

## 국내산 아피오스 첨가 국수의 항산화 활성 및 품질 특성

나 세 연 · \*심 기 현\*

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 대학원생  
\*숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 조교수

### Antioxidant Activities and Quality Characteristics of Noodle with Added Apios (*Apios americana* Medikus) Cultivated in Korea

Seyeon Na and \*Ki Hyeon Sim

Master's Student, Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Culture and Arts, Sookmyung Womens University, Seoul 04310, Korea

\*Assistant Professor, Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Culture and Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

#### Abstract

This study evaluates antioxidant activity and quality characteristics of noodle adding domestic apiose (*Apios americana* Medikus) powder at the ratios of 0, 5, 10, 15, and 20%. The moisture content increased as more apiose was added while the pH decreased as more apiose was added. On the other hand, water absorption ratio and turbidity increased as more apiose was added. The L value decreased while the a value increased as more apiose was added. In texture, the hardness increased while cohesiveness decreased as more apiose was added. As a result, the overall preferences, the appearance, aroma, taste, and texture were the best when 15% apiose was added. In quantitative descriptive analysis (QDA), it turned out that brown color, bitter taste, delicate flavor, hardness, adhesiveness and chewiness increased as more apiose was added. However, crystallinity, spreadability, flour flavor, springiness decreased as more apiose was added. In principal component analysis (PCA), it was found out that when more than 15% apiose was added to the noodles. Antioxidant activity increased all for total phenolic, flavonoid contents and DPPH radical scavenging activity as more apiose was added. Collectively, it was noted that the preference, antioxidant activity and quality are the best when 15% apiose was added to noodles.

Key words: *Apios americana* Medikus, noodle, quality characteristics, PCA, antioxidant activity

#### 서 론

아피오스(*Apios americana* Medikus)는 북아메리카가 원산지인 콩과의 덩굴성 작물로서 국내에서는 감자와 비슷해서 ‘아피오스 감자’라고 많이 알려져 있으며, ‘인디언 감자’라고 불릴 정도로 이 지역 원주민들의 주식으로 많이 이용되었던 식품이다(Kim 등 2014). 아피오스는 17세기경 북아메리카에 온 이민자들을 통해 유럽으로 전파되었으나, 감자에 비해 생육기간도 길고 생산성이 떨어져서 그동안 식용작물로서 가치를 인정받지 못하다가 1980년에 이르러 영양학적인 우

수성이 알려지면서 미국을 중심으로 주목받기 시작하였다(Kenmochi 등 2015). 아시아에서는 19세기 말에 일본의 아오모리현에서 처음 재배하기 시작하여 현재는 특용작물로 재배하여 판매하고 있다(Kenmochi 등 2015). 국내에서는 10여 년 전부터 건강기능성 식품으로 주목받으면서 제주도에 처음 재배하기 시작하여 우리나라 전역으로 생산을 확대하고 있다(Kim 등 2014).

아피오스는 주로 땅속에서 자라는 덩이줄기를 식용하는데, 감자에 비해 단백질은 2배가 많고, leucine, isoleucine, phenylalanine, threonine, valine 등의 필수 아미노산 조성도 우수한

\* Corresponding author: Ki Hyeon Sim, Assistant Professor, Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Culture and Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-2-2077-7475, Fax: +82-2-2077-7475, E-mail: santaro@sm.ac.kr

편이다(Yangcheng 등 2016). 또한, 아피오스는 탄수화물과 식이섬유, 비타민 C, 칼슘, 철분 등이 풍부하게 들어있어 감자, 고구마, 타로 등에 비해 영양적으로도 우수한 식품이다(Kim 등 2014). 특히 인삼에 많이 들어있는 saponin(Okubo 등 1994)을 비롯해서 콩에 많이 들어있는 genistein(Krishman HB 1998) 등의 isoflavone(Ichige 등 2013)을 다량 함유하고 있어서 위와 폐 기능 강화뿐만 아니라, 혈중 콜레스테롤 저하, 혈압 및 혈당 조절, 항산화 및 항암 등에도 효과적이라고 보고되었다(Krishman HB 1998; Kang 등 2005; Kim WY 2014; Kim 등 2018).

이와 같이 영양적으로 우수한 아피오스를 다양한 용도의 가공식품으로 개발하려는 시도들이 해외를 중심으로 많이 보고되었는데, 해외에서는 아피오스가 고구마나 타로처럼 부드럽고 매끄러워서 쿠키, 도넛, 빵 등으로 많이 만들어 먹으며(Yangcheng 등 2016), 이들 방법 외에도 일본에서는 찌거나 삶거나 튀기는 등의 다양한 방법으로 조리하여 먹고 있다(Kikuta 등 2011). 그러나 해외에서도 아피오스의 우수한 생리활성 효과에 대한 연구들은 많이 보고되고 있지만, 이를 식품으로 개발하려는 연구들은 거의 보고된 적이 없다. 특히 국내에서는 아피오스가 도입되지 얼마 되지 않아서 인지도가 매우 낮으며, 아피오스를 가공식품으로 개발한 사례나 연구도 매우 부족한 실정이다. 아피오스 관련 국내 연구로는 아피오스의 생육 특성 및 재배 가능성(Kang 등 2005), 아피오스의 식품성분 분석(Kim 등 2014), 아피오스의 항산화 효과(Kim WY 2014), 가교결합 아피오스 전분의 이화학적 특성(Park & Kim 2014), 비만 마우스에서 아피오스의 내장지방 감소 효과(Choi 등 2017), 아피오스의 화학성분 및 tyrosinase 저해효과(Kim 등 2018) 등과 같이 아피오스의 영양성분 및 기능성에 관련된 것들이 대부분으로 아피오스를 식품으로 개발한 연구는 아피오스를 첨가한 설기떡(Park 등 2017) 외에는 없다.

국수는 세계에서 가장 면을 많이 먹는 나라로 소개될 정도로 한국인들이 즐겨 먹는 음식으로(Chang 등 2017) 제조나 조리가 간단하기 때문에 국수에 콩(Chung 등 2005; Han & Han 2011)이나 현미(Kong & Lee 2010), 보리(Ha & Park 2011) 등과 같이 곡류나 두류뿐만 아니라, 녹차(Hyun 등 2001), 퀴노아(Seol & Sim 2017), 렌틸콩(Bae 등 2016) 등의 슈퍼푸드를 넣은 국수 연구들이 최근 들어 많이 보고되고 있다. 특히 국수에 감자나 콩을 넣으면 밀가루에 부족한 단백질을 보충할 수 있고, 쫄깃한 식감과 구수한 향미를 주기 때문에 시중에서 판매되고 있는 생면 중에는 감자 전분과 콩가루를 넣어 만든 국수들이 많은 편이다(Han & Han 2011; Lee 등 2014). 그러나 감자와 비슷한 특성을 가지면서 콩에 들어있는 isoflavone을 가지고 있어서 영양적으로도 우수한 아피오스를 국수로 개발하거나 판매하려는 시도들은 전혀 보고된 바가 없다. 이에

본 연구에서는 우수한 영양과 기능성을 가진 아피오스의 국내 생산과 보급을 늘리기 위해서 한국인들이 가장 즐겨먹는 국수에 밀가루 대신 아피오스를 첨가하여 항산화 활성과 품질특성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 국내산 아피오스는 전라북도 완주군 봉동읍에서 2018년 3월 채취한 것으로 수세 후 사용하였다.  $-70^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고(NF-400SF, Nihon Freezer Co. Ltd., Tokyo, Japan)에 냉동시킨 아피오스를 동결건조기(FDUT-8606, Operon, Seoul, Korea)에 건조한 다음 분쇄기(FM-681, Hanil, Seoul, Korea)에 갈아 60 mesh 표준망체(Testing sieve, Chunggye Sanggong Co. Ltd., Gunpo, Korea)로 체질하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 이외에 국수제조에 사용된 재료로 중력분(Samyang Corp., Seoul, Korea)과 소금(Sajo Hapyo Co. Ltd., Seoul, Korea)은 서울 시내 마트에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 아피오스 분말 첨가 국수 제조

아피오스 분말 첨가 국수는 Kong & Lee(2010), Lee & Lee(2011), Seol & Sim(2017)의 선행연구들을 참고하여 수차례의 예비실험을 통하여 표준화하였고, 배합비는 Table 1과 같다. 밀가루에 아피오스 분말을 첨가한 국수와 첨가하지 않은 국수를 대조군으로 설정하여, 밀가루에 아피오스 분말을 0, 5, 10, 15, 20%(w/w)의 비율로 첨가하여 복합분을 제조하였다. 이 복합분 250 g과 실온의 증류수 95 mL에 소금 3 g을 용해한 다음 제면기(HR2365/04, Koninklijke Philips N.V., Seoul, Korea)에서 8분간 반죽한 후에 두께는 1.60 mm, 폭은 3.50 mm, 길이는 30.00 cm인 생면(fresh noodle)을 제조하였다.

