

아피오스 분말 첨가 소시지의 품질 특성 및 항산화 활성

박미란 · *김정미*

대구과학대학교 식품영양조리학부 조교수, *대구과학대학교 식품영양조리학부 부교수

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Sausage Added with Apios (*Apios americana* M.) Powder

Mi Lan Park and *Jung Mi Kim*

Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea

*Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea

Abstract

This study investigated the effect of apios powder on the quality characteristics of sausages. The results were as follows: pH values of the sausages were not significantly different among the samples. The amount of moisture content in the sausages decreased with increasing amount of apios powder. Increase in apios powder increased the lightness (L) value but decreased redness (a) and yellowness (b) values. Increase in apios powder increased the hardness and chewiness of sausage but decreased the adhesiveness. Apios powder had no significant effect on gumminess and springiness of the sausages among all samples. Total phenolic compound content and DPPH radical scavenging activity of apios powder added sausage significantly increased with increasing apios powder. Total bacterial counts of apios powder added sausage increased in all the samples as storage period passes and after 4 weeks of storage, the more adding ratio of apios powder was increased, the total bacterial count decreased. In view of above results, apios powder was considered to be food material suitable not only for functionality but also for developing sausage product of which preservation property is improved. From the results, 100% apios powder can be used to make optimum level for production of sausage.

Key words: apios powder, sausage, moisture content, color value, texture value, antioxidant activity

서론

식생활의 서구화, 식품 가공산업의 발달 및 가족여가문화의 확산으로 인한 캠핑시장 규모 성장으로 육가공품의 생산 및 수요가 증가하고 있고(Cho 등 2001; KREI 2015; Park JM 2016), 건강지향 소비욕구에 따라 최근의 육가공제품은 기능성까지 만족시킬 수 있는 고품질의 제품으로 변화하고 있는 추세이다(Cho YS 2002; Choe 등 2008).

육가공제품 중에서도 많이 소비되고 있는 소시지(Chin KB 2002)는 가축 및 가금류의 고기를 염지 또는 염지과정을 거치지 않고 잘게 썰거나 갈아 조미료 및 향신료로 조미하고 유향시켜 케이싱 또는 틀에 채워 만드는 육가공제품이다

(Yun EA 2012). 다른 육가공품에 비해 경제성, 저장성, 섭취 용이성이 우수하여 식생활 이용도가 매우 높은 소시지는 다른 육가공제품과 마찬가지로 제조 시 첨가되는 증량제, 보존제 등으로 인해 소비를 기피하고 있다(Yun EA 2012). 최근에는 합성 첨가물의 첨가를 최소화하면서 생리활성효과를 나타내는 천연 식재료를 활용한 소시지를 개발하고자 하는 시도가 활발하게 이루어지고 있다. 이와 관련된 선행 연구로는 뽕잎 및 감잎분말 첨가 소시지(Lee 등 2002), 녹차 첨가 소시지(Choi 등 2003), 울금 추출물 첨가 소시지(Kim 등 2007), 썬 첨가 소시지(Kim YJ 2011), 토마토 분말 첨가 소시지(Na YR 2012), 강황 첨가 소시지(Yun EA 2012), 솔잎 분말 첨가 소시지(Kwon SY 2012), 삼채 분말 첨가 소시지(Lee JH 2013), 자

* Corresponding author: Jung Mi Kim, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea. Tel: +82-53-320-1092, Fax: +82-53-320-1097, E-mail: grara@tsu.ac.kr

풍 추출물과 김치 추출물 첨가 소시지(Kim & Ahn 2014), 방아잎 분말 첨가 소시지(Park JM 2016) 등으로 생리활성효과를 나타내는 천연 부재료를 소시지 제조에 활용하여 항산화 효과 및 저장성 향상 효과 등을 나타내었음을 보고하였다.

아피오스(*Apios americana* M.)는 북미 동부의 온대 및 아열대 지역이 원산지이며, 캐나다와 미국에 많이 분포하는 콩과(Leguminosae)에 속하는 덩굴성 다년생 식물이다(Blackmon & Reynolds 1986). 아피오스는 수분과 전분, 단백질이 주요 구성성분이며(Ameny 등 1994; Park & Kim 2014), 특히 단백질이 타 뿌리 작물에 비해 3배 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Krishnan HB 1998; Ogasawara 등 2006). 그 외에도 식이섬유와 칼슘, 칼륨, 철분, 사포닌(saponin), 이소플라본(isoflavone), 제니스테인(genistein) 등과 같은 성분이 풍부하게 함유되어 있어(Wilson 등 1987; Mazur 등 1998) 항산화 효과, 항암 효과뿐만 아니라, 변비 해소 작용, 항비만 및 항당뇨 효과, 혈압강하 효과, 요통 감소 효과 등의 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다(Krishnan HB 1998; Lee SG 2011; Park & Kim 2014).

이에 본 연구에서는 우수한 생리활성효과를 가진 아피오스를 소비자 기호도가 높은 육가공제품인 소시지에 결합체 대신 활용하여 이화학적 특성 및 항산화 활성 효과 측정을 통해 아피오스의 소비 활성화 및 건강지향적인 소시지 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

아피오스 분말 첨가 소시지의 제조를 위하여 사용된 아피오스 분말은 100% 아피오스 분말을 씨앗 한알 연구소(Sanchung, Korea)에서 구입하여 사용하였으며, 원료육은 국내산 돼지 다짐육과 지방을 사용하였고, 그 외 재료인 100% 옥수수 전분(CJ Itswell Co. Ltd., Seoul, Korea), 천일염(CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea), 후추(Ottogi Co. Ltd., Seoul, Korea), 넛맥(I.S.F.I Spices, Braine-l'Alleud, Belgium), 붉은 후추(I.S.F.I Spices, Braine-l'Alleud, Belgium), 생강분말(Woomtree Co. Ltd., Pocheon, Korea)과 국내산 양파, 마늘, 고추씨 분말을 대구시 소재 대형마트 및 시장에서 구입 및 사용하여 소시지를 제조하였다.

2. 시료 제조

아피오스 분말 첨가 소시지의 제조는 Na YR(2012)과 Park JM(2016)의 방법을 참고하였으며, 5회 이상의 예비실험 및 예비 관능평가를 실시하여 제조 방법을 설정하였다.

