

## 아피오스 분말 첨가 설기떡의 품질 특성

박미란 · 김정미 · †이미희  
대구과학대학교 식품영양조리학부

### Quality Characteristics of *Sulgidduk* added with Apios(*Apios americana* M.) Powder

Mi-Lan Park, Jung-Mi Kim and †Mi-Hee Lee

Division of Food & Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea.

#### Abstract

This study examined the characteristics of *Sulgidduk* with different amounts of apios powder (0, 10, 20, 30, and 40%). The moisture content of *Sulgidduk* significantly increased with the addition of apios powder. Also, the pH values of *Sulgidduk* significantly decreased with the addition of apios powder. The addition of apios powder in the *Sulgidduk* decreased the lightness (L) in Hunter's color value, but increased the redness (a) and yellowness (b). By increasing the quantity of apios powder, the hardness, gumminess, and chewiness of *Sulgidduk* decreased and its springiness increased. The addition of apios powder in the *Sulgidduk* increased the total polyphenol content and DPPH-radical-scavenging activity. In the sensory evaluation, the addition of 20, 30% apios powder had the best score in taste and overall preference. This study suggests that apios powder is an excellent ingredient for improving the sensory preference and functionality of *Sulgidduk*. The study also shows that it was the addition of 30% apios powder can be used to make functional *Sulgidduk*.

Key words: apios powder, *Sulgidduk*, moisture content, color value, texture value, antioxidant activity, sensory preference

#### 서 론

아피오스(apios)는 북미 동부 지역이 원산지인 덩굴성의 콩과(Leguminosae) 식물로, 학명은 *Apios americana* M.이며, 주로 아피오스의 괴경 부분을 식용한다(Seabrook & Dionne 1976; Blackmon & Reynolds 1986; Reynolds 1995; Kang 등 2005).

아피오스 괴경의 일반성분은 100 g 중 수분 53.5 g, 탄수화물 38.2 g, 단백질 6.1 g, 회분 1.7 g, 섬유소 1.7 g, 지질 0.5 g으로 구성되어 있는 것으로 보고되고 있는데, 특히 조단백질은 다른 괴경 활용 작물보다 3배 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있고(Ameny 등 1994; Kang 등 2005), glutamic acid와 aspartic acid 또한 풍부한 것으로 알려져 있어, 우수한 단백질 급원 식품이라고 할 수 있다(Yasuo 등 2006; Kim 등 2013). 그 외에도 아피오스에는 사포닌, 칼슘, 철분, 식이섬유 및 이소플라본(isoflavone) 등의 성분이 풍부하게 함유되어 있으며

(Okubo K 1994; Hoshikawa & Juliarni 1995; Krishnan HB 1998; Park & Kim 2014), 이러한 성분들로 인해 정장 효과, 요통 및 관절통 경감 효과, 항산화 효과, 항암 효과뿐만 아니라, 아토피 질환, 심장질환, 당뇨병 등에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있는 우수한 식품이다(Krishnan HB 1998; Park MH 2010; Kim WY 2014; Park & Kim 2014).

영양 및 기능적으로 우수한 아피오스는 외국에서 주로 구이, 튀김, 조리용으로 직접 식용하거나, 제과, 통조림, 이유식, 분말 및 프레이크 등의 다양한 형태로 활용되어지고 있고, 일본에서는 건강식품으로 이용되고 있는 등 그 가치를 인정받고 있으나(Kim 등 2013; Park MH 2010; Park & Kim 2014), 우리나라에서는 아피오스에 대한 인지도가 매우 낮으며, 특히 아피오스를 식품가공소재로 활용하고자 한 연구가 전무한 실정이다.

한편, 떡은 우리나라의 역사와 함께 해 온 고유의 전통음

† Corresponding author: Mi-Hee Lee, Division of Food & Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea.  
Tel: +82-53-320-1093, Fax: +82-53-320-1765, E-mail: coveymi@tsu.ac.kr

식으로 시절식, 제례음식 등 모든 행사에서 사용되어 왔다 (Han & Rho 2009). 특히 최근 소비자의 건강 지향적 식(食) 소비 욕구 증대에 따라 우리나라 전통 떡에 대한 관심이 증대되고 있으며, 더 나아가 천연 식재료를 첨가하여 영양 및 기능적으로 보완된 떡에 대한 관심이 증가하고 있다(Park YM 2014).

떡은 종류와 모양이 매우 다양하며, 만드는 방법에 따라 찌는 떡, 치는 떡, 빻는 떡, 지지는 떡으로 나눌 수 있는데 (Kweon 등 2007; Park YM 2014; Kim CH 2015), 그 중 찌는 떡은 떡의 기본형으로 물에 불린 멥쌀 또는 찹쌀가루를 증기를 이용하여 익힌 '설기떡'이 대표적이다(Jung 등 2010). 그러나 쌀 단백질인 오리제닌(oryzenin)은 필수 아미노산 히스티딘(histidine), 라이신(lysine), 트레오닌(threonine)이 부족하고, 영양적으로 편중된 것으로 알려져 있어, 최근에는 건강에 도움을 주는 천연 식재료를 활용한 설기떡의 제조 및 그에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Shin 등 2009; Kim CH 2015).

설기떡의 제조에 천연 및 기능성 식재료를 활용한 연구로는 누에 동충하초 분말(Shin 등 2008), 유피 분말(Jun 등 2008), 찹옥수수 분말(Hyun 등 2008), 비지 분말(Lee & Lim 2006), 알로에가루(Hwang & Yoon 2006), 차수수가루(Chae & Hong 2006), 연잎가루(Yoon SJ 2007), 녹차 분말(Hong 등 1999), 타피오카 분말(Hyun 등 2005), 마 분말(Kim & Byun 2009), 강황 분말(Lee 등 2011), 송이 분말(Choi SH 2010), 자색고구마 분말(Ahn GJ 2010), 참초 분말(Lee & Kim 2013), 어성초 분말(Eun 등 2008), 토마토 분말(Lee 등 2008), 하수오 분말(Nam & Park 2012), 곤드레 분말(Park & Na 2016) 첨가 설기떡 등 매우 다양하게 수행되어 왔으나, 아피오스 분말을 첨가한 설기떡에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

이에 본 연구에서는 아피오스 분말을 첨가한 설기떡을 제조하여 품질 특성을 측정하고, 관능평가를 실시하였으며, 이를 통해 탄수화물이 주성분인 멥쌀가루가 주재료인 설기떡에 양질의 단백질이 풍부하고, 기능적으로 우수한 아피오스

를 첨가하여 영양적·기능적으로 보완이 된 떡의 제품화 가능성을 살펴보고자 하였다. 더 나아가 아피오스의 인지도 및 소비 확대 방안을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

아피오스 분말은 국내산 100% 아피오스 분말(경남 산청군 소재 씨앗 한알 아피오스 연구소)을 구입하여 사용하였으며, 그 외 재료는 시판 멥쌀가루((주) 대두식품 멥쌀가루), 정백당((주)CJ), 꽃소금((주)해표), 물(제주 삼다수, 제주개발공사)을 구입하여 사용하였다.