조리면(cooked noodle)은 생면 20 g을 500 mL의 끓는 물( $98\sim 100^{\circ}\text{C}$ )에 넣고 4분간 삶은 후에 체에 건져서 흐르는 냉수( $9\sim 10^{\circ}\text{C}$ )에 30초간 냉각시킨 다음 실온에서 5분간 방랭하고, 물기를 제거하여 실험에 사용하였다.

**Table 1. Formula for the preparation of noodles made with apios powder**

| Ingredients (g) | Samples (%) |       |     |       |     |
|-----------------|-------------|-------|-----|-------|-----|
|                 | 0           | 5     | 10  | 15    | 20  |
| Wheat flour     | 250         | 237.5 | 225 | 212.5 | 200 |
| Apios powder    | 0           | 12.5  | 25  | 37.5  | 50  |
| Salt            | 3           | 3     | 3   | 3     | 3   |
| Water (mL)      | 95          | 95    | 95  | 95    | 95  |

### 3. 수분 함량, pH, 염도

수분 함량은 적외선 수분측정기(MB45 moisture analyzer, Ohaus Co. Ltd., Zurich, Switzerland)를 사용하여 조리면을 5 g씩 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈다.

pH와 염도는 조리면 20 g에 4배가 되는 증류수를 첨가하여 균질기(PT-2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 15,000 rpm에서 3분간 균질화를 시킨 후에 여과지(No. 2, Whatman plc., Kent, UK)로 여과하여 pH meter(FiveEasy Plus FP20, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 실온에서 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 염도는 pH 측정 후에 남은 여액 1 g을 디지털 염도계(PAL-SALT 4250, Atago, Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 4. 국수의 조리 특성

국수의 조리특성을 분석하기 위하여 생면과 조리면의 중량과 부피를 측정하여 수분 흡수율(water absorption ratio)과 부피 팽창률(volumetric expansion rate)을 산출하였고, 탁도(turbidity)는 조리면을 삶고 남은 여액으로 측정하였다(Chung 등 2005; Kim & Jung 2013). 수분 흡수율은 조리면과 생면의 중량을 3회 반복 측정하여 다음과 같이 계산하여 평균값을 구하였다.

$$\text{Water absorption ratio(\%)} = \frac{\text{Cooked noodle (g)} - \text{Wet noodle (g)}}{\text{Wet noodle (g)}} \times 100$$

부피 팽창률은 500 mL 메스실린더에 300 mL의 증류수를 채우고 20 g의 생면과 조리면을 각각 넣어 증가하는 물의 부피를 3회 반복하여 측정하였고, 다음과 같이 계산하여 평균값을 구하였다.

$$\text{Volume expansion ratio(\%)} = \frac{\text{Cooked noodle (mL)}}{\text{Wet noodle (mL)}} \times 100$$

탁도는 생면 20 g을 끓는 물에서 4분간 삶아 체로 건지고 남은 조리액을 실온에서 냉각한 다음 윗물만 취해 UV/VIS 분광광도계(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 670 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈다.

### 5. 색도

색도는 조리면 20 g을 빈틈없이 차례대로 붙인 뒤 색차계(Colorimeter CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)로 L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness 황색도)을 3회

반복하여 측정하여 평균값을 구하였고,  $\Delta E$ (color difference)는 다음의 계산식에 의하여 산출하였다. 기기의 보정을 위해 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 97.1, -0.27, +1.98이었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

### 6. 기계적 조직감

기계적 조직감은 조리면 20 g을 plate에 올려놓고, 일직선으로 빈틈없이 붙여 조직감 측정기(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)로 측정하였다. 측정조건은 TPA(texture profile analysis)로 옵션을 선택하여 직경 5.00 mm의 원형 probe plunger를 사용하여 pre-test speed 5.0 mm/s, test speed 3.0 mm/s, post-test speed 3.0 mm/s, distance 3 mm, trigger force 5.0 g의 조건으로 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 등을 10회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 7. 관능평가

관능평가는 식품영양학과 조리학을 전공 중인 대학원생 중에 관능평가에 적극적으로 참여할 의사가 있는 20명을 대상으로 관능평가에 필요한 검사 방법과 시료의 특성을 충분히 훈련시킨 다음 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 기호도 평가(preference evaluation)와 정량적 묘사분석(Quantitative Descriptive Analysis: QDA)으로 나누어 2시에 진행하였는데, 패널들에게 관능평가 방법에 따라 조리면을 각각 20 g씩 일회용 종이컵(지름 5 cm, 높이 4.5 cm, 밑지름 3.5 cm)에 담아 바로 제공하였다. 이때 시료에 대한 편견이 없도록 난수표에서 추출한 세 자리 숫자를 시료가 담겨있는 용기에 표기하도록 하였고, 평가 시 입안을 헹굴 수 있도록 물과 빨는 컵을 함께 제공하였다.

기호도 평가는 외관(appearance), 향(aroma), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference) 등으로 나누어 9점 척도법으로 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 정량적 묘사분석은 외관 특성에서 갈색도(brown), 투명성(crystallinity), 퍼짐성(spreadability) 등을 평가하였고, 향미 특성은 짠맛(salty taste), 쓴맛(bitter taste), 구수한 향미(delicate flavor), 밀가루 향미(flour flavor) 등을 평가하였으며, 조직감 특성은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness) 등을 평가하도록 하였다. 정량적 묘사분석은 15점 척도법으로 각각의 관능적 특성에 대한 강도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 정량적 묘사분석을 통해 관능적 특성과 시료별로 평균값을 산출한 후에 주성분 분석(Principal Component

Analysis: PCA)을 하였다. 본 관능검사의 연구계획서는 숙명여자대학교 생명윤리위원회의 심의과정을 거쳐서 실시하였다(Approval number: SMWU-1805-HR-034).

## 8. 항산화 활성

### 1) 국수의 항산화 추출물 제조

조리면 10 g씩 취하여 10배 분량의 70% 에탄올 100 mL를 가하여 15,000 rpm에서 3분간 균질화를 시켰다. 진탕 배양기(SI-900R, JELO Tech., Suwon, Korea)에서 25°C에 100 rpm의 속도로 24시간 추출한 후 상층액을 여과지(Whatman No. 2)로 걸러서 5°C 이하의 냉장고(R-B141GD, LG Electronics, Seoul, Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 2) 항산화 활성 측정

항산화 활성은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능을 측정하였으며, 각각의 항산화 활성 분석 측정법은 다음과 같이 측정하였다.

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 법을 응용하여 측정하였다(Yu 등 2002). 시료 추출액(0.1%, w/v) 2 mL에 10% 2 N Folin-Ciocalteu phenol reagent 4 mL와 10% Sodium carbonate 8 mL를 넣고 혼합하여 3분간 반응시켰다. 시료액은 암소에서 1시간 방치한 후에 UV/VIS 분광광도계로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo, USA)를 표준물질로 사용하여 농도별 검량곡선을 작성한 후에 mg gallic acid equivalents(GAE mg/g extract)로 3회 반복 측정하여 얻은 평균값을 나타냈다.

총 플라보노이드 함량은 Davis법을 응용한 Um & Kim (2007)의 방법으로 측정하였다. 시료 추출액(0.1%, w/v) 1 mL에 90% diethylene glycol 10 mL와 1 N sodium hydroxide (NaOH) 1 mL를 넣고 강하게 혼합한 후에 37°C에서 1시간 반응시킨 시료액을 UV/VIS 분광광도계로 420 nm에서 흡광도

를 측정하였다. 표준곡선은 quercetin(Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo, USA)을 표준물질로 사용하여 농도별 검량곡선을 작성한 후에 mg quercetin(QUE mg/g extract)으로 3회 반복 측정하여 얻은 평균값을 나타냈다.

DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958) 방법으로 측정하였다. 시료 추출액(0.1%, w/v) 4 mL에 DPPH 용액( $4 \times 10^{-4}$  M) 1 mL를 넣고 혼합하여 실온의 암소에서 30분간 방치 후 UV/VIS 분광광도계로 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가군과 무첨가군의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 하여 3회 반복 측정하여 얻은 평균값을 나타내었다.

## 9. 통계분석

모든 실험 결과의 통계분석에는 SPSS for Windows 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였으며, 시료들에 대한 모든 실험 결과들은 3회 반복 측정된 평균값으로 나타내었다. 각 시료 간의 유의적인 차이를 분석하기 위해 일원분산 분석(one-way ANOVA)을 95% 신뢰 수준에서 수행하였고, 시료 간에 유의적 차이가 있을 경우에는 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple test)으로 사후분석을 하여 시료 간의 차이를 검증하였다.