본 연구에서는 일반적으로 소시지의 결합체로 사용되는 전분인 옥수수 전분량의 25%, 50%, 75%, 100%에 해당하는 아피

오스 분말을 사용하였다(Heo TR 2006). 재료 배합비는 Table 1에 나타내었다. 소시지의 제조법은 돼지 다짐육을 silent cutter(KI20, Dito sama Inc., Senlis, France)에 넣고, speed level 을 2로 하여 1분간 서서히 회전시키다가 등 지방, 소금, 양파, 마늘, 아피오스 분말, 후춧가루, 넛맥, 고추씨 등을 넣고 speed level 9로 높여서 고속으로 5분간 회전시켰다. 이 때 유회과정 중의 과도한 온도 상승을 방지하기 위해 얼음물을 첨가하였으며, 소시지 혼합물의 온도가 10°C 이상 되지 않도록 주의하면서 유회상태로 만들었다. 소시지 혼합물은 천연 collagen casing(지름 2.8 cm)에 충전하여 소시지 하나당 10 cm 가 되도록 실로 묶고, 75°C water bath(WB-03, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)에서 30분 동안 가열한 다음, 얼음물에 10분간 냉각시켜 poly ethylene(PE) 필름에 진공 포장하여 3°C의 냉장고에서 저장하면서 시료로 사용하였다. 또한 총 균수 측정을 위하여 제조일로 부터 4주간 보관한 시료(0일, 7일, 14일, 21일, 28일)를 실험에 사용하였다.

3. pH 측정

소시지의 pH는 소시지 5 g을 취해 증류수 45 mL를 가한 후, vortex(Scientific Industries, Bohemia, NY, USA)로 균질화한 후 Whatman No. 2(WF2, Whatman Ltd., Ely, England) 여과지로 여과한 액을 pH meter(Thermo Electron Corp., Milford,

Table 1. Formula of sausage added with apios(*Apios americana* M.) powder (g)

Ingredients	Samples				
	A1 ¹⁾	A2	A3	A4	A5
Grounded pork meat	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0
Pork back fat	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Apios powder	-	21.25	42.5	63.75	85.0
Corn starch	85.0	63.75	42.5	21.25	-
Ice cube	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Onion	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Garlic	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Salt	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Black pepper	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Red pepper seeds powder	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Ginger powder	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Nutmeg powder	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Pink pepper powder	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Total	985.0	985.0	985.0	985.0	985.0

¹⁾ A1 : Not adding apios powder, A2 : Adding apios powder 25%, A3 : Adding apios powder 50%, A4 : Adding apios powder 75%, A5 : Adding apios powder 100%

MA, USA)로 측정하였다.

4. 수분 함량 측정

소시지의 수분 측정은 분쇄한 시료 2~3 g을 취하여 105℃ 건조기(DR-1102, DaeRyun Sci., Daejeon, Korea)에서 상압가 열건조법으로 3회 반복 측정하였다(AOAC 1996).

5. 조직감 측정

소시지의 조직감 측정은 Texture analyzer(QTS Texture Analyser, Brookfield viscometers, Middleboro, UK)를 사용하여 시료는 20 × 30 × 30 mm의 크기로 잘라 TPA(texture profile analysis) 방법에 의해 3회 반복 측정하여 평균값을 취하였으며, 분석조건은 5 mm dia circle probe, test speed 60 mm/min, 60% deformation, trigger point 5 g으로 설정하였다. 항목은 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

6. 색도 측정

소시지의 색도 측정은 겉면과 일정한 크기로 자른 후의 절단면을 색차계(Chroma meter CR-400, Konica Minolta, Sakai, Osaka, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 이때 Hunter 값의 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness)를 3회 반복 측정하여 그 평균값과 표준편차를 나타내었다. 이때 사용한 표준백판의 L, a, b값은 각각 94.27, 0.05, 1.75이었다.

7. 항산화 활성 측정

1) 시료액의 조제

잘게 세절한 소시지 5 g에 70% ethanol 45 mL를 첨가하여 진탕기(BS-11, JERO TECH, Gimpo, Korea)로 50℃에서 24시간 동안 추출하고, 2,258×g에서 20분간 원심분리(Combi 514R, Hanil Scientific Inc., Gimpo, Korea)한 다음 상등액을 얻어 항산화 분석을 위한 시료로 제조하였다.

2) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Singleton 등(1999)의 방법에 따라 측정하였다. 시료액 20 μL에 Folin-Ciocalteu reagent(F9252, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 μL를 혼합하여 실온에서 3분간 방치한 다음, 10% Na₂CO₃ 80 μL를 혼합하고 다시 암소에서 1시간 방치한 후에 분광광도계를 이용하여 765 nm에서 흡광도(Infinite M200, Tecan Austria, Grödig, Austria)를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(G7384, Sigma Chemical Inc., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하여

농도별 검량곡선을 작성한 후에 μg gallic acid equivalent (μg GAE/g extract)로 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

3) DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능 측정은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 측정하였다. 시료액 50 μL에 0.2 mM DPPH 용액 200 μL를 가한 다음 암소에서 30분간 방치 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 계산식으로 활성을 산출하였다. 또한 상대 활성 비교를 위하여 양성 대조군으로 ascorbic acid(A5960, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다(Ha 등 2019).

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = 1 - \frac{\text{Absorbance value of sample}}{\text{Absorbance value of control}} \times 100$$

8. 총균수

아피오스 분말 첨가 소시지의 저장 4주 동안의 총균수 변화를 살펴보기 위해 식품공전(Korean Food and Drug Administration 2008)과 방아잎 분말 첨가 소시지 연구(Park JM 2016)의 방법에 따라 진행하였다. 각 시료 10 g을 90 mL의 멸균 생리식염수와 함께 2분간 균질화시켜 10배 희석법으로 단계 희석하였다. 총 균수는 단계희석 시료액 1 mL를 Sanitakun aerobic count plate(Chisso Corporation, Tokyo, Japan)에 접종하여 37℃에서 배양기에서 48시간 배양한 후 생성된 colony의 수를 측정하였다. 총균수는 Log CFU(colony forming unit)/g으로 표시하였다.