### 2. 아피오스 분말 첨가 설기떡의 제조

본 연구에서의 아피오스 분말 첨가 설기떡의 제조방법은 Yoon & Lee(2016), Choi SH(2010) 등의 방법을 참고하고, 5회 이상의 예비실험 및 예비 관능평가를 실시하여 설정하였다. 아피오스 분말의 첨가 비율은 시판 멥쌀가루량 대비 10~40%로 정하였고, 아피오스 분말의 첨가량의 증가에 따라 멥쌀가루의 양을 감소시켰는데, 멥쌀가루량 대비 10% 미만의 아피오스 분말을 첨가하였을 때는 아피오스 분말 첨가에 따른 관능 차이가 매우 미미하였고, 40% 초과인 아피오스 분말을 첨가하였을 때는 떡이 부스러지는 등 형태가 불량하여 제조에 적합하지 않았다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 재료 배합비는 Table 1에 나타내었다.

아피오스 분말 첨가 설기떡을 제조하기 위하여 분량의 아피오스 분말과 멥쌀가루를 혼합하고, 소금을 녹인 물을 부어 비벼 섞은 다음, 체(20 mesh)에 내렸으며, 여기에 설탕을 첨가하고 다시 체(20 mesh)에 내렸다. 이를 지름 18 cm, 높이 4 cm의 대나무 찜기에 유산지를 깔고 재료를 담아 그 위에 면포를 덮고 30분간 찜 후, 5분간 뜸을 들여 완성하였다. 완성된 아피오스 분말 첨가 설기떡은 30분간 방냉시켜 시료로 사

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

Ingredients	Samples	0% AS <sup>1)</sup> (Control)	10% AS	20% AS	30% AS	40% AS
Rice flour		500 g	450 g	400 g	350 g	300 g
Apios( <i>Apios americana</i> M.) powder		0 g	50 g	100 g	150 g	200 g
Sugar		60 g	60 g	60 g	60 g	60 g
Salt		5 g	5 g	5 g	5 g	5 g
Water		320 g	320 g	320 g	320 g	320 g
Total		885 g	885 g	885 g	885 g	885 g

<sup>1)</sup> Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount.

용하였다.

### 3. 수분함량 및 pH 측정

아피오스 분말 첨가 설기떡의 수분함량은 시료 3 g을 칭량하고 수분 측정기(MA 35M-000230V1, Moisture analyzer, Sartorius Co., Göttingen, Germany)를 사용하여 105°C 측정 온도에서 측정하였다. pH 측정은 마쇄한 시료 1 g과 증류수 9 mL를 혼합하여 균질화한 다음, 혼탁액을 실온에서 30분간 방치하고, 상등액을 취하였다. 이를 각각 pH meter(Orion star A211, Thermo Fisher Scientific Inc., USA)를 사용하여 3회 반복 측정하고, 그 평균값과 표준편차를 나타내었다.

### 4. 색도 측정

아피오스 분말 첨가 설기떡의 색도는 색차계(Chroma meter CR-400, Konica Minolta, Sakai, Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter 값의 L값(명도; lightness), a값(적색도; redness), b값(황색도; yellowness)를 구하였다. 사용한 표준 백색판은 L=94.89, a=0.14, b=2.26이었다. 색도 측정 결과는 3회 반복 측정하였으며, 평균값과 표준편차를 나타내었다.

### 5. 조직감 측정

아피오스 분말 첨가 설기떡의 조직감은 texture analyzer(Texture pro v2.1, Brookfield visco meters, UK)를 사용하여 2회 반복 압착 실험(two bite compression test)으로 측정하였으며, 각 시료는 40×40×20 mm의 크기로 잘라 TPA(texture profile analysis) 방법에 의해 경도(hardness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness)을 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 나타내었다. 측정조건은 Plunger type이 cylindrical 50 mm, test speed는 2 mm/sec, deformation이 50%였다.

### 6. 항산화 효과 측정

#### 1) 시료의 전처리

아피오스 분말 첨가 설기떡의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능 측정을 위한 시료 전처리는 시료 5 g에 에탄올 45 mL를 가하고, 50°C에서 3시간 동안 추출한 다음, 0.45 µM Syringe filter로 여과시켜 그 상등액을 시료액으로 사용하였다.

#### 2) 총 폴리페놀 함량

아피오스 분말 첨가 설기떡의 총 폴리페놀 함량은 Folin & Denis(1912)의 방법을 응용하였으며, 전처리한 시료액 200 µL에 Folin-Ciocalteu reagent(F9252, Sigma Inc., USA) 1,000 µL를

가하고, 실온에서 3분 동안 방치시킨 다음, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 800 µL를 첨가하고, 37°C에서 1시간 동안 반응시켜 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 표준물질 gallic acid(G7384, Sigma Inc., USA)를 이용하여 검량선을 작성한 다음 정량하여 계산하였다.

### 3) DPPH 라디칼 소거능 측정

아피오스 분말 첨가 설기떡의 DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였으며, 총 폴리페놀 함량에서 사용한 시료와 동일한 과정을 거친 시료액 50 µL에 20mM DPPH 용액(D9132, Sigma Inc., USA) 200 µL를 가한 다음 실온에서 30분간 방치시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 아래의 식과 같은 방법으로 시료액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었으며, 상대 활성 비교를 위해 양성 대조군으로 ascorbic acid(A5960, Sigma Inc., USA)를 사용하고, 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 나타내었다.

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

### 7. 관능평가

아피오스 분말 첨가 설기떡에 대한 관능평가는 대구과학대학교 식품영양조리학부에 재학 중인 남녀 학생 30명을 선정하여 아피오스 분말 첨가 설기떡의 관능적 특징을 잘 인지할 수 있도록 반복 훈련시켜 관능평가자의 관능 정도 및 관능 기호도를 잘 반영한 점수에 표시하도록 하였다. 관능평가 시료는 아피오스 분말 무첨가구(0% AS)와 아피오스 분말 첨가구(10~40% AS)를 30×30×20 mm의 크기로 잘라 흰 접시에 담아 사용하였으며, 1종의 시료를 평가하고 나서는 입안을 깨끗하게 헹군 후, 다음 시료를 평가하도록 하였다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 관능 특성에 관한 항목은 색(색의 진한 정도), 냄새(구수한 냄새, 이취; off-flavor), 맛(구수한 맛, 이미; off-taste), 조직감(경도, 씹힘성)의 정도를 9점 묘사 척도 채점법(1=매우 약함, 5=보통, 9=매우 강함)으로 평가하였으며, 관능 기호도는 외관, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 9점(1=매우 싫음, 5=보통, 9=매우 좋음) 기호 척도 채점법으로 평가하였다.