정량적 묘사분석에서는 관능적 특성별 평균값으로 시료와 관능적 특성의 관계를 요약하여 나타내기 위해서 공분산행렬(covariance matrix)을 이용한 주성분 분석을 수행하여 관능적 특성에 따른 시료들을 구분하였다. 주성분 분석은 XLSTAT statistical analysis software(version 2015, Addinsoft, Inc., Brooklyn, NY, USA)를 사용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 수분 함량, pH, 염도

아피오스를 첨가한 국수의 수분 함량, pH, 염도 측정 결과는 Table 2와 같다. 수분 함량은 아피오스 0% 첨가군이

**Table 2. Moisture contents, pH, and salinity of noodles added with apios powder**

| Concentration of apios powder (%) | Moisture contents (%)    | pH                     | Salinity (%) |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| 0                                 | 45.99±3.65 <sup>a</sup>  | 6.44±0.03 <sup>d</sup> | 0.16±0.05    |
| 5                                 | 49.45±3.87 <sup>ab</sup> | 6.33±0.01 <sup>c</sup> | 0.13±0.05    |
| 10                                | 53.92±1.86 <sup>bc</sup> | 6.27±0.01 <sup>b</sup> | 0.13±0.05    |
| 15                                | 54.33±0.75 <sup>c</sup>  | 6.25±0.01 <sup>b</sup> | 0.10±0.00    |
| 20                                | 57.41±0.52 <sup>c</sup>  | 6.16±0.01 <sup>a</sup> | 0.10±0.00    |
| <i>F</i> ( <i>p</i> )             | 9.262 (0.002)**          | 94.627(0.000)***       | 1.167(0.382) |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-d</sup>) within the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

\*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

45.99%로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 57.41%로 아피오스 첨가량이 증가할수록 국수의 수분 함량은 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 본 연구에서 사용한 아피오스 분말과 밀가루의 수분 함량은 5.67%와 12.27%로 아피오스가 밀가루보다 수분 함량이 낮아서 밀가루 대신 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 국수의 수분 함량은 감소하는 것으로 예상하였으나, 아피오스 첨가 국수의 수분 함량은 아피오스 첨가량이 늘어날수록 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과와 유사하게 아피오스 분말을 첨가한 설기떡 연구(Park 등 2017)에서도 아피오스 분말(6.54%)이 멥쌀가루(8.88%)보다 수분 함량이 낮아서 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 설기떡의 수분 함량은 감소해야 하지만, 오히려 수분 함량은 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같이 밀가루나 멥쌀가루보다 수분 함량이 낮은 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 아피오스를 첨가한 식품들의 수분 함량이 증가한 것은 아피오스에 다량 함유된 식이섬유의 높은 수분 흡수력과 결합력 때문으로 추정된다(Ghang & Park 2005). 아피오스(20.38%)의 식이섬유 함량은 수미감자(6.80~7.00%)에 비해 약 3배 정도 식이섬유 함량이 많기 때문에(Choi 등 2008; Kim 등 2014), 아피오스 분말의 첨가량이 늘어날수록 국수의 반죽 과정에서 수분 흡수력이 증가하여 호화과정을 거친 조리면의 수분 함량도 증가하는 것으로 판단된다.

pH는 아피오스 0% 첨가군이 6.44로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 6.16으로 가장 낮아서 아피오스 분말의 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 본 연구에서 사용한 아피오스 분말과 밀가루의 pH는 5.71과 5.95로 아피오스가 밀가루보다 pH가 낮기 때문에 밀가루 대신 아피오스를 첨가할수록 국수의 pH가 낮아지는 것으로 판단된다. 아피오스 분말을 첨가한 설기떡 연구(Park 등 2017)에서도 아피오스를 멥쌀가루 대신 첨가할수록 설기떡의 pH가 낮아져서 본 연구와 결과와 유사한 결과를 보고하였다. 이러한 아피오스의 낮은 pH는 전분을 가수분해하여 호화를 억

제하고 노화를 촉진하여 국수의 면발을 쉽게 퍼지고 풀어지게 하여 조직감을 저하시킬 수 있다(Bae 등 2003, Seol & Sim 2017). 그러나 본 연구의 기계적 조직감과 정량적 묘사분석 결과에서 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 국수의 경도가 증가하여 퍼짐성은 감소하는 것으로 나타났고, 기호도 평가에서도 아피오스 15% 첨가군의 기호도가 가장 높은 것으로 나타나서 아피오스의 첨가량이 증가하더라도 국수의 pH가 낮아져서 조직감 품질이나 기호도가 저하되지 않을 것으로 사료된다. 이러한 결과는 토마토 분말(Kim 등 2015)이나 버찌 분말(Kim & Jung 2013)을 첨가한 국수에서도 이들 물질을 첨가할수록 pH는 낮아지지만, 오히려 경도나 조직감 기호도는 높아지는 것으로 나타나서 부재료의 낮은 pH가 국수의 조직감에 미치는 영향은 미비한 것으로 판단된다.

염도는 아피오스 0% 첨가군이 0.16%로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 0.10%로 가장 낮아서 아피오스 첨가량이 증가할수록 국수의 염도가 감소하는 것으로 나타났지만, 시료 간에 통계적으로 유의적인 차이는 없어서 아피오스가 국수의 염도에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

## 2. 국수의 조리특성

아피오스를 첨가한 국수의 조리특성 결과는 Table 3과 같다. 수분 흡수율(water absorption ratio)은 아피오스 0% 첨가군이 61.98%로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 74.87%로 가장 높았다( $p<0.05$ ). 부피 팽창률(volume expansion ratio)은 아피오스 0% 첨가군이 104.47%로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 106.14%로 가장 높았으나, 시료 간의 유의적인 차이는 없었다. 일반적으로 국수의 부피 팽창력은 전분 입자 내의 결합력 약화를 나타내는 지표로서 아피오스 첨가에 따른 부피 팽창률 증가로 전분 입자 내의 내부 결합력이 약화될 것으로 예상하였으나(Cho 등 2014), 시료 간에 부피 팽창률 차이는 없어서 아피오스가 국수의 부피 팽창률을 증가시켜 조직감 기호도를 저하시키지 않는 것으로 사료된다. 탁도(tur-

**Table 3. Cooking properties of noodles added with apios powder**

| Concentration of apios powder (%) | Water absorption ratio (%) | Volume expansion ratio (%) | Turbidity (O.D.)             |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 0                                 | 61.98±3.60 <sup>a</sup>    | 104.47±0.84                | 0.11±0.01 <sup>a</sup>       |
| 5                                 | 64.86±7.12 <sup>a</sup>    | 105.14±0.84                | 0.14±0.00 <sup>b</sup>       |
| 10                                | 65.28±0.73 <sup>a</sup>    | 105.90±0.67                | 0.17±0.01 <sup>c</sup>       |
| 15                                | 74.24±3.11 <sup>b</sup>    | 106.02±0.37                | 0.20±0.00 <sup>d</sup>       |
| 20                                | 74.87±3.71 <sup>b</sup>    | 106.14±0.56                | 0.23±0.01 <sup>c</sup>       |
| <i>F</i> ( <i>p</i> )             | 5.944(0.010) <sup>*</sup>  | 3.227(0.061)               | 63.177(0.000) <sup>***</sup> |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

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

bidity)는 조리 중에 고형분의 손실률을 파악할 수 있는 특성으로 아피오스 0% 첨가군이 0.11로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 0.23으로 아피오스 첨가량이 증가할수록 탁도가 높아지는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). Moon 등(2018)은 조리수의 탁도가 큰 시료들이 조리 중 물을 많이 흡수하여 면의 중량이 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 아피오스 첨가량이 증가할수록 수분 흡수율과 탁도가 증가하여 아피오스의 첨가에 따른 탁도와 수분 흡수율을 증가가 서로 연관성이 높음을 확인할 수 있었다.