9. 통계 처리

실험결과는 SPSS WIN 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 일원배치분산분석(one way ANOVA-test) 후, 시료 간에 유의적 차이가 있으면 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 사후 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 수분함량

아피오스 분말 첨가 소시지의 첨가구별 pH와 수분함량을 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 본 연구에서 사용된 아피오스 분말과 옥수수 전분의 pH는 각각 6.27과 6.45로 측정되었으며, 아피오스 분말 첨가 소시지의 pH는 모든 시료에서 5.36~5.47의 범위로 측정되었으나, 아피오스 분말의 첨가 비

Table 2. pH values and moisture contents of sausage added with apios powder

Samples	Item	pH	Moisture (%)
A1 ¹⁾		5.47±0.01	67.13±0.58 ^{a2)}
A2		5.45±0.11	67.28±0.28 ^a
A3		5.38±0.01	65.44±1.38 ^b
A4		5.37±0.00	65.27±0.76 ^b
A5		5.36±0.01	63.95±1.08 ^b
F-value		3.13	7.25 ^{**}

¹⁾ A1: Not adding apios powder, A2: Adding apios powder 25%, A3: Adding apios powder 50%, A4: Adding apios powder 75%, A5: Adding apios powder 100%. The value is mean±SD(n=3).

²⁾ ^{a,b}Means with different letters within a column are significantly ($p<0.05$) different from each other by Duncan's multiple range test.

^{**} $p<0.01$

을 증가에 따라서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 일반적으로 육제품의 pH는 육제품의 품질을 좌우하고, 결합력과 보수성 등에 영향을 끼치는 요소인 것으로 알려져 있는데 (Kim 등 2005), 옥수수 전분 대신 아피오스 분말을 사용하였음에도 pH의 유의적인 변화가 나타나지 않았다.

본 연구결과와 관련하여 아피오스 활용 제품개발에 관한 선행연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡에 관한 연구(Park 등 2017)에서는 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 pH가 낮아졌음을 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 부재료를 첨가한 소시지 제품개발에 관한 선행연구 중 마 분말 추출물 첨가 소시지에 관한 연구(Pak 등 2012)에서는 마 분말 추출물의 첨가량 증가에 따른 일정한 경향의 변화가 나타나지 않았음을 보고하였고, 썩분말 첨가 소시지에 관한 연구(Lee 등 2004)에서는 썩분말의 첨가에 따라 pH가 낮아졌음을 보고하였다.

수분함량은 본 연구에서 사용된 아피오스 분말과 옥수수 전분의 수분함량이 각각 6.35%와 6.85%로 측정되었으며, 아피오스 분말 무첨가구(A1)와 25% 첨가구(A2)가 각각 67.13%, 67.28%로 측정되었고, 아피오스 분말 50~100% 첨가구(A3, A4, A5)가 63.95~65.44% 범위로 측정되어 아피오스 분말 0~25% 첨가구(A1, A2)에 비해 상대적으로 낮은 수분함량을 나타내었다($p<0.01$).

이러한 결과와 관련하여 아피오스 활용 제품개발에 관한 선행연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡에 관한 연구(Park 등 2017)와 아피오스 분말 첨가 국수(Na & Sim 2018)에서는 아피오스 분말 첨가 비율 증가에 따라 설기떡의 및 국수의 수분함량이 증가하였고, 이는 아피오스에 함유된 식이섬유의

수분 흡수력과 결합력 때문인 것으로 보고하여 본 연구결과와는 다른 경향을 나타내었다. 또한 부재료 첨가 소시지 제품개발에 관한 선행연구 중 감잎분말 첨가 소시지(Lee 등 2002), 썩분말 첨가 소시지(Han 등 2006), 흑마늘분말 첨가 소시지(Kim EH 2010), 토마토분말 첨가 소시지(Na YR 2012), 방아잎분말 첨가 소시지(Park JM 2016) 등에서는 각각의 부재료 첨가에 따라 다양한 수분함량을 나타내었으며, 이는 원료육 및 부재료의 종류, 재료 배합 및 첨가비율 등의 제조조건이 달랐기 때문인 것으로 보고되었다(Yun EA 2012). 또한 본 연구의 아피오스 분말 첨가 소시지 수분함량이 63.95~67.28% 범위로 측정되었으므로 70% 이하로 규정된 식품공전 상의 소시지 수분함량 규격에 적합하다고 판단된다(KFDA 2008).

2. 색도

아피오스 분말 첨가 소시지 단면의 색도 측정결과는 Table 3에 나타내었다. 본 연구에서 사용한 아피오스 분말의 색도는 L값 84.59, a값 1.66, b값 10.96으로 측정되었고, 옥수수 전분의 색도는 L값 98.35, a값 0.31, b값 2.16으로 측정되었다.

명도를 나타내는 L값은 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 낮아지는 경향을 나타내어 아피오스 분말 무첨가구(A1), 아피오스 분말 25%(A2), 50% 첨가구(A3)가 67.99~69.33의 범위를 나타내었고, 아피오스 분말 75% 첨가구(A4)와 100% 첨가구(A5)는 각각 67.05, 65.04로 측정되어 아피오스 분말의 첨가량이 늘어날수록 소시지의 색도가 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과는 아피오스 분말이 옥수수 전분보다 L값이 낮게 측정되어 대체 비율이 높아질수록 소시지의 L값이 낮아진 것이라 판단되며, 아피오스 분말 활용 제품 개발에 관한 연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡(Park 등

Table 3. Color values of sausage added with apios powder

Samples	Item	L	a	b
A1 ¹⁾		69.03±1.14 ^{a2)}	0.65±0.04 ^c	10.57±0.86 ^c
A2		68.21±2.21 ^a	0.69±0.08 ^{bc}	11.08±0.57 ^{ab}
A3		67.99±0.65 ^a	0.78±0.25 ^{abc}	11.61±0.08 ^{ab}
A4		67.05±1.29 ^{ab}	0.94±0.14 ^{ab}	12.29±0.76 ^a
A5		65.04±0.48 ^b	1.04±0.11 ^a	12.21±0.69 ^a
F-value		4.13 [*]	4.05 [*]	3.88 [*]

¹⁾ A1: Not adding apios powder, A2: Adding apios powder 25%, A3: Adding apios powder 50%, A4: Adding apios powder 75%, A5: Adding apios powder 100%. The value is mean±SD(n=3).