### 8. 통계 처리

실험 측정결과 및 관능평가 결과는 SPSS WIN 18.0(SPSS Inc., USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 일원배치분산분석(one way ANOVA-test) 후,  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 수분함량 및 pH

아피오스 분말 첨가 설기떡의 수분함량, pH를 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다.

수분함량은 본 연구에서 사용한 아피오스 분말과 멧쌀가루의 수분함량이 각각 6.54%, 8.88%로 측정되었으며, 아피오스 분말 첨가 설기떡의 수분함량은 아피오스 분말의 첨가 비율이 높아질수록 유의적으로 증가하여 40% AS의 수분함량이 가장 높았다( $p<0.001$ ). 이로 보아, 아피오스 분말이 멧쌀가루보다 낮은 수분함량을 나타내었음에도 멧쌀가루량 대체되는 아피오스 분말 첨가량의 증가에 따라 설기떡의 수분함량이 증가한 것은 아피오스 분말에 함유된 식이섬유소의 높은 수분결합력으로 인해 갖는 보수성 때문인 것으로 사료된다 (Ghang & Park 2005; Chae & Hong 2006).

이러한 결과와 관련하여 부재료 첨가 설기떡에 관한 선행연구 중 동충하초 분말(Shin 등 2008), 다시마 분말(Cho & Hong 2006), 어성초 분말(Eun 등 2008), 파프리카 분말(Cho 등 2008), 차수수가루(Chae & Hong 2006) 첨가 설기떡에 관한 연구 등에서 부재료의 첨가에 따라 설기떡의 수분함량이 증가하였음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 반면, 하수오 분말(Nam & Park 2012), 찹옥수수 분말(Hyun 등 2008), 타피오카 분말(Hyun 등 2005)을 첨가한 설기떡에 관한 연구 등에서는 부재료의 첨가에 따라 설기떡의 수분함량이 감소하였음을 보고하여 본 연구 결과와는 다른 경향이였다.

pH 측정결과는 아피오스 분말과 멧쌀가루의 pH가 각각 6.31과 7로 측정되었고, 아피오스 분말 첨가 설기떡의 pH는 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아져 40% AS가 6.33으로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.001$ ). 이는 아피오스 분말의

pH가 설기떡의 주재료인 멧쌀가루보다 낮았고, 아피오스 분말 첨가 설기떡의 제조 시, 아피오스 분말의 첨가량 증가에 따라 멧쌀가루의 양을 감소시켰기 때문인 것으로 판단되며, 이러한 결과와 관련하여 부재료 첨가 설기떡에 관한 선행연구 중 하수오 분말(Nam & Park 2012), 토마토 분말(Lee 등 2008), 백년초가루(Joung HS 2004), 연잎가루(Yoon SJ 2007), 복분자 분말(Cho 등 2006) 첨가 설기떡에 관한 연구에서 부재료의 첨가에 따라 설기떡의 pH가 감소하였음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

### 2. 색도 및 외관

L값은 밝기를 나타내는 값으로, 흑색의 '0'에서 백색의 '100'까지 수치를 가지며, a값은 적색을 나타내는 값으로, 적색의 정도가 강해질수록 '0'에서부터 (+)'100'으로 증가하고, 녹색의 정도가 강해질수록 반대편으로 '0'에서부터 (-)'80'으로 감소하는 수치이다. 또한, b값은 황색을 나타내는 값으로, 황색의 정도가 강해질수록 '0'에서 (+)'70'으로 증가하고 청색의 정도가 강해질수록 '0'에서 (-)'70'으로 감소하는 값이다(Jeon SJ 2011).

아피오스 분말 첨가 설기떡의 색도 측정결과는 Table 3에 나타내었으며, 본 연구에서 사용한 아피오스 분말의 색도는 L값 84.59, a값 1.66, b값 10.96이었고, 멧쌀가루의 색도는 L값 96.79, a값 0.51, b값 1.26으로 측정되어 아피오스 분말이 멧쌀가루보다 어둡고 적색도 및 황색도가 더 높았다. 이와 관련하여 Kim 등(2014)의 연구에서는 동결 아피오스 감자의 색도 값이 L값 84.08, a값 0.10, b값 5.19로 측정되었음을 보고하여 본 연구 측정결과와 수치적인 차이를 나타내었다.

L값(lightness)은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아져 40% AS가 63.53으로 가장 낮은 값을 나타내었는데( $p<0.001$ ), 이는 일반적으로 명도가 높은 설기떡에 다른 부재료의 첨가량이 증가할 경우에 L값이 낮아짐을 보고한 선행연구

Table 2. Moisture contents, pH values of *Sulgidduk* added with apios powder

Samples	Item	Moisture (%)	pH
0% AS <sup>1)</sup> (Control)		19.17±0.41 <sup>d2)c3)</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>
10% AS		24.51±0.45 <sup>c</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>
20% AS		25.24±0.64 <sup>c</sup>	6.85±0.03 <sup>b</sup>
30% AS		30.34±0.19 <sup>b</sup>	6.56±0.05 <sup>c</sup>
40% AS		34.35±0.19 <sup>a</sup>	6.33±0.05 <sup>d</sup>
F-value		605.69 <sup>***4)</sup>	226.85 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount.

<sup>2)</sup> The value is mean±S.D. (n=3).

<sup>3)</sup> a-c Means with different letters within a column are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> \*\*\*  $p<0.001$ .

Table 3. Color values(L, a, b) of *Sulgidduk* added with apios powder

Samples	Item	L	a	b
0% AS <sup>1)</sup> (Control)		86.23±0.47 <sup>2)ab3)</sup>	-0.60±0.05 <sup>c</sup>	5.96±0.40 <sup>d</sup>
10% AS		78.87±0.59 <sup>b</sup>	1.25±0.11 <sup>d</sup>	12.15±0.44 <sup>c</sup>
20% AS		70.41±1.20 <sup>c</sup>	2.37±0.11 <sup>c</sup>	13.56±0.97 <sup>b</sup>
30% AS		68.30±2.50 <sup>c</sup>	3.54±0.29 <sup>b</sup>	16.73±0.15 <sup>a</sup>
40% AS		63.53±1.70 <sup>d</sup>	4.10±0.33 <sup>a</sup>	16.89±0.90 <sup>a</sup>
F-value		109.79 <sup>***</sup>	247.82 <sup>***</sup>	140.53 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount.