이러한 아피오스 첨가량 증가에 따른 국수의 수분 흡수율과 탁도 변화는 식이섬유 함량과 전분 입자 크기, 단백질 함량 등이 연관된 것으로 추정된다. 본 연구에서 사용한 아피오스 분말(5.67%)은 밀가루(12.27%)에 비해 수분 함량이 낮은 편이지만, 아피오스를 첨가할수록 국수의 수분 함량과 수분 흡수율이 모두 증가하는 것으로 나타났다. 아피오스 분말을 첨가한 설기떡 연구(Park 등 2017)에서도 밀가루에 비해 수분 함량이 낮은 아피오스 분말의 첨가량이 늘어날수록 설기떡의 수분 함량은 오히려 증가하는 것으로 나타나서 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 이와 같이 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 국수의 수분 함량과 수분 흡수력이 증가하는 첫 번째 이유로는 아피오스에 다량 함유된 식이섬유의 높은 수분 결합력으로 수분 흡수력이 증가한 것으로 추정해볼 수 있다. 일반적으로 국수의 식이섬유 함량이 많으면 수분 결합력이 증가하여 수분 흡수력도 증가하게 된다(Ghang & Park 2005). 특히 아피오스(20.38%)는 비슷한 특성을 가진 감자(6.80~7.00%)나 고구마(8.00~10.80%)뿐만 아니라, 밀가루(10.8%)와 비교해서도 식이섬유 함량이 약 2~3배 정도 많고(Choi 등 2008; Kim 등 2014; National Institute of Agricultural Sciences 2018), 수분 결합력이 우수한 불용성의 cellulose의 비율이 높기 때문에(Ogasawara 등 2006) 아피오스 첨가량이 늘어날수록 국수의 수분 결합력과 흡수력이 증가하는 것으로 여겨진다(Kye SK 1996). 다만, 아피오스와 같이 식이섬유 함량이 많은 부재료를 밀가루 대신 국수에 첨가하면 다량의 식이섬유가 전분의 결합을 일부 방해하여 반죽에 혼합되지 못하고 분리된 가용성 물질들이 조리수에 많이 용출되어 탁도가 높아질 수 있다(Kim 등 2007; Seol & Sim 2017). 두 번째로, 전분 입자의 크기가 작으면 국수의 수분 용해력이 향상되어 수분 흡수력을 증가시키는 것으로 추정된다(Kim 등 2012). 아피오스 분말과 국내 제면용 밀가루의 전분 입자 크기는 3~20  $\mu\text{m}$ (Park & Kim 2014)와 47.5~56.5  $\mu\text{m}$ (Shin 등 2014)로서 아피오스가 밀가루보다 전분의 입자 크기가 작기 때문에 아피오스를 첨가량이 늘어날수록 수분 용해력과 결합력이 향상되어 수분 흡수력이 높아지는 것으로 판단된다. 그러나 전분 입자가 작을수록 표면이 거칠어져 국수의 반죽

초기에 수분이 골고루 용해되지 못하고 분리된 일부 고형분은 국수를 삶는 과정에서 탁도를 증가시킬 수 있다(Cha 등 2012; Seol & Sim 2017). 국수의 고형분 유출로 인한 탁도 증가는 면발을 쉽게 풀어지고 끊어지게 하여 조직감을 저하시킬 수 있는데(Singleton & Joseph 1965), 레드 렌틸 분말 첨가량이 증가할수록 국수가 부드러워지나, 면발이 쉽게 끊어져서 국수의 조직감을 저하시키는 것으로 나타났다(Bae 등 2016). 그러나 본 연구에서는 아피오스 첨가량이 증가할수록 국수의 기계적 조직감에서 응집성은 감소하지만, 경도는 증가하는 것으로 나타났고, 정량적 묘사분석에서는 퍼짐성이 감소하는 것으로 나타났다. 특히 아피오스 15% 첨가 국수의 조직감 기호도가 가장 높은 것으로 나타나서 아피오스의 첨가량이 늘어나더라도 국수의 조직감과 기호도는 저하되지 않는 것으로 판단된다. 세 번째로, 밀가루의 단백질 함량이 높으면 조리면의 수분 흡수율도 증가하게 되는데(Hong 등 2003), 밀가루 대신 단백질 함량이 높은 부재료를 국수에 첨가하면 이들 식품의 영양뿐만 아니라, 보수력도 증가하여 수분 흡수율이 증가하게 된다(Bae 등 2016). Kwon 등(2010)은 단백질 함량이 높은 콩 분말을 국수에 첨가하면 수분 흡수율이 증가한다고 보고하였는데, 아피오스(13.79%)는 감자(3.50%)와 고구마(1.80~2.20%)에 비해 약 4~8배 정도 단백질 함량이 높은 편이지만, 밀가루(18.70%)에 비해 아피오스(13.79%)의 단백질 함량이 약간 낮은 편이라서 아피오스 첨가 국수의 수분 흡수율이 증가하는 것으로 여겨진다(Kim 등 2014).

이러한 결과를 종합하여 볼 때에 아피오스는 밀가루보다 수분 흡수력과 결합력이 좋은 식이섬유 함량은 높은 편이지만, 단백질 함량이 낮고 전분 입자의 크기도 작아서 반죽 초기에 일부 섞이지 못하고 고형물이 분리되어 조리수의 탁도를 증가시키는 것으로 판단된다. 그러나 아피오스가 국수 반죽에 어느 정도 혼합되면 식이섬유의 높은 수분 결합력으로 국수를 삶는 과정에서 조리수의 수분을 빠르게 흡수하여 조리면의 수분 흡수율은 생면에 비해 증가하는 것으로 보이며, 아피오스 첨가량 증가에 따른 부피 팽창률이 시료 간에 차이가 없기 때문에 국수의 전분 입자가 팽윤되어 내부 결합력을 약화시킬 정도로 조직감과 품질을 저하시키지 않는 것으로 판단된다. 다만, 아피오스 첨가 국수의 탁도 증가는 육수에 국수를 바로 넣어서 끓이는 칼국수의 국물을 탁하게 할 수 있으므로 국수를 끓는 물에 삶아서 장국에 말아먹는 국수장국이나 비빔국수 용도로 먹는 것이 좋을 것으로 사료된다.

### 3. 색도

아피오스를 첨가한 국수의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는 L값은 아피오스 0% 첨가군이 77.82로 가장 높았으나, 아피오스의 첨가량이 증가할수록 국수의 색

Table 4. Color values of noodles added with apios powder

| Concentration of apios powder (%) | Color values                     |                                   |                  |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|
|                                   | L                                | a                                 | b                | △E                               |
| 0                                 | 77.82±0.74 <sup>c</sup>          | -3.03±0.02 <sup>a</sup>           | 14.92±1.55       | 23.39±1.48 <sup>a</sup>          |
| 5                                 | 75.13±0.93 <sup>b</sup>          | -0.87±0.20 <sup>b</sup>           | 13.97±0.66       | 25.04±1.01 <sup>a</sup>          |
| 10                                | 66.97±2.02 <sup>a</sup>          | 0.66±0.20 <sup>c</sup>            | 12.77±0.51       | 32.02±1.73 <sup>b</sup>          |
| 15                                | 66.81±0.30 <sup>a</sup>          | 1.31±0.27 <sup>d</sup>            | 12.54±1.67       | 32.14±0.44 <sup>b</sup>          |
| 20                                | 65.29±1.72 <sup>a</sup>          | 2.03±0.25 <sup>e</sup>            | 12.40±0.13       | 33.54±1.67 <sup>b</sup>          |
| <i>F</i> ( <i>p</i> )             | 55.928<br>(0.000) <sup>***</sup> | 270.726<br>(0.000) <sup>***</sup> | 2.979<br>(0.074) | 35.121<br>(0.000) <sup>***</sup> |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

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

칼이 어두워지면서 5% 첨가군이 75.13, 10% 첨가군이 66.97, 15% 첨가군이 66.81, 20% 첨가군이 65.29 순으로 명도가 낮아졌다( $p<0.001$ ). 적색도를 나타내는 a값은 0% 첨가군이 -3.03으로 가장 낮았고, 5% 첨가군이 -0.87, 10% 첨가군이 0.66, 15% 첨가군이 1.31, 20% 첨가군이 2.03순으로 아피오스를 첨가할수록 적색도가 증가하였다( $p<0.001$ ). 그러나 황색도를 나타내는 b값은 아피오스 0% 첨가군이 14.92로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 12.40으로 가장 낮아서 아피오스 첨가량이 증가할수록 국수의 b값은 감소하였으나, 유의적인 차이는 없다. 국수의 전체적인 색깔 변화를 나타내는  $\Delta E$  (color difference)는 아피오스 0% 첨가군이 23.39로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 33.54로 아피오스의 첨가량이 증가할수록 국수의 색상 차이가 커지는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ).

위의 색도 측정 결과에서 아피오스의 첨가량이 증가할수록 명도인 L값과 황색도는 b값은 감소하고 적색도인 a값은 증가하는 것으로 나타났으나, 이중 황색도인 b값은 시료 간에 유의적인 차이가 없어서 아피오스가 황색도 변화에 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 특히 아피오스 분말을 첨가한 설기떡 연구(Park 등 2017)에서도 본 연구의 결과와 유사하게 아피오스를 첨가할수록 L값은 감소하고, a값은 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 아피오스 첨가 국수의 색도 변화를 확인하기 위해서 아피오스 분말(Kim 등 2014)과 밀가루의 색도(Shin 등 2014)를 서로 비교하였을 때에 아피오스의 L값(84.08), a값(0.10), b값(5.19)이 밀가루의 L값(90.18~90.81), a값(-1.44~1.71), b값(13.02~13.64)에 비해 L값은 낮고 a값과 b값은 높아서 아피오스를 밀가루 대신 국수에 첨가할수록 명도는 저하되어 L값은 낮아지고, 적색도인 a값과 황색도인 b값은 증가하면서 국수의 색깔 변화가 아피오스 첨가량에 비

례하여 증가하였을 것으로 사료된다.