²⁾ ^{a-c}Means with different letters within a column are significantly ($p<0.05$) different from each other by Duncan's multiple range test.

^{*} $p<0.05$

2017)과 아피오스 분말 첨가 국수(Na & Sim 2018)에서 멍쌀 가루 및 밀가루보다 L값이 낮은 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 L값이 낮아졌음을 보고한 것과 동일한 경향이 었다. 또한 부재료 첨가 소시지 제품개발에 관한 연구 중 마 가루 추출물 첨가 소시지에 관한 연구(Pak 등 2012)와 메밀 첨가 닭가슴살 소시지에 관한 연구(Shin 등 2017)에서는 메밀 분말 첨가량 증가에 따라 L값의 유의적인 변화가 나타나지 않았고, 썩분말 첨가 소시지에 관한 연구(Lee 등 2004)에서는 부재료의 첨가에 따라 L값이 낮아졌음을 보고하였다.

적색도를 나타내는 a값은 아피오스 분말 무첨가구(A1)가 0.65로 측정되었고, 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 높아져 아피오스 분말 100% 첨가구(A5)가 1.04로 가장 높은 값을 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다 ($p<0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 아피오스 분말 무첨가구 (A1)가 10.57로 측정되었고, 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 높아지는 경향을 나타내어 아피오스 분말 75% 첨가 구(A4)와 아피오스 분말 100% 첨가구(A5)가 각각 12.29, 12.21로 측정되어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다 ($p<0.05$). 이러한 결과는 아피오스 분말의 a값과 b값이 옥수수 전분의 a값과 b값보다 높았기 때문이라 판단되며, 아피오 스 분말 활용 제품개발에 관한 연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡(Park 등 2017)과 아피오스 분말 첨가 국수(Na & Sim 2018)에서 아피오스 분말이 멍쌀가루 및 밀가루보다 a와 b값 이 높아 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 a값과 b값이 높아졌음을 보고한 것과 동일한 경향이 었다. 또한 부재료 첨 가 소시지 제품개발에 관한 연구 중 마가루 추출물 첨가 소 시지에 관한 연구(Pak 등 2012)에서는 마가루 추출물의 첨가 비율 증가에 따라 a값과 b값이 높아졌음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향이 었고, 메밀 첨가 닭가슴살 소시지에 관 한 연구(Shin 등 2017)에서는 a값과 b값이 대조구보다 낮아졌

음을 보고하였다.

이상의 본 연구결과 및 선행연구 결과는 일반적으로 육제 품의 색이 pH(Brewer 등 1991), 첨가물의 종류, 열에 의해 발 생된 색소(Osburn & Keeton 1994) 등 다양한 요인이 영향을 미치고, 부재료 고유의 색이 제품 육색에 발현되는 것으로 보고된 것과 관련이 있는 것으로 판단된다(Han 등 2006).

3. 조직감 측정

아피오스 분말 첨가 소시지의 기계적 조직감을 측정하 였던 결과 Table 4에 나타낸 바와 같다.

육제품의 조직감은 원료육 자체의 상태, 지방, 수분 함량 이나 첨가되는 물질의 종류 및 형태, 가열 온도 등에 따라 특성이 달라질 수 있는데(Moon 등 2001), 경도($p<0.001$)는 아 피오스 분말 무첨가구(A1)가 227.67 g으로 측정되었고, 아피 오스 분말 100% 첨가구(A5)가 311.33 g으로 측정되었으며, 씹힘성($p<0.001$)은 아피오스 분말 무첨가구(A1)가 118.18 gmm 으로 측정되었고, 아피오스 분말 100% 첨가구(A5)가 207.30 gmm로 측정되어 아피오스 분말의 첨가 비율이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타 내었다. 이는 본 연구에서 사용된 아피오스 분말과 옥수수 전분과의 수분함량 차이로 인한 결과라 생각되며, 옥수수 전 분보다 상대적으로 수분함량이 낮은 아피오스 분말의 첨가 량이 증가하였기 때문이라 추측된다. 이러한 결과와 관련하 여 아피오스 활용 제품개발에 관한 연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡(Park 등 2017)에서는 아피오스 분말 첨가비율 증 가에 따라 설기떡의 경도와 씹힘성이 낮아졌음을 보고하여 본 연구결과와 다른 경향을 나타내었다. 또한 부재료 첨가 소시지 제품개발에 관한 연구 중 메밀 첨가 닭가슴살 소시지 에 관한 연구에서는 메밀분말 첨가량 증가에 따라 경도가 증 가되었음을 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향이 었고

Table 4. Textural properties of sausage added with apios powder

Item Samples	Hardness (g)	Gumminess (g)	Adhesiveness (g/sec)	Cohesiveness (%)	Chewiness (gmm)	Springiness (mm)
A1 ¹⁾	227.67±9.71 ^{d2)}	160.47±16.53 ^a	-8.75±1.01 ^b	0.66±0.07	118.18±8.54 ^d	1.64±0.12
A2	235.00±1.73 ^d	156.89±5.26 ^a	-7.17±2.08 ^{ab}	0.56±0.14	130.14±3.37 ^c	1.68±0.05
A3	255.33±16.04 ^c	165.01±4.09 ^a	-6.33±0.50 ^a	0.51±0.06	179.58±6.15 ^b	1.60±0.02
A4	286.67±6.66 ^b	166.47±4.83 ^a	-5.49±0.57 ^a	0.49±0.04	179.73±3.60 ^b	1.61±0.05
A5	311.33±10.69 ^a	170.89±1.99 ^a	-5.83±0.85 ^a	0.48±0.05	207.30±1.18 ^a	1.65±0.03
F-value	36.43 ^{***}	1.28	3.84 [*]	2.54	154.14 ^{***}	0.75

¹⁾ A1: Not adding apios powder, A2: Adding apios powder 25%, A3: Adding apios powder 50%, A4: Adding apios powder 75%, A5: Adding apios powder 100%. The value is mean±SD(n=3).

²⁾ ^{a-c}Means with different letters within a column are significantly ($p<0.05$) different from each other by Duncan's multiple range test.