<sup>2)</sup> The value is mean±S.D. (n=3).

<sup>3)</sup> a-e Means with different letters within a column are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> \*\*\*  $p<0.001$ .

구 결과와 동일한 경향을 나타낸 결과였다(Hwang SJ 2013; Park & Na 2016). 또한, 돼지감자가루를 첨가한 설기떡에 관한 연구(Park HS 2010)에서도 돼지감자가루의 첨가량이 증가할수록 설기떡의 L값이 낮아졌음을 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다.

a값(redness)과 b값(yellowness)은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌으며( $p<0.001$ ), 이는 돼지감자가루를 첨가한 설기떡에 관한 연구(Park HS 2010)에서 돼지감자가루의 첨가량이 증가할수록 설기떡의 a값과 b값이 높아졌음을 보고한 결과와 동일한 경향을 나타낸 결과였다.

이상의 결과들로 보아, 아피오스 분말은 설기떡의 색도에 영향을 끼치는 요인이며, 아피오스 분말 자체의 색이 설기떡의 주재료인 멥쌀가루보다 어둡고 적색과 황색의 경향이 강해 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 설기떡의 밝기가 어두워지고, 적색도와 황색도가 높아졌을 것이라 판단되었다.

한편, 아피오스 분말 첨가비율별 설기떡의 외관을 촬영한 결과는 Fig 1에 나타내었으며, 아피오스 분말의 첨가량 증가에 따른 설기떡의 색 차이가 분명하게 구분되었으며, 떡의 색이 어두워지고 황색이 진해지는 것을 육안으로 확인할 수 있었다.

### 3. 기계적 조직감

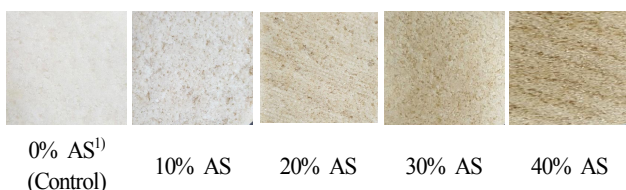


Fig. 1. Photograph of *Sulgidduk* added with apios powder.

<sup>1)</sup> Each numbers in front of AS mean the added amount % of apios powder in *Sulgidduk*.

설기떡의 조직감은 주재료인 쌀 전분의 입자나 크기, 양 뿐만 아니라, 첨가 부재료에 따른 보수성 차이에 의해 변화가 생기는 것으로 알려져 있으며(Ryu 등 2008; Yoon & Lee 2016), 아피오스 분말 첨가 설기떡의 기계적 조직감을 측정된 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같다.

경도(hardness)는 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었는데( $p<0.001$ ), 이러한 결과와 관련하여 Kim 등(2014)의 연구에서 동결건조 아피오스 분말의 식이 섬유소 함량이 20.38%로 측정되었음을 보고하였고, 여주 분말 첨가 설기떡에 관한 연구(Yoon & Lee 2016)에서는 부재료의 섬유소가 떡의 전분과 혼합되고, 증기와 열로 인해 보습성이 높아져 떡의 경도가 낮아졌음을 보고하여 아피오스 분말의 섬유소가 설기떡의 경도에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한, 하수오 분말(Nam & Park 2012), 도라지 분말(Hwang & Kim 2007), 연근가루(Yoon & Choi 2008), 백봉령가루(Kim 등 2005) 첨가 설기떡에 관한 연구 등에서도 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

검성(gumminess)은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.01$ ). 이러한 결과와 관련하여 돼지감자가루(Park HS 2010), 강황분말(Jeon SJ 2011) 첨가 설기떡에 관한 연구 등에서도 부재료의 첨가에 따라 검성이 낮아졌음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

응집성(cohesiveness)은 0% AS와 10% AS가 상대적으로 강했으며, 씹힘성(chewiness)은 아피오스 분말 첨가량이 증가할수록 약해지는 경향이 있었다( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ). 이러한 결과들로 보아, 아피오스 분말이 멥쌀가루 입자의 뭉침성을 저해하는 역할을 하여 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 응집성과 씹힘성이 감소하는 경향을 나타낸 것이라 판단된다(Yoon & Lee 2016). 또한, 이상의 결과들과 관련하여 돼지감

**Table 4.** Textural properties of *Sulgidduk* added with apios powder

Samples	Item	Hardness	Gumminess	Cohesiveness	Chewiness	Springiness
0% AS <sup>1)</sup> (Control)		730.33±28.36 <sup>2(a3)</sup>	266.80±4.94 <sup>a</sup>	0.45±0.04 <sup>a</sup>	423.69±17.16 <sup>b</sup>	1.89±0.36 <sup>b</sup>
10% AS		624.67±13.58 <sup>b</sup>	241.43±26.63 <sup>ab</sup>	0.43±0.02 <sup>a</sup>	372.92±15.10 <sup>ab</sup>	2.04±0.04 <sup>b</sup>
20% AS		581.67±24.58 <sup>b</sup>	229.18±5.40 <sup>b</sup>	0.34±0.02 <sup>b</sup>	328.45±47.54 <sup>b</sup>	2.29±0.15 <sup>ab</sup>
30% AS		499.00±24.88 <sup>c</sup>	193.56±25.02 <sup>c</sup>	0.32±0.03 <sup>b</sup>	324.28±57.05 <sup>b</sup>	2.56±0.21 <sup>a</sup>
40% AS		441.00±39.13 <sup>d</sup>	183.64±13.46 <sup>c</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>	333.29±28.17 <sup>b</sup>	2.71±0.37 <sup>a</sup>
<i>F</i> -value		50.47 <sup>***</sup>	11.26 <sup>**</sup>	25.23 <sup>***</sup>	3.92 <sup>*</sup>	5.25 <sup>*</sup>

1) Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount.

2) The value is mean±S.D. (n=3).