아피오스 첨가 국수의 색도 변화는 아피오스에 들어있는 안토시아닌 색소 성분에 의한 것으로 여겨지는데, 아피오스의 첨가량이 증가할수록 국수의 명도는 감소하고, 적색도는 증가하여 점차 붉은색을 띠는 어두운 색으로 변화되는 것으로 생각된다. 다만, Moon 등(2018)은 조리면의 수분 흡수 증가는 색도를 밝아지게 한다고 주장하였으나, 본 연구에서는 아피오스 첨가할수록 수분 흡수율은 증가하지만, 오히려 명도인 L값은 감소하는 것으로 나타나서 아피오스의 첨가량 증가로 인한 수분 흡수율 상승은 국수의 명도 증가에 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다. 아피오스의 식품성분에 대해 분석한 Kim 등(2014)은 아피오스 분말의 적색도 차이는 괴경의 자주색 또는 붉은색을 지닌 안토시아닌과 관련이 있다고 주장하였는데, 안토시아닌은 강력한 항산화 활성을 갖고 있기 때문에 아피오스의 적색도가 일반 감자보다 높은 항산화 활성을 나타낼 것으로 예상하였다(Jeong 등 2006; Park 등 2007). 실제 본 연구의 항산화 활성 결과에서도 아피오스 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량뿐만 아니라, DPPH 라디칼 소거능도 증가하는 것으로 나타났고, 정량적 묘사분석에서 투명성이 감소하지만 갈색도는 증가하여 아피오스 15% 첨가 국수의 외관 기호도가 가장 높은 것으로 나타났기 때문에 아피오스의 안토시아닌 색소 성분이 국수의 외관뿐만 아니라, 항산화 활성과 같은 기능성 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

#### 4. 기계적 조직감

아피오스 감자를 첨가한 국수의 조직감 측정 결과는 Table 5와 같다. 경도(hardness)는 아피오스 20% 첨가군이 742.95 N, 15% 첨가군이 601.41 N, 10% 첨가군 552.70 N, 5% 첨가군 486.84 N, 0% 첨가군이 385.71 N 순으로 아피오스 첨가량이 증가할수록 국수의 경도가 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 부착성(adhesiveness)과 씹힘성(chewiness)은 아피오스 20% 첨가군이 -52.30 J과 237.88 J로 가장 높았고, 아피오스 0% 첨가군이 -42.88 J과 188.16 J로 가장 낮아서 아피오스를 첨가할수록 국수의 부착성과 씹힘성이 증가하였으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 탄력성(springiness)은 아피오스 0% 첨가군이 0.80 mm으로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군 0.61 mm으로 가장 낮았으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 응집성(cohesiveness)은 아피오스 0% 첨가군이 0.62로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 0.47로 가장 낮아서 아피오스 첨가량이 증가할수록 국수의 응집성이 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ).

일반적으로 국수 반죽에 밀가루 대신 식이섬유 함량이 높은 부재료를 첨가하게 되면 수분 흡수율이 증가하여 국수가

Table 5. Texture properties of noodles added with apios powder

| Concentration of apios powder (%) | Texture properties           |                  |                  |               |                            |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|---------------|----------------------------|
|                                   | Hardness (N)                 | Adhesiveness (J) | Springiness (mm) | Chewiness (J) | Cohesiveness               |
| 0                                 | 385.71±68.87 <sup>a</sup>    | -42.88±13.93     | 0.80±0.15        | 188.16±34.06  | 0.62±0.07 <sup>b</sup>     |
| 5                                 | 486.84±16.49 <sup>b</sup>    | -51.40±11.41     | 0.74±0.08        | 200.44±32.22  | 0.55±0.03 <sup>ab</sup>    |
| 10                                | 552.70±13.19 <sup>c</sup>    | -51.65±3.98      | 0.72±0.14        | 210.21±53.28  | 0.53±0.05 <sup>a</sup>     |
| 15                                | 601.41±29.39 <sup>d</sup>    | -51.88±3.27      | 0.63±0.14        | 213.44±26.00  | 0.48±0.08 <sup>a</sup>     |
| 20                                | 742.95±24.77 <sup>e</sup>    | -52.30±7.85      | 0.61±0.21        | 237.88±84.75  | 0.47±0.08 <sup>a</sup>     |
| <i>F</i> ( <i>p</i> )             | 92.898(0.000) <sup>***</sup> | 1.359(0.272)     | 1.867(0.142)     | 0.921(0.465)  | 5.268(0.002) <sup>**</sup> |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-e</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

\*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$ .

부드러워지고 탄력성이 증가하게 된다(Kim YS 1998). 그러나 본 연구에서는 아피오스 첨가량이 늘어날수록 수분 흡수율은 증가하지만 탄력성은 증가하지 않고, 오히려 경도가 증가하고 응집성은 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 아피오스 첨가 국수의 조직감 특성은 아피오스의 식이섬유 함량과 전분의 작은 입자 크기가 주된 원인으로 추정된다. 아피오스의 다량 함유된 식이섬유와 작은 전분 입자는 수분 결합력이 우수하여 조리면의 수분 함량과 수분 흡수율을 증가시키지만, 전분 입자의 작은 크기로 표면이 거칠어져 반죽 형성 시 일부 고형물이 섞이지 못하고 글루텐 결합을 하지 못한 이들 전분들이 국수 표면에서 제거되면서 아피오스 첨가 국수처럼 조리수의 탁도를 증가시키거나, 전분 입자끼리 서로 흡착하여 부착성을 증가시킬 수 있다(Lee 등 2014). 특히 국수 내부의 보수력 저하로 국수를 삶는 과정에서 증가된 수분이 감소되어 조리면의 경도는 증가하고 응집성은 낮아지는 것으로 사료된다. 그러나 국수 내부의 전분은 호화로 견고하게 조직이 결합되면서 아피오스 첨가 국수의 부착성과 경도는 증가하여 조리면의 수분 흡수를 억제하여 국수가 금방 퍼지고 부는 것을 막아주기 때문에 아피오스가 국수의 형태 보존뿐만 아니라, 질감 유지에도 도움이 되는 것으로 사료된다(Lee 등 2014; Kang & Han 2015). 이 외에도 국수의 단백질과 아밀로오스 함량이 높으면 경도, 응집성, 씹힘성은 증가하고 탄력성은 감소하는 것으로 알려져 있다(Kim 등 2002; Park 등 2003). Bae 등(2016)은 렌틸 분말 첨가량이 증가할수록 밀가루의 글루텐 단백질 형성이 낮아져 탄력성이 낮아진다고 보고하였는데, 오히려 밀가루에 비해 단백질과 아밀로오스 함량이 낮은 아피오스의 첨가로 국수의 글루텐 단백질이 감소되면 탄력성이 저하되는 것으로 판단된다. 이러한 아피오스 첨가 국수의 단백질 감소는 탄력성을 감소시켜 국수의 품질을 저하시킬 수 있으나(Singleton 등 1965; Bae 등 2016), 아피오스 첨가 국수의 기호도 결과에서 아피오스 15% 첨가한 국

수의 조직감 기호도가 가장 높은 것으로 나타나서 아피오스를 15%까지 첨가하는 것은 국수의 조직감을 저하시키지 않고 국수가 끊어지고 부는 것을 방지하여 오히려 국수의 품질을 향상시키는 것으로 판단된다.

## 5. 관능평가

### 1) 기호도 평가

아피오스를 첨가한 국수의 기호도 평가 결과는 Table 6과 같다. 아피오스를 15% 첨가한 국수가 외관(6.65점), 향(6.55점), 맛(6.55점), 조직감(6.05점), 전반적인 기호도(6.55점) 등에서 가장 높은 기호도를 가진 것으로 나타났다.

외관 기호도(appearance preference)는 아피오스 15% 첨가군이 6.65점으로 가장 높았으며, 아피오스 10% 첨가군이 6.15점, 20% 첨가군이 6.05점, 5% 첨가군이 5.20점, 0% 첨가군이 4.55점 순으로 외관 기호도가 낮았다( $p<0.001$ ). 국수의 외관은 색도와 연관성이 매우 높은 편으로 안토시아닌 색소를 가진 아피오스의 첨가량이 국수에 증가할수록 명도인 L값이 감소하고 적색도인 a값이 증가하여 국수의 색깔이 점차 적갈색으로 어두워지면서 국수의 외관 기호도가 증가하는 것으로 사료된다. 특히 아피오스 10% 첨가군과 20% 첨가군은 외관 기호도가 가장 높았던 아피오스 15% 첨가군과 동일한 수준으로 외관 기호도가 높으므로 아피오스를 10% 이상 국수에 첨가하면 외관 기호도 향상에 좋을 것으로 판단된다.