^{*} $p<0.05$, ^{***} $p<0.001$

(Shin 등 2017), 썩분말 첨가 소시지에 관한 연구(Lee 등 2004)에서는 썩분말 첨가가 상대적으로 경도가 낮았음을 보고하였으며, 명월초 분말 첨가 소시지에 관한 연구(Park 등 2015)에서는 명월초 분말 첨가에 따른 씹힘성의 변화가 나타나지 않았음을 보고하여 본 연구결과와 다른 경향이였다. 또한 Choi 등(2007)은 밀 식이섬유를 육가공품에 첨가할 경우, 경도가 증가한다고 보고하였으며, Lee & Kim(2016)은 고추 씨 분말을 첨가할 경우, 프랑크푸르트 소시지의 경도가 증가한다고 보고하였다.

검성은 전 시료에서 156.89~170.89 g의 범위를 나타내었고, 탄력성은 1.60~1.68 mm의 범위를 나타내어 아피오스 분말의 첨가 및 첨가비율 증가에 따른 유의차가 나타나지 않았는데, 생리활성 효과를 가진 부재료를 육제품에 첨가하였을 때 탄력성이 감소되었다는 연구(Cofrades 등 2000; Lee 등 2008)결과와는 다른 결과였으며, 아피오스 분말 첨가 설기떡(Park 등 2017)에 관한 연구에서도 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 설기떡의 탄력성이 강해지는 경향을 나타내었음을 보고하여 본 연구결과와 다른 경향을 나타내었다. 또한 썩분말 첨가 소시지(Lee 등 2004)에 관한 연구에서는 썩분말 첨가에 따른 탄력성의 유의적인 변화가 나타나지 않았음을 보고하였다.

점착성은 아피오스 분말 50%(A3), 75%(A4), 100%(A5)가 -5.49~ -6.33 g/sec의 범위를 나타내었고, 아피오스 분말의 첨가 비율 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내어 아피오스 분말 무첨가구(A1)가 -8.75 g/sec으로 측정되어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 또한 썩분말 첨가 소시지(Lee 등 2004)에 관한 연구에서는 썩분말 첨가에 따른 점착성의 유의적인 변화가 나타나지 않았음을 보고하였다. 응집성은 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 수치적으로 감소하는 경향을 나타내었으나, 통계적 유의차는 나타나지 않아 전 시료에서 0.48~0.66% 범위의 수치를 나타내었다. 이러한 결과를 보았을 때, 기능성 부재료의 첨가로 인한 소시지의 탄력성, 점착성 및 응집성의 감소는 소시지의 조직감에 부정적인 영향을 끼칠 수 있으나(Park 등 2015), 본 연구결과에서는 탄력성에도 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 점착성이 다소 감소되었음에도 응집성에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으므로 아피오스 분말의 첨가가 소시지의 조직감에 부정적인 영향을 끼치지 않는 것이라 판단된다.

4. 항산화 효과

1) 총 폴리페놀 함량

아피오스 분말 첨가 소시지의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 본 연구에서 사용한 아피오스

분말과 옥수수 전분의 총 폴리페놀 함량은 각각 24.25 $\mu\text{g GAE/g}$, 0.04 $\mu\text{g GAE/g}$ 으로 측정되었다. 아피오스 분말 첨가 소시지의 총 폴리페놀 함량은 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 A5(96.32 $\mu\text{g GAE/g}$), A4(91.34 $\mu\text{g GAE/g}$), A3(80.05 $\mu\text{g GAE/g}$), A2(64.28 $\mu\text{g GAE/g}$), A1(39.47 $\mu\text{g GAE/g}$)의 순으로 측정되어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.001$).

이러한 결과와 관련하여 아피오스 활용 제품개발에 관한 연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡(Park 등 2017)과 아피오스 분말 첨가 국수(Na & Sim 2018)에 관한 연구에서도 아피오스 분말의 첨가비율이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였음을 보고하였고, 부재료 첨가 소시지 제품개발에 관한 연구 중 자색고구마 분말 첨가 소시지(Lee NR 2016), 토마토 분말 첨가 소시지(Na YR 2012), 방아잎 분말 첨가 소시지(Park JM 2016)에 관한 연구 등에서도 부재료의 첨가에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하였음을 보고하여 본 연구결과와 동일한 경향을 나타내었다.

2) DPPH radical 소거능

아피오스 분말 첨가 소시지의 제조에 사용한 아피오스 분말 및 옥수수 전분의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 19.32%, 1.03%로 측정되었으며, 아피오스 분말 첨가 소시지의 아피오스 분말 첨가비율별 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 아피오스 분말 첨가 소시지의 DPPH 라디칼 소거능은 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 유

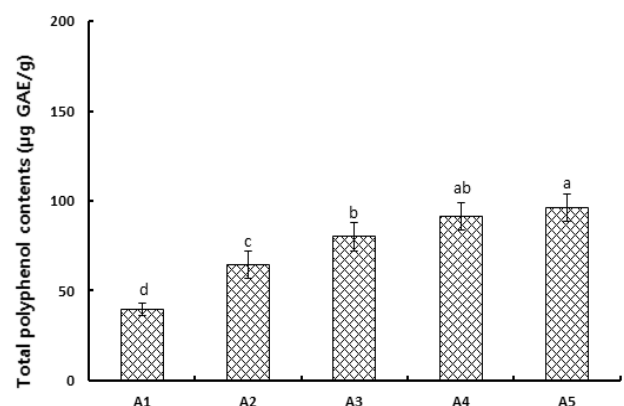


Fig. 1. Total polyphenol contents of sausage added with apios powder. A1: Not adding apios powder, A2: Adding apios powder 25%, A3: Adding apios powder 50%, A4: Adding apios powder 75%, A5: Adding apios powder 100%. The value is mean \pm SD(n=3). ^{a-d}Means with different letters within a line are significantly ($p<0.05$) different from each other by Duncan's multiple range test.