3) <sup>a-e</sup> Means with different letters within a column are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

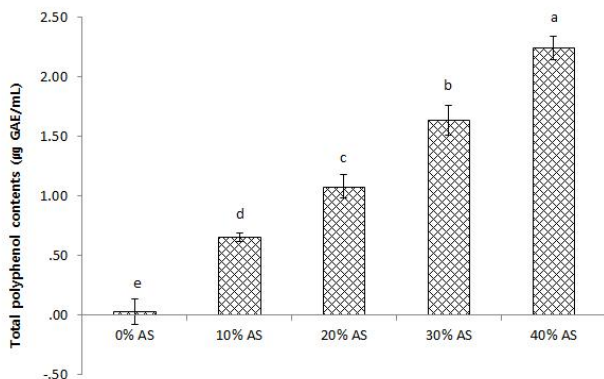
4) <sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

자가루(Park HS 2010), 하수오 분말(Nam & Park 2012), 백복령가루(Kim 등 2005) 첨가 설기떡에 관한 연구 등에서는 부재료의 첨가에 따라 응집성 및 씹힘성이 감소하였음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

탄력성(springiness)은 아피오스 분말의 첨가 비율이 증가할수록 강해지는 경향을 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었으며( $p<0.05$ ), 이러한 결과는 강황 분말(Jeon SJ 2011) 첨가 설기떡에 관한 연구에서도 부재료의 첨가에 따라 탄력성이 높아졌음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향이였다.

#### 4. 항산화 효과

##### 1) 총 폴리페놀 함량



**Fig. 2.** Total polyphenol contents of *Sulgidduk* added with apios powder. Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount. The value is mean±S.D. (n=3). <sup>a-e</sup> Means with different letters within a line are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

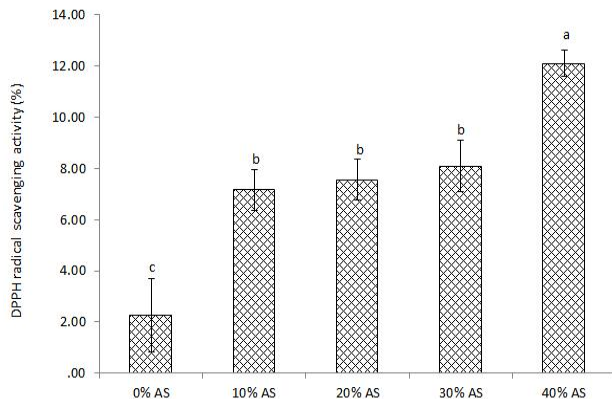
본 연구에서 사용한 아피오스 분말의 총 폴리페놀 함량은 21.92 µg GAE/mL로 측정되었고, 멥쌀가루의 총 폴리페놀 함량은 0.07 µg GAE/mL로 측정되었다. 이와 관련하여 아피오스의 항산화 활성효과에 관한 연구(Kim WY 2014)에서는 동결 건조시킨 아피오스 껍질의 폴리페놀 함량이 에탄올 추출물에서는 0.58 mg/mL, 물 추출물에서는 0.41 mg/mL인 것으로 측정되었음을 보고하여 본 연구결과와 차이를 나타내었다. 이는 본 연구에서 아피오스를 그대로 건조시켜 분말화한 시료를 사용하였고, Kim WY(2014)의 연구에서는 동결건조 아피오스 분말을 사용하여 총 폴리페놀 함량의 차이는 아피오스의 분말화 방법 차이에 따른 결과라 추측된다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 총 폴리페놀 함량은 아피오스 분말의 첨가비율이 높아질수록 증가하여 40% AS(2.24 µg GAE/mL)>30% AS(1.64 µg GAE/mL)>20% AS(1.08 µg GAE/mL)>10% AS(0.65 µg GAE/mL)>0% AS(0.03 µg GAE/mL)의 순으로 측정되어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.001$ ).

즉, 가열 처리에도 아피오스 분말이 설기떡의 총 폴리페놀 함량을 증가시켰으므로, 아피오스가 설기떡을 기능적으로 보완시키는 우수한 소재임을 알 수 있었다.

##### 2) DPPH 라디칼 소거능

아피오스 분말을 첨가한 설기떡의 첨가비율별 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 3에 나타내었으며, 아피오스 분말 첨가 설기떡의 주재료인 아피오스 분말과 멥쌀가루의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 18.15%, 1.39%로 측정되었다. 이와 관련하여 아피오스의 항산화 활성효과에 관한 연구(Kim WY 2014)에서는 아피오스 껍질의 DPPH 라디칼 소거능이 에탄올 추출물에서는 46.99%, 물 추출물에서는 39.75%



**Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of *Sulgidduk* added with apios powder.** Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount. The value is mean±S.D. (n=3). <sup>a-c</sup> Means with different letters within a line are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

로 측정되었음을 보고하여 본 측정 결과보다 높은 수치를 나타내었다. 이는 본 연구에서 총 폴리페놀 함량 측정결과와 마찬가지로 아피오스의 분말화 방법 차이 때문이라 판단되며, 향후에는 아피오스의 분말화 방법에 따른 성분 차이에 대한 연구가 이루어져야 할 것이라 사료된다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 DPPH 라디칼 소거능은 총 폴리페놀 함량 측정결과와 동일하게 아피오스 분말의 첨가 비율이 높아질수록 증가하여 40% AS(12.10%)>30% AS(8.10%)>20% AS(7.56%)>10% AS(7.17%)>0% AS(2.25%)의 순으로 측정되어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.001$ ).

## 5. 관능평가

### 1) 관능적 특성

일반적으로 식품을 구매·선택할 때는 관능적 요소를 우선적인 선택 기준으로 하기 때문에 관능적 특성은 매우 중요하다 할 수 있으며(Gisslen 2001; Lee 등 2014), 아피오스 분말을 첨가한 설기떡에 대한 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 5에 나타내었다.

색의 진하기는 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 설기떡 색이 더 진해지는 것으로 평가되어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.001$ ). 이러한 결과는 본 연구의 색도 측정 결과 중 L값이 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아진 것과 동일한 경향을 나타낸 것이며, 아피오스 분말의 L값이 멥쌀가루보다 낮아 아피오스 분말의 첨가량 증가에 따라 설기떡의 색이 진해진 것으로 평가된 것이라 판단된다.