향 기호도(aroma preference)는 아피오스 15% 첨가군이 6.55점으로 가장 높았으며, 아피오스 10% 첨가군이 6.05점, 5% 첨가군이 5.15점, 20% 첨가군이 4.55점, 0% 첨가군이 3.80점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 특히 아피오스를 20% 이상 국수에 첨가하게 되면 향 기호도가 가장 낮았던 아피오스 0% 첨가군과 비슷한 수준으로 향 기호도가 저하되는 것으로 나타났다. 아피오스에는 인삼에 많이 들어있는 saponin이 들어있어



Table 6. Sensory preference score of noodles added with apios powder

| Concentration of apios powder (%) | Sensory attributes          |                              |                              |                            |                              |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
|                                   | Appearance                  | Aroma                        | Taste                        | Texture                    | Overall preference           |
| 0                                 | 4.55±1.82 <sup>a</sup>      | 3.80±1.28 <sup>a</sup>       | 4.20±1.64 <sup>a</sup>       | 4.50±1.70 <sup>a</sup>     | 4.45±1.53 <sup>a</sup>       |
| 5                                 | 5.20±1.19 <sup>a</sup>      | 5.15±1.26 <sup>b</sup>       | 5.30±1.38 <sup>b</sup>       | 5.30±1.78 <sup>ab</sup>    | 5.55±1.39 <sup>b</sup>       |
| 10                                | 6.15±0.87 <sup>b</sup>      | 6.05±1.14 <sup>c</sup>       | 5.95±1.14 <sup>bc</sup>      | 5.85±1.13 <sup>bc</sup>    | 5.95±0.99 <sup>bc</sup>      |
| 15                                | 6.65±0.93 <sup>b</sup>      | 6.55±0.99 <sup>c</sup>       | 6.55±1.05 <sup>c</sup>       | 6.05±1.50 <sup>c</sup>     | 6.55±1.23 <sup>c</sup>       |
| 20                                | 6.05±1.35 <sup>b</sup>      | 4.55±1.46 <sup>ab</sup>      | 4.15±1.18 <sup>a</sup>       | 4.95±1.57 <sup>ab</sup>    | 4.60±1.04 <sup>a</sup>       |
| <i>F</i> ( <i>p</i> )             | 8.509(0.000) <sup>***</sup> | 15.967(0.000) <sup>***</sup> | 13.351(0.000) <sup>***</sup> | 5.459(0.001) <sup>**</sup> | 10.055(0.000) <sup>***</sup> |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

\*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$ .

서 인삼과 유사한 향이 나는데, 국수에 아피오스 20% 이상 첨가하게 되면 오히려 인삼 냄새가 강해지면서 향 기호도가 저하되므로 아피오스를 15% 첨가하는 것이 향 기호도 향상을 위해서는 가장 바람직할 것으로 사료된다.

맛 기호도(taste preference)는 아피오스 15% 첨가군이 6.55점으로 가장 높았으나, 아피오스 20% 첨가군(4.15점)은 아피오스 0% 첨가군(4.20점)과 동일한 수준으로 맛 기호도가 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 맛 기호도는 향 기호도와 마찬가지로 아피오스 15% 첨가군이 맛에 대한 기호도가 높았으나, 아피오스 20% 첨가군은 외관과 향 기호도가 가장 낮았던 아피오스 0% 첨가군보다 오히려 맛 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 아피오스에 많이 들어있는 쓴맛의 사포닌 때문으로 아피오스 첨가량이 20% 이상 증가하게 되면 인삼과 유사한 쓴맛으로 인해 오히려 아피오스를 첨가하지 않은 대조군보다 맛 기호도가 낮아지는 결과가 나타나므로 아피오스를 15% 첨가하는 것이 향과 맛 기호도를 높이는 최적의 배합비로 판단된다.

조직감 기호도(texture preference)는 아피오스 15% 첨가군이 6.05점으로 가장 높게 나타났으며, 아피오스 0% 첨가군이 4.50점으로 가장 낮게 나타났었다( $p<0.01$ ). 다만, 아피오스 20% 첨가군은 4.95점으로 조직감 기호도가 가장 낮았던 아피오스 0% 첨가군과 유사한 수준으로 기호도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 기계적 조직감 측정 결과에서는 아피오스의 첨가량이 국수에 늘어날수록 경도는 증가하고 응집성은 감소하는 경향을 보였으나, 이들 외에는 시료 간에 조직감 차이가 거의 없었고, 아피오스 첨가 국수의 경도 증가가 오히려 조리면이 쉽게 끊어지고 부는 것을 방지하여 조직을 향상시키는 것으로 판단된다. 또한, 아피오스 15% 첨가군이 조직감 기호도가 가장 높은 것으로 나타났으므로 국수의 조직감 기호도를 높이기 위해서는 아피오스를 15% 첨가하는 것이 가장 좋을 것으로 사료된다.

전반적인 기호도(overall preference)는 아피오스 15% 첨가군이 6.55점으로 가장 높았고, 아피오스 10% 첨가군이 5.95점, 5% 첨가군이 5.55점, 20% 첨가군이 4.60점, 0% 첨가군이 4.45점 순으로 가장 낮게 나타났었다( $p<0.001$ ). 따라서 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도 결과에서 아피오스 15% 첨가군의 기호도가 가장 높은 것으로 나타났으므로 아피오스를 15% 첨가하는 것이 국수의 기호도를 높이면서 품질을 향상시킬 수 있는 가장 적합한 배합비로 판단된다.

## 2) 정량적 묘사분석

아피오스를 첨가한 국수의 정량적 묘사분석(QDA) 결과는 Table 7과 같다. 국수의 외관 특성(appearance attribute) 중에서 갈색도(brown color)는 아피오스 20% 첨가군이 10.65점으로 가장 높았고, 아피오스 0% 첨가군이 2.50점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 또한, 국수의 투명성(crystallinity)과 퍼짐성(spreadability)은 아피오스 0% 첨가군이 9.40점과 8.20점으로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 5.70점과 5.15점으로 가장 낮았다( $p<0.01$ ). 이와 같이 아피오스의 첨가량이 증가할수록 국수의 갈색도가 증가하는 것은 아피오스에 들어있는 안토시아닌의 함량이 증가하기 때문으로(Kim 등 2014) 색도에서도 아피오스의 첨가량이 증가할수록 국수의 적색도는 증가하고 명도는 감소하는 결과와 일치하였으며, 아피오스 15% 첨가 국수의 외관 기호도가 가장 높아서 아피오스 첨가로 인한 갈색도 증가는 기호도 증가에 도움을 주는 것으로 판단된다.

국수의 향미 특성(flavor attribute)에서는 쓴맛(bitter taste)과 구수한 향미(delicate flavor)는 아피오스 20% 첨가군이 9.55점과 9.45점으로 가장 높았고, 아피오스 0% 첨가군이 2.30점과 4.40점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 또한, 밀가루 향미(flour flavor)는 아피오스 0% 첨가군이 10.80점으로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 4.80점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 짠맛

Table 7. Quantitative descriptive analysis of noodles added with apios potato powder

| Sensory attributes | Concentration of apios powder (%) |                         |                         |                          |                         |                         |                               |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|                    | 0                                 | 5                       | 10                      | 15                       | 20                      | F (p)                   |                               |
| Appearance         | Brown color                       | 2.50±1.96 <sup>a</sup>  | 5.15±1.69 <sup>b</sup>  | 6.85±1.75 <sup>c</sup>   | 8.75±2.31 <sup>d</sup>  | 10.65±3.11 <sup>e</sup> | 40.057 (0.000) <sup>***</sup> |
|                    | Crystallinity                     | 9.40±3.60 <sup>c</sup>  | 8.40±2.43 <sup>bc</sup> | 7.10±2.17 <sup>ab</sup>  | 6.20±2.58 <sup>a</sup>  | 5.70±3.68 <sup>a</sup>  | 5.355 (0.001) <sup>**</sup>   |
|                    | Spreadability                     | 8.20±3.72 <sup>c</sup>  | 7.60±2.56 <sup>bc</sup> | 6.35±2.20 <sup>ab</sup>  | 5.75±2.22 <sup>a</sup>  | 5.15±2.99 <sup>a</sup>  | 4.111 (0.004) <sup>**</sup>   |
| Flavor             | Salty taste                       | 5.50±2.94               | 5.15±2.43               | 5.20±2.39                | 5.25±2.38               | 5.40±2.41               | 0.067 (0.992)                 |
|                    | Bitter taste                      | 2.30±2.13 <sup>a</sup>  | 4.75±2.84 <sup>b</sup>  | 5.95±2.01 <sup>bc</sup>  | 7.75±2.65 <sup>cd</sup> | 9.55±3.61 <sup>d</sup>  | 20.981 (0.000) <sup>***</sup> |
|                    | Delicate flavor                   | 4.40±3.18 <sup>a</sup>  | 5.90±2.73 <sup>ab</sup> | 6.90±1.99 <sup>bc</sup>  | 8.30±2.34 <sup>cd</sup> | 9.45±2.92 <sup>d</sup>  | 10.987 (0.000) <sup>***</sup> |
|                    | Flour flavor                      | 10.80±3.07 <sup>d</sup> | 8.30±2.97 <sup>c</sup>  | 6.60±2.23 <sup>b</sup>   | 6.25±2.29 <sup>ab</sup> | 4.80±2.72 <sup>a</sup>  | 14.657 (0.000) <sup>***</sup> |
| Texture            | Hardness                          | 5.10±2.67 <sup>a</sup>  | 6.40±2.60 <sup>ab</sup> | 7.20±2.39 <sup>bc</sup>  | 8.60±2.90 <sup>cd</sup> | 9.85±3.75 <sup>d</sup>  | 8.143 (0.000) <sup>***</sup>  |
|                    | Adhesiveness                      | 4.95±2.87 <sup>a</sup>  | 6.70±2.71 <sup>b</sup>  | 7.65±2.18 <sup>bc</sup>  | 8.50±2.43 <sup>c</sup>  | 9.40±3.11 <sup>c</sup>  | 8.147 (0.000) <sup>***</sup>  |
|                    | Springiness                       | 9.25±3.58 <sup>c</sup>  | 8.70±2.15 <sup>bc</sup> | 7.70±1.68 <sup>abc</sup> | 7.10±2.17 <sup>ab</sup> | 6.20±3.30 <sup>a</sup>  | 4.152 (0.004) <sup>**</sup>   |
|                    | Chewiness                         | 5.60±3.08 <sup>a</sup>  | 6.60±2.62 <sup>a</sup>  | 7.40±2.81 <sup>ab</sup>  | 8.90±3.11 <sup>bc</sup> | 9.60±4.08 <sup>c</sup>  | 5.292 (0.001) <sup>**</sup>   |
|                    | Cohesiveness                      | 8.60±3.96               | 8.55±2.30               | 8.05±2.16                | 7.90±2.90               | 7.45±4.04               | 0.454 (0.769)                 |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