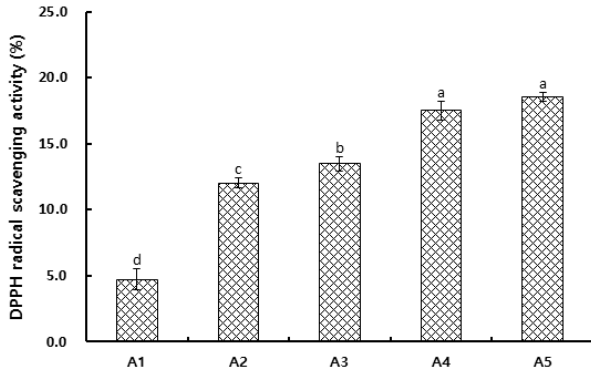


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of sausage added with apios powder. A1: Not adding apios powder, A2: Adding apios powder 25%, A3: Adding apios powder 50%, A4: Adding apios powder 75%, A5: Adding apios powder 100%. The value is mean±SD(n=3). ^{a-d}Means with different letters within a line are significantly(*p*<0.001) different from each other by Duncan’s multiple range test.

의적으로 높아져 A5(18.55%), A4(17.50%), A3(13.46%), A2 (12.03%), A1(4.72%)의 순으로 측정되어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다(*p*<0.001).

이러한 결과와 관련하여 아피오스 성분에 관한 연구 중 아피오스의 이소플라본 디글리코시드(isoflavone-diglycoside) (Nara 등 2019)에 관한 연구에서는 이소플라본(isoflavone) 성분이 DPPH 라디칼 소거활성을 나타냄을 보고하였고, 아피오스 활용 제품개발에 관한 연구 중 아피오스 분말 첨가 설기떡 (Park 등 2017)에 관한 연구에서도 아피오스 분말의 첨가비율이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였음을 보고하였으며, 부재료 첨가 소시지 제품개발에 관한 연

구 중 자색고구마 분말 첨가 소시지(Lee NR 2016), 토마토 분말 첨가 소시지(Na YR 2012), 방아잎 분말 첨가 소시지 (Park JM 2016)에 관한 연구 등에서도 부재료의 첨가에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였음을 보고하여 본 연구결과와 동일한 경향을 나타내었다. 이상의 결과들을 보면 일반적인 소시지의 제조에 사용되는 옥수수전분 대신 아피오스 분말을 사용하였을 때 항산화 효과 측면에서 보다 긍정적인 역할을 기대할 수 있을 것이라 판단된다.

5. 총 균수

아피오스 분말을 첨가한 소시지의 총 균수 측정결과는 Table 5에 나타내었다. 저장 당일에는 모든 시료에서 2.03~2.07 log CFU/g 범위로 측정되어 각 시료 간 유의차가 나타나지 않았으나, 저장기간의 경과에 따라 균의 수가 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(*p*<0.001). 또한 저장기간이 경과할수록 아피오스 분말 첨가구의 총 균수가 대조구에 비해 적게 검출되어 저장 28일째에는 대조구가 5.92 log CFU/g, 아피오스분말 100% 첨가구(A5)가 5.43 log CFU/g으로 측정되었다. 즉, 저장기간 경과에 따라 모든 시료에서 균수가 증가하였으나, 아피오스 분말의 첨가에 따라 대조구에 비해 총 균수 증식 속도가 늦게 나타났다. 특히, 아피오스분말 100% 첨가구(A5)가 저장기간이 길어질수록 다른 시료구에 비해 균의 증식속도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

이와 관련하여 삼채분말 첨가 소시지(Lee JH 2013)와 흑마늘 추출물 첨가 소시지(Kim EH 2010), 방아잎 분말 첨가 소시지(Park JM 2016), 쑥을 첨가한 소시지(Kim YJ 2011), 쑥과 솔잎 분말을 첨가한 소시지(Kim & Hwangbo 2011), 솔잎분말, 깻잎분말, 녹차분말 첨가 소시지(Kim 등 2005)에 관한 연구에서도 기능성 천연 부재료가 대조구보다 미생물의 증식

Table 5. Total microbial counts of sausage added with apios powder

(log CFU/g)

Sample	Storage day	0	7	14	21	28	F-value
A1 ¹⁾		2.03±0.01 ^E	2.77±0.09 ^{a2)D3)}	3.71±0.01 ^{aC4)}	4.83±0.05 ^{aB}	5.92±0.02 ^{aA}	3,475.23 ^{***}
A2		2.06±0.05 ^E	2.54±0.08 ^{bD}	3.55±0.05 ^{bC}	4.70±0.01 ^{bB}	5.85±0.01 ^{abA}	3,498.20 ^{***}
A3		2.07±0.03 ^E	2.50±0.04 ^{bD}	3.51±0.05 ^{bC}	4.63±0.07 ^{bB}	5.76±0.05 ^{bcA}	2,828.01 ^{***}
A4		2.09±0.13 ^E	2.47±0.01 ^{bD}	3.34±0.03 ^{cC}	4.48±0.02 ^{cB}	5.67±0.04 ^{cA}	1,524.20 ^{***}
A5		2.07±0.01 ^E	2.45±0.02 ^{bD}	3.26±0.07 ^{cC}	4.41±0.05 ^{cB}	5.43±0.14 ^{dA}	1,071.54 ^{***}
F-value		0.31	15.50 ^{***}	48.39 ^{***}	43.81 ^{***}	22.98 ^{***}	

¹⁾ A1: Not adding apios powder, A2: Adding apios powder 25%, A3: Adding apios powder 50%, A4: Adding apios powder 75%, A5: Adding apios powder 100%. The value is mean±SD(n=3).

²⁾ ^{a-d}Means with different letters within a column are significantly(*p*<0.05) different from each other by Duncan’s multiple range test.

³⁾ ^{A-E}Means with different letters within a row are significantly(*p*<0.05) different from each other by Duncan’s multiple range test.