각 시료 별 구수한 냄새의 정도는 아피오스 분말의 첨가량 증가에 따라 강해지는 경향을 나타내어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었으며, 30% AS와 40% AS의 구수한 냄새가 가장 강한 것으로 평가되었다( $p<0.001$ ). 이러한 결과와 관련하여 돼지감자가루(Park HS 2010), 하수오 분말(Nam & Park 2012) 첨가 설기떡에 관한 연구에서 돼지감자가루와 하수오 분말의 첨가량이 증가할수록 구수한 냄새가 강해지는 것으로 평가되었음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

이취(off-flavor)의 정도는 전 시료에서 3.63~4.27 범위의 점수를 나타내어 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 이러한 결과로 보아, 아피오스 분말의 첨가는 설기떡의 냄새에 부정

**Table 5. Quantitative descriptive analysis scores of *Sulgidduk* added with apios powder**

Item	Sample	0% AS <sup>1)</sup> (Control)	10% AS	20% AS	30% AS	40% AS	F-value
Intensity of color		1.67±0.71 <sup>2) d3)</sup>	4.20±0.89 <sup>c</sup>	4.63±0.72 <sup>c</sup>	5.10±1.12 <sup>b</sup>	5.60±1.04 <sup>a</sup>	84.66 <sup>***4)</sup>
Savory odor		4.73±0.98 <sup>d</sup>	5.17±1.02 <sup>bc</sup>	5.60±1.00 <sup>b</sup>	6.47±1.17 <sup>a</sup>	6.20±1.10 <sup>a</sup>	13.77 <sup>***</sup>
Unpleasant odor		3.63±0.85 <sup>a</sup>	3.93±0.91 <sup>a</sup>	4.20±1.06 <sup>a</sup>	3.97±0.89 <sup>a</sup>	4.27±0.87 <sup>a</sup>	2.23 <sup>N.S.5)</sup>
Savory taste		4.97±0.96 <sup>c</sup>	5.60±0.97 <sup>ab</sup>	5.73±1.05 <sup>a</sup>	5.77±1.33 <sup>a</sup>	5.07±1.05 <sup>bc</sup>	3.73 <sup>**</sup>
Unpleasant taste		3.93±1.14 <sup>b</sup>	4.53±0.86 <sup>ab</sup>	4.90±1.21 <sup>a</sup>	4.50±1.83 <sup>ab</sup>	4.70±0.95 <sup>a</sup>	2.51 <sup>*</sup>
Hardness		5.17±0.99 <sup>a</sup>	5.47±0.94 <sup>a</sup>	4.40±1.07 <sup>b</sup>	4.53±1.20 <sup>b</sup>	3.70±0.88 <sup>c</sup>	13.81 <sup>***</sup>
Chewiness		5.50±1.14 <sup>a</sup>	5.47±1.07 <sup>ab</sup>	4.87±1.01 <sup>bc</sup>	4.80±1.16 <sup>c</sup>	5.10±1.21 <sup>abc</sup>	2.56 <sup>*</sup>

<sup>1)</sup> Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount.

<sup>2)</sup> The value is mean±S.D. (n=30).

<sup>3)</sup> <sup>a-d</sup> Means with different letters within a column are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> <sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

<sup>5)</sup> N.S.=Not significant.

적인 영향을 끼치지 않았음을 알 수 있었다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 구수한 맛 정도는 0% AS보다 아피오스 분말 첨가구가 강한 것으로 평가되었으며, 그 중에서도 20% AS와 30% AS가 가장 강한 것으로 평가되었다( $p<0.001$ ). 이러한 결과는 돼지감자가루(Park HS 2010), 하수오 분말(Nam & Park 2012) 첨가 설기떡에 관한 연구에서 돼지감자가루와 하수오 분말의 첨가량이 적당량 첨가되었을 때 구수한 맛이 강하였고, 그 이상이 첨가되었을 때는 오히려 구수한 맛이 감소하였음을 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

이미(off-taste)의 정도는 0% AS가 약한 것으로 평가되었고, 20% AS와 40% AS가 상대적으로 가장 강한 것으로 평가되었다( $p<0.05$ ). 즉, 아피오스 분말 첨가구가 무첨가구에 비해 상대적으로 이미(off-taste)를 강하게 느껴지는 것으로 평가되었으며, 아피오스 분말 첨가량 증가 비율에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다.

아피오스 분말 첨가 설기떡에 대한 관능적인 정도는 아피오스 분말의 첨가 비율 증가에 따라 약해지는 것으로 평가되었으며( $p<0.001$ ), 이러한 결과는 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 기계적 조직감 항목 중 경도가 낮아진 것과 동일한 경향을 나타낸 것이었다. 또한, 씹힘성의 정도는 0% AS가 가장 강한 것으로 평가되어 아피오스 분말 첨가구에 비해 상대적으로 씹힘성이 강하였으며, 아피오스 분말 첨가 비율 증가에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다( $p<0.05$ ).

## 2) 관능 기호도

아피오스 분말 첨가 설기떡의 관능 기호도 평가 결과는 Table 6에 나타내었다.

색 기호도는 40% AS가 가장 높은 점수를 나타내었으며, 0% AS가 가장 낮은 점수를 나타내어 아피오스 분말 첨가구

가 상대적으로 우수한 기호도를 나타내었다( $p<0.001$ ). 이상의 결과로 보아, 식품 구매 선택에 있어 매우 중요한 요소라 할 수 있는 색 기호도 측면에서 아피오스 분말의 첨가는 아피오스 분말 첨가 설기떡의 제품화에 긍정적인 요소로 작용할 것이라 판단된다.

냄새 기호도는 모든 시료에서 4.93~5.77 범위의 점수를 나타내어 아피오스 분말 첨가 유무 및 첨가량 증가에 따른 유의적인 차이가 없었다. 또한, 맛 기호도는 20% AS와 30% AS가 상대적으로 우수한 기호도를 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이를 나타내었으며, 이는 20% AS와 30% AS가 관능 특성 평가 항목 중 구수한 맛이 가장 강한 것으로 평가된 것과 동일한 결과였다. 관능적 조직감 기호도는 0% AS가 가장 우수하였고, 40% AS가 상대적으로 낮은 기호도를 나타내었다( $p<0.001$ ).

전반적인 기호도는 맛 기호도 평가결과와 마찬가지로 20% AS와 30% AS가 가장 우수한 기호도를 나타내었으며, 40% AS가 상대적으로 낮은 기호도를 나타내었다( $p<0.001$ ).

즉, 아피오스 분말의 첨가는 설기떡의 색 기호를 향상시켰고, 냄새 기호에는 영향을 끼치지 않았으며, 20% AS와 30% AS가 맛과 전반적인 기호도 측면에서 가장 우수한 것으로 평가되었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 양질의 단백질과 우수한 생리활성 효과에도 인지도가 매우 낮고, 식품소재로서의 활용도가 전무한 아피오스 분말을 첨가한 설기떡을 제조하여 수분함량, pH, 색도, 조직감, 향산화 효과, 관능평가를 실시하였으며, 이를 통해 아피오스 분말이 설기떡의 품질에 미치는 영향과 최적의 아피오스 분말 첨가비율을 알아보려고 하였다.