\*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$ .

(salty taste)은 아피오스 0% 첨가군이 가장 높았고, 아피오스 5% 첨가군이 가장 낮았으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 이와 같이 아피오스를 첨가량에 비례하여 국수의 쓴맛이 증가하는 것은 아피오스에 들어있는 쓴맛의 사포닌이 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 증가하기 때문이다(Kim 등 2014). 또한, 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 구수한 향미가 증가하는 것은 아피오스에 많이 들어있는 단백질(Yangcheng 등 2016)과 isoflavone(Ichige 등 2013) 때문으로 아피오스 분말 첨가 설기떡 연구(Park 등 2017)에서도 아피오스의 첨가량이 증가할수록 구수한 향미가 증가하는 것으로 나타나서 본 연구의 결과와 일치하였다. 다만, 아피오스의 첨가량이 20% 이상 늘어나게 되면 사포닌의 강한 쓴맛으로 아피오스 0% 첨가군보다 향과 맛 기호도를 저하시키므로 아피오스를 15% 첨가하는 것이 가장 좋을 것으로 판단된다.

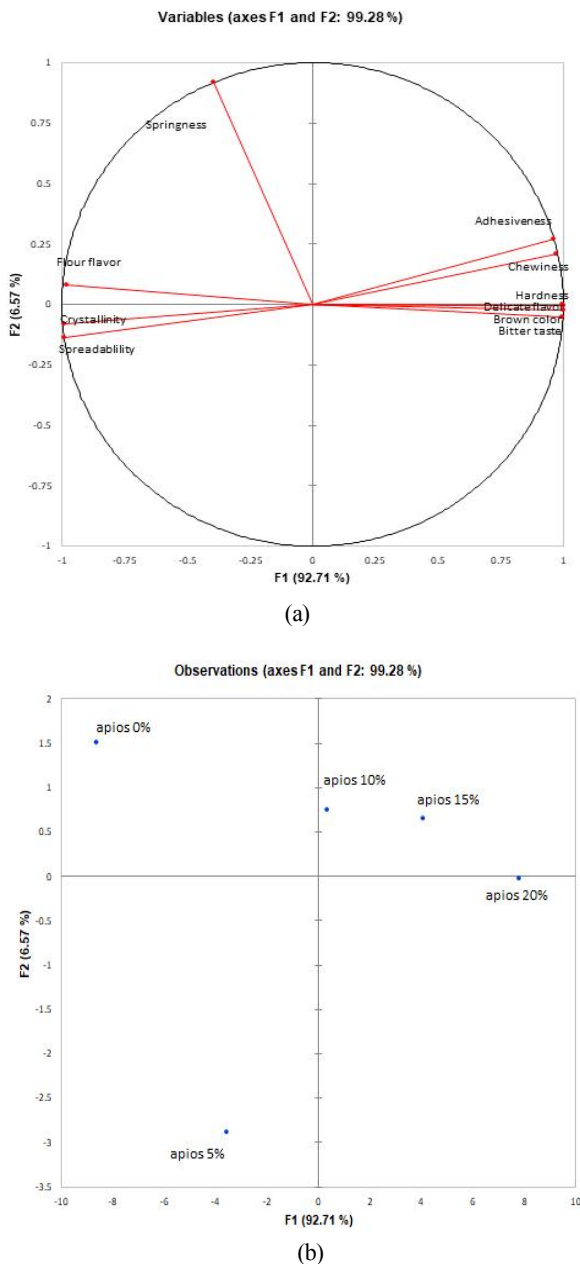
국수의 조직감 특성(texture attribute)에서 경도(hardness)와 부착성(adhesiveness)은 아피오스 20% 첨가군이 9.85점, 9.40점으로 가장 높았고, 아피오스 0% 첨가군이 5.10점과 4.95점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 또한, 씹힘성(chewiness)도 아피오스 20% 첨가군이 9.60점으로 가장 높았고, 아피오스 0% 첨가군이 5.60점으로 가장 낮았다( $p<0.01$ ). 그러나 탄력성(springiness)은 아피오스 0% 첨가군이 9.25점으로 가장 높았고, 아피오스 20% 첨가군이 6.20점으로 가장 낮았다( $p<0.01$ ). 다만, 응집성(cohesiveness)에 대해서는 아피오스 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 기계적 조직감 측정에서는 아피오스 첨가량이 늘어날수록 경도는 증가

하여 정량적 묘사분석 결과와 일치하는 것으로 나타났으나, 응집성은 아피오스 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타나서 정량적 묘사분석 결과와는 일치하지 않았다. 그러나 기계적 조직감 측정과 정량적 묘사분석 결과에서 부착성, 탄력성, 씹힘성 등의 조직감 특성은 아피오스 첨가량에 따라서 차이가 없는 것으로 나타났고, 아피오스 15% 첨가 국수의 조직감 기호도가 가장 높은 것으로 나타나서 아피오스 첨가량이 늘어나더라도 경도가 증가하는 것 외에는 조직감에 미치는 영향이 미비한 것으로 사료된다. 다만, 아피오스를 20% 이상 첨가하게 되면 오히려 조직감 기호도가 아피오스 0% 첨가군과 유사한 수준으로 기호도가 저하되는 것으로 나타나서 아피오스를 15% 첨가하는 것이 가장 좋을 것으로 판단된다.

따라서 정량적 묘사분석 결과를 종합하여 볼 때에 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 국수의 갈색도와 쓴맛, 구수한 향미, 경도, 부착성, 씹힘성 등은 증가하고, 투명성과 퍼짐성, 밀가루 향미, 탄력성 등은 감소하는 것으로 판단된다.

### 3) 주성분 분석

아피오스를 첨가한 국수의 관능적 특성과 시료 간에 상관성을 설명하기 위해서 일원분산분석에서 통계적으로 유의적인 차이가 없는 짠맛과 응집성을 제외한 10개의 관능적 특성에 대해 각 시료의 평균값을 적용하여 주성분 분석(PCA)을 실시하였다(Fig. 1). 제1주성분(PC 1)과 제2주성분(PC 2)의 설명력은 각각 92.71%와 6.57%로 총 변동의 99.28%를 설명



**Fig. 1.** Sensory characteristics of apios noodles by principal component analysis (PCA). (a) sensory characteristics by PCA plot (b) apios noodles.