^{***} *p*<0.001

을 억제시킨 것으로 나타나, 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 식품의 총 균수를 측정함은 미생물에 오염되었는지, 위생적으로 취급되었는가를 판정할 수 있는 기준이 될 뿐만 아니라, 세균에 의한 변화를 추정할 수 있기 때문인데(Kim 등 2005), 소시지의 세균 수가 10^8 CFU/g 수준으로 검출되면 식용이 불가능한 것으로 보고된 바 있으며(Lamkey 등 1991) 솔잎분말, 껌잎분말, 녹차분말 첨가 소시지에 관한 연구(Kim 등 2005)에서는 저장 40일차에 10^6 CFU/g에도 부패취로 인해 식용이 불가능을 보고하였다. Reagan 등(1971)이 육의 총균수가 10%/g 이하일 때에는 식용이 가능하다고 하였는데, 본 연구결과에서는 저장 28일째에도 전 시료에서 5.43~5.92 log CFU/g 범위로 측정되었으므로 본 연구조건에서는 소시지를 섭취하는 데 안전성에 큰 문제가 없을 것이라 판단된다. 그러나 본 연구에서의 저장기간이 다른 선행연구에 비해 상대적으로 짧았으므로 향후의 연구에는 아피오스 분말의 소시지 총균수 증식억제 효과에 대한 확인뿐만 아니라, 유통기한 설정을 위한 다양한 항목의 실험이 이루어져야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구에서는 우수한 영양성분 및 다양한 생리활성효과를 나타냄에도 소비 및 식품소재로서의 활용도가 미흡한 아피오스를 소시지의 제조에 활용하여 아피오스 분말 첨가 소시지의 이화학적 특성 및 항산화활성 효과를 측정하였으며, 이를 통해 아피오스 분말이 소시지의 품질에 미치는 영향을 측정하고자 하였다. 아피오스 분말을 첨가한 소시지의 pH는 아피오스 분말의 첨가 및 첨가비율 증가에 따른 유의적인 변화가 나타나지 않았으며, 수분함량은 아피오스 분말의 첨가비율 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.01$). 아피오스 분말을 첨가한 소시지의 L값은 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 유의적으로 낮아졌고($p < 0.05$), a값과 b값은 유의적으로 높아지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 즉, 아피오스 분말을 소시지의 제조에 활용함에 따라 소시지의 색은 어두워지고 적색도와 황색도는 높아졌다.

아피오스 분말을 첨가한 소시지의 기계적 조직감 측정값은 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 경도(hardness)와 씹힘성(chewiness)이 강해졌고($p < 0.001$) 검성(gumminess), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness)의 유의적인 변화는 나타나지 않았으며, 점착성(adhesiveness)은 (-)의 경향이 약해지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 아피오스 분말을 첨가한 소시지의 총 폴리페놀 함량은 아피오스 분말 첨가비율 증가에 따라 유의적으로 높아져 옥수수전분을 아피오스 분말로 100% 대체한 A5가 96.32 μg GAE/g으로 가장 높은 값을 나타내었다($p < 0.001$). 또한 DPPH radical 소거능 역시 아피오스 분말

첨가비율 증가에 따라 높아져 옥수수전분을 아피오스 분말로 100% 대체한 A5가 18.55%로 가장 높은 소거능을 나타내었다($p < 0.001$). 소시지의 저장성을 나타낼 수 있는 총균수 측정결과는 저장기간이 길어질수록 모든 시료에서 균수가 증가하였으나, 아피오스 분말 첨가구의 총균수 증식 속도가 무첨가구에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이상의 결과들을 종합해 보았을 때, 소시지의 제조에 일반적으로 사용하는 전분 대신 아피오스 분말을 활용하였을 때 아피오스 분말 무첨가구에 비해 소시지의 항산화 효과가 증가되고, 아피오스 분말의 첨가비율이 증가할수록 총 균수의 증가속도가 상대적으로 낮아져 아피오스 분말이 소시지의 품질향상에 긍정적인 역할을 할 수 있을 것이라 판단되며, 옥수수전분을 아피오스 분말로 100% 대체한 사용하는 것이 항산화 활성 및 총균수 억제 측면에서 가장 적합할 것이라 사료된다. 본 연구를 통해 아피오스 분말 첨가 소시지의 제품화 가능성은 매우 긍정적이며, 소시지 외 다양한 육가공제품 부재료로서의 활용 가치 또한 기대해볼 수 있을 것이라 판단된다. 더 나아가 우수한 영양성분과 생리활성효과에도 소비 및 인지도가 낮은 아피오스의 소비 확대를 위한 방안의 기초자료로 활용될 것이라 사료된다.

References

- Ameny MA, Wilson PW, Hegsted M. 1994. Protein quality of weaning baby food from African white fleshed sweet potato varieties and *Apios americana* with pigeon peas added as a complementary protein. *Nutr Res* 14:1397-1406
- AOAC. 1996. The Association Official Methods of Analysis. 16th ed. pp.9-10. Association of Official Analytical Chemists
- Blackmon WJ, Reynolds BD. 1986. The crop potential of *Apios americana*: Preliminary evaluations. *Hort Sci* 21:1334-1336
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Brewer MS, McKeith F, Martin SE, Dallmier AW, Meyer J. 1991. Sodium lactate effects on shelf-life, sensory, and physical characteristics of fresh pork sausage. *J Food Sci* 56:1176-1178
- Chin KB. 2002. Manufacture and evaluation of low-fat meat products: A review. *Korean J Food Sci Anim Resour* 22: 363-372
- Cho EJ, Yang MO, Heo SJ. 2001. Analysis of Umbelliferaeaceae wild plants and antioxidative activity of pork meat products added with wild plants. *Korean J Soc Food Sci* 17:456-463
- Cho YS. 2002. Studies on physico-chemical characteristics and