Table 6. Sensory preference of *Sulgidduk* added with apios powder

Sample \ Item	Appearance	Odor	Taste	Texture	Overall preference
0% AS <sup>1)</sup> (Control)	5.97±1.07 <sup>2)(cd3)</sup>	5.30±1.09 <sup>a</sup>	5.93±1.39 <sup>ab</sup>	6.23±0.94 <sup>a</sup>	5.87±1.50 <sup>ab</sup>
10% AS	5.57±1.25 <sup>d</sup>	5.67±0.99 <sup>a</sup>	5.73±1.34 <sup>b</sup>	6.03±1.00 <sup>ab</sup>	5.73±1.20 <sup>b</sup>
20% AS	6.63±0.96 <sup>ab</sup>	5.77±1.22 <sup>a</sup>	6.53±1.25 <sup>a</sup>	5.67±1.09 <sup>b</sup>	6.60±1.40 <sup>a</sup>
30% AS	6.37±1.13 <sup>bc</sup>	5.47±1.28 <sup>a</sup>	6.53±1.41 <sup>a</sup>	5.73±1.08 <sup>ab</sup>	6.53±1.59 <sup>a</sup>
40% AS	7.00±0.91 <sup>a</sup>	4.93±1.31 <sup>a</sup>	5.57±1.04 <sup>b</sup>	5.10±0.76 <sup>c</sup>	4.53±1.25 <sup>c</sup>
F-value	8.20 <sup>***4)</sup>	2.32 <sup>N.S.5)</sup>	3.66 <sup>**</sup>	5.79 <sup>***</sup>	10.65 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Each numbers in front of AS mean the alternative amount % of apios powder for rice flour's amount.

<sup>2)</sup> The value is mean±S.D. (n=30).

<sup>3)</sup> a-d Means with different letters within a column are significantly ( $p<0.001$ ) different from each other by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> \*  $p<0.05$ , \*\*\*  $p<0.01$ , \*\*\*\*  $p<0.001$ .

<sup>5)</sup> N.S.=Not significant.



아피오스 분말 첨가 설기떡의 수분함량은 아피오스 분말의 첨가 비율이 높아질수록 유의적으로 증가하여 40% AS의 수분함량이 가장 높았으며, pH는 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다( $p < 0.001$ ).

아피오스 분말 첨가 설기떡의 색도 측정 결과 중 L값은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며( $p < 0.001$ ), a값과 b값은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $p < 0.001$ ). 즉, 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 설기떡의 명도는 낮아지고, 적색도와 황색도가 높아졌다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 조직감 항목 중 경도(hardness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었고, 응집성(cohesiveness)은 아피오스 분말 무첨가구와 10% 첨가구가 상대적으로 강했으며, 탄력성(springiness)은 아피오스 분말 첨가량이 증가할수록 강해지는 경향이였다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 총 폴리페놀 함량은 아피오스 분말의 첨가비율이 높아질수록 증가하여 0.03~2.24  $\mu\text{g}$  GAE/mL의 함량을 나타내었으며, DPPH 라디칼 소거능 또한 아피오스 분말의 첨가비율이 높아질수록 증가하여 2.25~12.10%의 소거능을 나타내었다( $p < 0.001$ ).

아피오스 분말을 첨가한 설기떡에 대한 관능적 특성은 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 설기떡의 색이 진해지는 것으로 평가되었으며, 구수한 냄새가 강해지고 이취(off-flavor)에는 영향을 끼치지 않는 것으로 평가되었다. 구수한 맛은 20% AS와 30% AS가 가장 강한 것으로 평가되었으며, 이미(off-taste)는 아피오스 분말 첨가량 증가 비율에 따른 일정한 경향이 나타나지 않았다. 관능적인 정도는 아피오스 분말의 첨가 비율이 증가할수록 약해지는 것으로 평가되었으며, 씹힘성은 아피오스 분말 무첨가구가 강한 것으로 평가되었다.

아피오스 분말 첨가 설기떡의 관능 기호도 중 색 기호도는 40% AS가 가장 높은 점수를 나타내어 색 기호도 측면에서의 아피오스 분말 첨가가 긍정적인 요소로 작용함을 알 수 있었다( $p < 0.001$ ). 냄새 기호도는 아피오스 분말 첨가 유무 및 첨가량 증가에 따른 유의적인 차이가 없었으며, 맛 기호도는 20% AS와 30% AS가 상대적으로 우수한 기호도를 나타내었다. 조직감 기호도는 아피오스 분말 무첨가구가 가장 우수하였고, 40% AS가 가장 낮은 기호도를 나타내었다( $p < 0.001$ ). 전반적인 기호도는 맛 기호도 평가결과와 마찬가지로 20% AS와 30% AS가 가장 우수한 기호도를 나타내었으며, 40% AS가 상대적으로 낮은 기호도를 나타내었다( $p < 0.001$ ).

이상의 결과들로 보아, 설기떡의 제조에 아피오스 분말을 활용하는 것은 항산화 효과를 증가시키고, 관능적으로도 구

수한 냄새, 구수한 맛을 향상시켰으며, 적정량을 첨가하였을 경우에는 관능 기호도를 상승시키는 역할을 하는 것을 알 수 있었다. 또한, 관능적으로 가장 우수한 기호도를 나타낸 아피오스 분말 20% 첨가구(20% AS)와 아피오스 분말 30% 첨가구(30% AS) 중에서는 아피오스의 생리 기능적 효과를 최대화하기 위해 시판 멥쌀가루 양 대비 30%의 아피오스 분말을 첨가하는 것이 가장 적합할 것이라 판단된다.

## References

- Ahn GJ. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduk* prepared with amount of purple sweet potato powder. *Korean J Culinary Res* 16:127-136
- 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
- Blackmon WJ, Reynolds BD. 1986. The crop potential of *Apios americana* - preliminary evaluations. *Hort Sci* 21:1334-1336
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Chae KY, Hong JS. 2006. Quality characteristics of *Sulgidduk* with different amounts of waxy sorghum flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22:363-369
- Cho EJ, Yang MO, Hwang CH, Kim WJ, Kim MJ, Lee MK. 2006. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with *Rubus coreanum* Miquel during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 16:458-467
- Cho MS, Hong JS. 2006. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of sea tangle. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 37-44
- Cho MS, Lee JS, Hong JS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* with paprika. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 333-339
- Choi SH. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with pine mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.) powder. *Korean J Food Nutr* 23:549-555
- Eun SD, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* prepared with *Houttuynia cordata* Thunb. powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:23-30
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phospho-molybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-249
- Ghang HG, Park YS. 2005. Effects of waxy and normal sorghum flours on sponge cake properties. *Food Engineering Progress*

