장하면서 3일 간격으로 저장성 실험에 사용하였다. pH 변화는 12일차에서 대조구(C)는 적정 pH 6.2를 넘긴 pH 6.31±0.03을 나타냈고 처리구는 감소하는 경향을 보였는데 특히 T4 처리구에서 pH 6.14±0.09로 대조구(C)와 처리구 간의 높은 유의적 차이를 나타냈다. 명도(L*)는 대조구(C)가 66.73±0.03로 가장 높은 수치를 나타내었고 마 가루의 첨가 비율이 높아질수록 L*값은 낮은 수치를 나타냈다. 적색도(a*)는 T5 처리구의 저장 12일차에서 9.89±0.32로 가장 높은 수치를 나타냈고, 갈색도(b*)는 T5 처리구의 저장 12일차에서 13.21±0.17로 가장 높은 수치를 나타냈다. 지방산화도를 측정하는 TBARS 실험에서는 저장이 진행됨에 따라 대조구(C)가 가장 높은 수치를 보였으며, T4 처리구와 비교하였을 때 가장 높은 유의적 차이를 나타냈다. 조직감 측정에서 경도는 마 가루의 첨가 비율이 높아 질수록 경도가 높아졌다. 이상의 결과를 종합적으로 고찰해 보면 마 가루 methanol 추출물이 소시지 제조에 첨가된 비율이 높아질수록 지방의 산화가 감소하며 소시지의 저장성 증진에 효과적이거나 경도가 증가하고 적색도와 갈색도가 증가하여 품질에 부정적인 영향이 없는 0.1-0.3% 농도의 선정이 바람직할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Abe, N., Nemoto, A., Tsuchiya, Y., Hojo, H., and Hirota, A. (2000) Study of the 1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging mechanism for a 2-pyrone compound. *Biosci. Biotech. Biochem.* **64**, 306-333.
- Ahn, J. W. and Yoon, J. Y. (2008) Quality characteristics of noodles added with *Dioscorea japonica* Powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* **40**, 528-533.
- Ahn, J. H., Son, K. H., Sohn, H. Y., and Kwon, S. T. (2005) *In vitro* culture of adventitious roots from *Dioscorea nipponica* Makino for the production of steroidal saponins. *Korean J. Plant Biotechnol.* **32**, 316-323.
- Bhandari, M. R. and Kawabata, J. (2004) Organic acid, phenolic content and antioxidant activity of wild yam (*Dioscorea* spp.) tubers of Nepal. *Food Chem.* **88**, 163-168.
- Byers, T. and Perry, G. (1992) Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancer. *Annu. Rev. Nutr.* **12**, 135-159.
- Folin, O. and Denis. W. (1915) A colorimetric method for determination of phenols (phenol derivatives) in urine. *J. Biol. Chem.* **22**, 305-308.
- Honikel, K. O. (1988) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49**, 447-457.
- Kanner, J. (1994) Oxidative processes in meat and meat products: quality implication. *Meat Sci.* **36**, 169-189.
- Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B., and Hayase, F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidines. *Agric. Biol. Chem.* **51**, 1333-1338.
- Kim, D. S., Ahn, B. W., Yeum, D. M., Lee, D. W., Kim, S. T., and Park, Y. H. (1987) Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor natural food components. *Bull. Korean Fish Soc.* **20**, 463-468.
- Kim, J. S. and Byun, G. I. (2009) Making fish paste with yam (*Dioscorea japonica* Thumb) powder and its characteristics. *Korean J. Culinary Res.* **15**, 57-69.
- Kum, E. J., Park, S. J., Lee, B. H., Kim, J. S., Son, K. H., and Shon, H. Y. (2006) Antifungal activity of phenanthrene derivatives from aerial bulbils of *Dioscorea batatas* decne. *J. Life. Sci.* **16**, 647-652.
- Kwon, C. S., Sohn, H. Y., Kim S. H., Kim, J. H., Son, K. H., Lee, J. S. Lim, J. K., and Kim, J. S. (2003) Anti-obesity-effect of *Dioscorea nipponica* Makino with lipase-inhibitory activity in rodents. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **67**, 1451-1456.
- Lee, J. A. and Park, G. S. (2007) Quality characteristics of jelly made with Yam powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* **24**, 39-45.
- Lee, B. Y. and Kim, H. K. (1998) Quality properties of Korean yam by various drying methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**, 877-882.
- Marklund, S. and Marklund, G. (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* **47**, 469-474.
- Moon, Y. H., Kim, Y. K., Koh, C. W., Hyon, J. S., and Jung, I. C. (2001). Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 471-476.
- Oh, S. C., Nam, H. Y., and Cho, J. S. (2002) Quality properties and sensory characteristics of sponge cakes as affected by additions of *Dioscorea japonica* flour. *Korean J. Soc Food Cookery Sci.* **18**, 185-192.
- Park, C. S., Yang, K. M., and Kim, M. L. (2006) Functional properties of medicinal plant extracts. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **23**, 720-727.
- Peter, F. S. (1975) The toxicology of nitrate, nitrite and Nitroso compounds. *J. Sci. Food Agric.* **26**, 1761-1770.
- Shin, K. O., Jeon, J. R. Lee, J. S., Kim, J. Y., Lee, C. H., Kim, S. D., Yu, Y. S., and Nam, D. H. (2006). Lactic acid fermentation of chinese yam (*Dioscorea batatas* Decne) flour and its pharmacological effect on gastrointestinal function in rat model. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* **11**, 240-244.
- Shin, S. R. (2004) Changes on the components of yam snack by processing methods. *Kor. J. Food Preserv.* **11**, 516-521.
- Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative determination occurring in fats and oils. *J. Jan. Soc. Fish Sci.* **26**,

- 259-267.
24. Tan, F. J., Liao, F. Y., Jhan, Y. J., and Liu, D. C. (2007) Effect of replacing pork back fat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage. *J. Food Eng.* **79**, 858-863.
25. Turner, F. W., Paynter, W. D., Montie, E. J., Bassert, M. W., Struck, G. W. and Olson, F. C. (1954) Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Technol.* **8**, 326-330.
26. Witte, J. W. (1975) Relative significance of dietary sources of nitrate and nitrite. *J. Agric. Food Chem.* **13**, 886-891.
27. Witte, V. C., Krause, G. F., and Baile, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 352-358.
28. Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T., and Terao, J. (1998) HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of food by 1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci. Biotech. Biochem.* **62**, 1201-1204.
29. Yang, M. H., Yoon, K. D., Chin, Y. W., and Kim, J. W. (2009) Phytochemical and pharmacological profiles of *Dioscorea* species in Korea, China and Japan. *Korean J. Pharmacogn.* **40**, 257-279.
30. Yi, S. Y. and Kim, C. S. (2001) Effects of added yam powders on the quality characteristics of yeast leavened pan brads made from imported wheat flour and Korean wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 56-63.
31. Yi, S. Y., Kim, C. S., Song, Y. S., and Park, J. H. (2001) Studies on the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 48-55.
32. Yoon, S. J., Kim, J. H., Lee, K. H., Kwon, H. J., Chun, S. S., and Cho, Y. J. (2005) Antimicrobial effects and antioxidative activity of Baek-bu-ja (*Aconiti koreanii Rhizoma*) by extraction solvent ratio. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **48**, 258-262.

(Received 2012.7.30/Revised 1st 2012.10.14, 2nd 2012.11.8/
Accepted 2012.11.21)