- functional properties of meat products for fast food by the addition of natural resources and functional water. Ph.D. Thesis, Yeungnam Univ. Gyeongsan. Korea
- Choe JH, Jang A, Lee BD, Liu XD, Song HP, Jo C. 2008. Antioxidant and antimicrobial effects of medicinal herb extract mix in pork patties during cold storage. *Korean J Food Sci Anim Resour* 28:122-129
- Choi SH, Kwon HC, An DJ, Park JR, Oh DH. 2003. Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. *Korean J Food Sci Anim Resour* 23:299-308
- Choi YS, Lee MA, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee ES, Kim CJ. 2007. Effects of wheat fiber on the quality of meat batter. *Korean J Food Sci Anim Resour* 27:22-28
- Cofrades S, Guerra MA, Carballo J, Fernades-Martin F, Clomenero FJ. 2000. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *J Food Sci* 65:281-287
- Ha GJ, Kim HY, Ha IJ, Cho SR, Moon JY, Seo GI. 2019. Quality and antioxidant properties of fermented sweet potato using lactic acid bacteria. *Korean J Food Nutr* 32:494-503
- Han KH, Choi IS, Lee CH. 2006. The physicochemical and storage characteristics of sausage added mugwort powder. *Korean J Food Sci Anim Resour* 26:356-361
- Heo TR. 2006. Food Science. p.169. Yuhansa.
- Kim EH. 2010. Studies on the biological activity and sausage product using black garlic powder. Master's Thesis, Daegu Haany Univ. Gyeongsan. Korea
- Kim IS, Jin SK, Hah KH, Lyou HJ, Park KH. 2005. Quality characteristics of emulsion-type sausage containing pine needle, perilla leaves and green tea powder. *J Anim Sci Technol* 47:667-678
- Kim IS, Jin SK, Park KH, Jeong KJ, Kim DH, Yang M, Chung YS. 2007. Characteristics of low-fat sausage containing curcumin extract during cold storage. *Korean J Food Sci Anim Resour* 27:255-261
- Kim Y, Ahn BS. 2014. Study on development of fermented sausage using grape fruit extract and *Kimchi* extracted starter culture. *J East Asian Soc Diet Life* 24:70-79
- Kim YJ, Hwangbo S. 2011. Effects of addition of mugwort and pine needle extracts on self-life in emulsified sausage during cold storage. *J Anim Sci Technol* 53:461-467
- Kim YJ. 2011. Effect of the addition method of mugwort on antioxidant effect, total plate counts, and residual nitrite content of emulsified sausages during cold storage. *Korean J Food Sci Anim Resour* 31:122-128
- Korean Food and Drug Administration. 2008. Official Book for Food. pp.23-24, pp.152-153. Korea Food Industry Association
- KREI. 2015. Agricultural Prospect 2015. Korea Rural Economic Institute.
- Krishnan HB. 1998. Identification of genistein, an anticarcinogenic compound, in the edible tubers of the America groundnut (*Apios americana* Medikus). *Crop Sci* 38:1052-1056
- Kwon SY. 2012. Development of functional sausage manufactured with pine needle powder. Master's Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul. Korea
- Lamkey JW, Leak FW, Tuley WB, Johnson DD, West RL. 1991. Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J Food Sci* 56:220-223
- Lee JH. 2013. Changes in quality characteristics of sausages with *Allium hookeri*. Master's Thesis, Sun Moon Univ. Asan. Korea
- Lee JR, Ha YJ, Song YM, Jin SK, Kim IS, Hah KH, Kwack SJ. 2002. Physico-chemical and sensory properties of emulsified sausages containing mulberry and persimmon leaf powder. *Korean J Food Sci Anim Resour* 22:330-336
- Lee JR, Jung JD, Hah YJ, Lee JW, Lee JI, Kim KS, Lee JD. 2004. Effects of addition of mugwort powder on the quality characteristics of emulsion-type sausage. *J Anim Sci Technol* 46:209-216
- Lee MA, Han DJ, Choi JH, Choi YS, Kim HY, Jeong JY, Paik HD, Kim CJ. 2008. Effect of hot air dried *kimchi* powder on the quality characteristics of low - fat sausages. *Korean J Food Sci Anim Resour* 28:146-153
- Lee NR. 2016. Preparation of a nitrite-free functional sausage using purple sweet potato powder and purple pigment, lentil and *Opuntia ficusindica* extract. Ph.D. Thesis. Chungnam National Univ. Daejeon. Korea
- Lee SG. 2011. Hypotensive action of *Apios*. pp.1-5. ReSEAT Analysis Report
- Lee SH, Kim HY. 2016. Effect of red pepper seed powder on the quality characteristics of chicken thigh frankfurters. *Korean J Food Sci Technol* 48:372-377
- Mazur WM, Duke JM, Wahala K, Rasku S, Adlercreutz H. 1998. Isoflavonoids and lignans in legumes: Nutritional and health aspects in humans. *J Nutr Biochem* 9:193-200
- Moon YH, Kim YK, Koh CW, Hyon JS, Jung IC. 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
- Na S, Sim KH. 2018. Antioxidant activities and quality characteristics of noodle with added apios (*Apios americana* Medikus) cultivated in Korea. *Korean J Food Nutr* 31: 844-857
- Na YR. 2012. Processing optimization and quality characteristics of sausage prepared with tomato powder. Master's Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Nara K, Nihei K, Ogasawara Y, Koga H, Kato Y. 2011. Novel isoflavone diglycoside in groundnut (*Apios americana* Medik). *Food Chem* 124:703-710
- Ogasawara Y, Hidano Y, Kato Y. 2006. Study on carbohydrate composition of apios (*Apios americana* Medikus) flowers and tubers. *J Jpn Soc Food Sci Technol* 53:130-136
- Osburn WN, Keeton JT. 1994. Konjac flour gel as fat substitute in low-fat prerigor fresh pork sausage. *J Food Sci* 59:484-489
- Pak JI, Seo TS, Jang A. 2012. Effect of dried yam extracts on sausage quality during cold storage. *Korean J Food Sci Anim Resour* 32:820-827
- Park JM. 2016. Studies on quality characteristics of manufacture for emulsion type sausage with added leaf powder of *Agastache rugosa* O. Kuntze. Master's Thesis. Sejong Univ. Seoul. Korea
- Park MH, Kim M. 2014. Physicochemical properties of cross-linked apios starch. *J East Asian Soc Diet Life* 24:400-406
- Park ML, Kim JM, Lee MH. 2017. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with apios (*Apios americana* M.) powder. *Korean J Food Nutr* 30:1268-1278
- Park YI, Jeong HS, Joo N. 2015. The quality characteristics of beef sausage with the addition of *Gynura procumbens*. *Korean J Food Cookery Sci* 31:395-404
- Reagan JO, Jeremiah LE, Smith GC, Carpenter ZL. 1971. Vacuum packaging of lamb. I. Microbial consideration. *J Food Sci* 36:764-766
- Shin HB, Kim HY, Chun JY. 2017. Quality characteristics of emulsion-type chicken sausages added different level of buckwheat powder. *Korean J Poult Sci* 44:135-141
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299:152-178
- Wilson PW, Pichardo FJ, Liuzzo JA, Blackmon WJ, Reynolds BD. 1987. Amino acids in the American groundnut (*Apios americana*). *J Food Sci* 52:224-225
- Yun EA. 2012. Quality characteristics of sausage prepared with turmeric powder. Master's Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea

Received 23 September, 2019

Revised 25 November, 2019

Accepted 03 December, 2019