- 9:199-207
- Gisslen W. 2001. Professional Baking. pp.403, Jone Wile & Sons Inc
- Han SK, Rho Jo. 2009. Quality haracteristics of *Sulgiddoek* with different commercial rice flours. *Korean J Food & Nutr* 22:402-408
- Hong HJ, Choi JH, Yang JA, Kim GY, Rhee SJ. 1999. Quality characteristics of *sulgiddoek* added with green tea powder. *Korea J Soc Food Cookery Sci* 15:224-230
- Hoshikawa K, Juliarni Y. 1995. The growth of apios (*Apios americana* Medikus), a new crop, under field conditions. *Jpn J Crop Sci* 64:323-327
- Hwang SJ, Kim JW. 2007. Effects of roots powder of balloon flowers on general composition and quality characteristics of *Sulgidduk*. *Korean J Food Culture* 22:77-82
- Hwang SJ, Yoon SJ. 2006. Quality characteristics of *Seolgiddok* added with aloe powder during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 23:650-658
- Hwang SJ. 2013. Quality characteristics of Korean steamed rice cake containing different amount of red onion powder. *Korean J Food Preserv* 20:488-494
- Hyun YH, Hwang YK, Lee YS. 2005. Quality characteristics of *Sulgidduk* with tapioca flour. *Korean J Food Nutr* 18:103-108
- Hyun YH, Nam HW, Pyun JW. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* with prepared glutinous corn flour. *Korean J Food & Nutr* 21:293-299
- Jeon SJ 2011. Physico-chemical properties of the rice flour with *Curcuma longa* L. powder added and characteristics of the *Sulgitteok*. MS Thesis, Hansung University, Seoul, Korea
- Joung HS. 2004. Quality characteristics of *Paeksulgi* added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Korean J Food Cookery Sci* 20:637-642
- Jun MK, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* prepared with *Ulmus cortex* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:31-38
- Jung JS, Shin SM, Kim AJ. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduk* with *Adenophora remotiflora* powder. *Korean J Food & Nutr* 23:147-153
- Kang SY, Riu KZ, Kang YK, Kang BK, Kim DS, Park IS, Song HS. 2005. Preliminary culture evaluation of newly introduced apios (*Apios americana* M.). *Korean Journal of Plant Resources* 18:424-432
- Kim BW, Yoon SJ, Jang MS. 2005. Effect of addition *baekbok-ryung* (White *Poria cocos* Wolf) powder on the quality characteristics of *Sulgidduk*. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 895-907
- Kim CH. 2015. Quality characteristics of *Seolgiddoek* added with whey protein concentrate (WPC) powder. *Korean J Food Nutr* 28:436-445
- Kim DG, Kim RJ, Cho SM, Choi YS. 2013. Cosmetic composition using apiose and method for producing the same. Korean patent 10-1227171
- Kim JS, Byun GI. 2009. Making fish paste with yam (*Dioscorea japonica* Thunb) powder and its characteristics. *Korean J Culinary Res* 15:57-69
- Kim WY. 2014. Study on the antioxidative activity of *Apios americana* Medikus. MS Thesis, Joongbu University, Geumsan, Korea
- Kim YH, Rhee SK, Lee AR, Kim DB, Lee OH. 2014. Analysis of food components of apios (*Apios american* Medikus) potato cultivated in Korea. *Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences* 16:1-5
- 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
- Kweon SY, Kim JM, Kim JG. 2007. Astudy on the quality characteristics of *sulgidduk* prepared with soy flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 17:118-124
- Lee GJ, Lim SM. 2006. Quality characteristics of *Sulgidduk* with added soybean curd residue powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23:583-590
- Lee HJ, Woo N, Kim AJ. 2014. Antioxidant activities and quality characteristics *Sulgidduk* prepared with *Yangha* buds (*Zingiber miogar* R). *J Korean Soc Food Cult* 29: 615-622
- Lee JS, Cho MS, Hong JS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* containing added tomato powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:375-381
- Lee MH, Jeon SJ, Kim SK, Park HS, Choi YS. 2011. The quality characteristics of *Curcuma longa* L. powder *Sulgitteok*. *Korean J Culinary Res* 17:203-214
- Lee YJ, Kim EH. 2013. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with salt woet (*Salicornia herbaces* L.) powder. *Korean J Culinary Res* 19:203-214
- Nam SJ, Park GS. 2012. Optimization and quality characteristics of *Sulgidduk* added with Hasuo (*Polygoni multiflori* Radix). *J East Asian Soc Dietary Life* 22:25-32
- Okubo K. 1994. DDMP-conjugated saponin (soyasaponin Beta-G)

- isolated from american ground nut (*Apios americana*). *Biosci Biotech Bioch* 58:2248-2250
- Park HS. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduk* by addition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) powder. *Korean J Culinary Res* 16:259-267
- Park MH, Kim MR. 2014. Physicochemical properties of cross-linked apios starch. *J East Asian Soc Dietary Life* 24:400-406
- Park MH. 2010. Physicochemical properties and molecular structure of hydroxy propated and cross-linked apios starches. MS Thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea
- Park SJ, Na YA. 2016. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with *Cirsium setidens* Nakai. *Culinary Science & Hospitality Research* 22:1-10
- Park YM. 2014. A study on the quality characteristics of *Sulgitteok*, *Injulmi* and baked rice cake using dry rice powder. MS Thesis, Kyung Hee University, Seoul, Korea
- Reynolds BD. 1995. Apios. New Crop Fact SHEET, Purdue University, West Lafayette, USA. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/apios.html> [cited 13 August 2017]
- Ryu KY, Kim YO, & Kim KM. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of tofu. *Korean J Food Cookery Sci* 24:856-860
- Seabrook, JA, Dionne LA. 1976. Studies on the genus *Apios*. I. Chromosome number and distribution of *Apios americana* and *A. priceana*. *Can. J Bot* 54:2567-2572
- Shin SM, Kim AJ, Cho HC, Joung KH. 2008. Quality characteristics of *Seolgidddeok* prepared with added *Paecilomyces japonica* powder. *Korean J Food & Nutr* 21:22-27
- Shin SM, Jung JS, Han MR, Kim AJ, Kim YH. 2009. Quality characteristics of *sulgidduk* containing added red ginseng powder. *Korean J Food Cook Sci* 25:586-592
- Yasuo O, Yutaka H, Yoji K. 2006. Study on carbohydrate composition of apios (*Apios americana* Medikus) flower and tubers. *Nippons Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 53:130-36
- Yoon SJ. 2007. Quality characteristics of *Sulgitteok* added with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23:433-442
- Yoon SJ, Choi BS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with louts root powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:431-438
- Yoon SJ, Lee YS. 2016. Characteristics of quality for *Sulgidduk* with *Momordica charantia* L. powder. *Culinary Science & Hospitality Research* 22:135-148

---

Received 21 August, 2017

Revised 30 October, 2017

Accepted 07 November, 2017