하였다. Fig. 1의 (a)와 (b) 결과는 제1주성분(PC 1)과 제2성분(PC 2)으로 구분된 관능적 특성과 시료의 분포를 평균별로 부하된 위치로 나타내었다. Fig. 1의 (a) 결과에서 각각의 관능적 특성들이 주성분에 부하된 양상을 살펴보면 다음과 같다. 제1주성분(PC 1)의 양(+)의 방향에 위치한 특성들은 갈색도, 쓴맛, 구수한 향미, 경도, 부착성, 씹힘성 등으로 강하게 부하되었으며, 음(-)의 방향에 위치한 특성들은 투명성, 퍼짐성, 밀가루 향미 등이 강하게 부하되었으며, 탄력성은 약하게 부

하되었다. 또한, 제2주성분(PC 1)의 양(+)의 방향에 위치한 특성들 중에 탄력성은 강하게 부하되었으나, 부착성, 씹힘성, 밀가루 향미, 경도, 구수한 향미 등은 약하게 부하되었으며, 음(-)의 방향에 위치한 특성들도 갈색도, 쓴맛, 투명성, 퍼짐성 등이 약하게 부하되었다. Fig. 1의 (b) 결과에서 각 시료들이 주성분에 부하된 양상을 살펴보면, 제1주성분의 양(+)의 방향에는 아피오스를 10%, 15%, 20% 첨가한 국수가 부하되어 있는 것으로 나타났고, 음(-)의 방향에는 아피오스를 0%와 5% 첨가한 국수들이 위치하고 있는 것으로 나타났다. Fig. 1의 (a)와 (b) 결과를 볼 때에 아피오스를 15% 이상 첨가한 국수들은 갈색도, 쓴맛, 구수한 향미, 경도, 부착성, 씹힘성 등의 특성들은 강하지만 투명성, 퍼짐성, 밀가루 향미, 탄력성 등의 특성들은 약한 것을 알 수 있었다. 또한, 아피오스를 5% 이하로 첨가한 국수들은 투명성, 퍼짐성, 밀가루 향미, 탄력성 등의 특성들은 강하지만, 갈색도, 쓴맛, 구수한 향미, 경도, 부착성, 씹힘성 등의 특성들은 약한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 아피오스를 첨가한 정량적 묘사분석 결과와 일치하는 것으로 아피오스를 15% 이상 국수에 첨가하였을 때에 국수의 품질과 관능적 특성에 미치는 영향이 클 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때에 제1주성분은 종합적인 호감을 나타내는 지표로 생각되므로 양(+)의 방향에 위치한 아피오스 10%, 15%, 20% 첨가 국수는 기호도가 높은 것으로 평가되고, 음(-)의 방향에 위치하는 아피오스 0%와 5% 첨가 국수는 상대적으로 기호도가 낮은 것으로 평가할 수 있다.

## 6. 항산화 활성

아피오스를 첨가한 국수의 항산화 활성 결과는 Table 8과 같다. 총 폴리페놀 함량은 아피오스 0% 첨가군이 19.72 mg GAE/g으로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 34.26 mg GAE/g으로 가장 높아서 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 국수의 총 폴리페놀 함량이 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 총 플라보노이드 함량은 아피오스 0% 첨가군이 83.73 mg QUE/g으로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 98.42 mg QUE/g으로 가장 높아서 아피오스 첨가량이 늘어날수록 국수의 총 플라보노이드 함량이 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). DPPH 라디칼 소거능에서는 아피오스 0% 첨가군이 5.15%로 가장 낮았고, 아피오스 20% 첨가군이 50.09%로 가장 높아서 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하여 항산화 활성이 향상되는 것을 확인하였다 ( $p < 0.001$ ).

아피오스를 첨가량이 늘어날수록 국수의 항산화 활성이 증가하는 이유는 아피오스에는 항산화 활성을 지닌 여러 가지 생리활성물질들이 들어있기 때문이다. 국내산 아피오스와

**Table 8. Antioxidative activities of noodles added with apios powder**

| Concentration of apios powder (%) | Total polyphenol contents (mg GAE/g) | Total flavonoid contents (mg QUE/g) | DPPH radical scavenging activity (%) |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 0                                 | 19.72±1.00 <sup>a</sup>              | 83.73±0.83 <sup>a</sup>             | 5.15±0.84 <sup>a</sup>               |
| 5                                 | 24.79±2.45 <sup>a</sup>              | 86.80±0.48 <sup>ab</sup>            | 21.77±0.69 <sup>b</sup>              |
| 10                                | 23.82±2.37 <sup>a</sup>              | 89.71±2.89 <sup>bc</sup>            | 39.73±0.54 <sup>c</sup>              |
| 15                                | 30.05±4.85 <sup>b</sup>              | 92.77±2.23 <sup>c</sup>             | 46.23±1.71 <sup>d</sup>              |
| 20                                | 34.26±1.20 <sup>b</sup>              | 98.42±0.27 <sup>d</sup>             | 50.09±0.43 <sup>c</sup>              |
| <i>F</i> ( <i>p</i> )             | 12.827 (0.001)**                     | 33.278 (0.000)***                   | 1156.355 (0.000)***                  |

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

\*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$ .

수미감자의 비타민 C 함량은 각각 74 mg/100 g과 63.0-65.2 mg/100 g으로 아피오스가 수미감자에 비해 상대적으로 비타민 C를 더 많이 함유하고 있다(Choi 등 2008; Kim 등 2014). 또한, 아피오스에는 비타민 C 외에도 우수한 항산화 활성을 가진 isoflavone(Ichige 등 2013)과 isoflavone의 일종인 genistein (Krishman HB 1998), saponin(Okubo 등 1994) 등의 photochemical이 많이 들어있다. 본 실험에 시료로 사용한 국내산 아피오스의 총 폴리페놀 함량은 22.78 mg GAE/g으로 국내산 수미감자의 1.20 mg GAE/g(Jang & Yoon 2012)과 비교했을 때에도 약 19배 더 높았으며, 국수의 주재료인 밀가루(0.36 mg GAE/g)에 비해 총 폴리페놀 함량이 약 63배 더 높은 것으로 나타났다(Bae 등 2016). 또한, 본 실험에 시료로 이용한 아피오스의 DPPH 라디칼 소거능은 1,000 µg/mL의 농도일 때에 31.14%로 수미감자의 9.10%보다 더 높은 것으로 나타났다. 아피오스의 항산화 활성에 대해 연구한 Kim WY(2014)도 아피오스의 DPPH 라디칼 소거능이 추출 용매에 따라서 약간의 차이는 있지만 1,000 µg/mL의 농도일 때에 39.75~46.99%로 보고하여 감자보다 DPPH 라디칼 소거능이 높은 것을 확인하였다. 또한, 국내산 아피오스 분말을 첨가한 설기떡 연구에서도 아피오스의 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀함량과 DPPH 라디칼 소거능이 증가하는 것으로 보고하였다(Park 등 2017). 이러한 결과를 종합하여 볼 때에 국수에 밀가루 대신 아피오스를 첨가할수록 항산화 활성이 높은 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 증가하여 DPPH 라디칼 소거능과 같은 항산화 활성이 높아지는 것으로 사료된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 우수한 영양과 기능성을 가진 아피오스의 국내 생산과 보급을 늘리고, 식품 소재로서의 활용 가능성을 살펴보고자 밀가루 대신 아피오스 분말을 0, 5, 10, 15, 20% 비율

로 국수에 첨가하여 항산화 활성과 품질 특성을 평가하였다. 수분 함량은 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 증가하였고 ( $p<0.01$ ), pH는 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 감소하였다 ( $p<0.001$ ). 그러나 염도는 아피오스 감자의 첨가량이 증가할수록 감소하지만, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 수분 흡수율( $p<0.05$ )과 탁도( $p<0.001$ )는 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 증가하였으나, 부피 팽창률은 아피오스를 첨가할수록 증가하였지만 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 색도는 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 명도인 L값은 감소하였고, 적색도인 a값은 증가하였다( $p<0.001$ ). 황색도인 b값은 아피오스의 첨가할수록 감소하였으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 기계적 조직감 결과에서 경도( $p<0.001$ )는 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 증가하였으나, 응집성( $p<0.01$ )은 감소하였다. 또한, 부착성과 씹힘성은 아피오스의 첨가할수록 증가하였고, 탄력성은 감소하였으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 관능평가에서 기호도 평가 결과는 아피오스를 15% 넣었을 때가 외관( $p<0.001$ ), 향( $p<0.001$ ), 맛( $p<0.001$ ), 조직감 ( $p<0.01$ ) 기호도가 모두 가장 높게 나타나서 전반적인 기호도도 가장 높았다( $p<0.001$ ). 정량적 묘사분석(QDA) 결과에서는 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 갈색도( $p<0.001$ ), 쓴맛( $p<0.001$ ), 구수한 향미( $p<0.001$ ), 경도( $p<0.001$ ), 경도( $p<0.001$ ), 부착성( $p<0.001$ ), 씹힘성( $p<0.01$ ) 등은 증가하는 것으로 나타났다. 투명성( $p<0.01$ )과 퍼짐성( $p<0.01$ ), 밀가루 향미( $p<0.001$ ), 탄력성( $p<0.01$ ) 등은 감소하는 것으로 나타났다. 주성분 분석(PCA) 결과에서는 아피오스를 15% 이상 국수에 첨가하였을 때에 아피오스의 고유색, 맛, 조직감 등이 나타나면서 기호도가 높아지는 것을 확인하였다. 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량, DPPH 소거능 등의 항산화 활성 평가 결과는 아피오스의 첨가량이 늘어날수록 국수의 항산화 활성이 모두 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 이상의 연구 결과를 종합하여 검토하였을 때에 국수에 아피오스를 15% 첨가

하는 것이 가장 기호도가 높으면서 항산화 활성과 품질 특성이 우수한 것으로 사료된다.

## References

- Bae DB, Kim KH, Yook HS. 2016. Quality characteristics of noodles added with red lentil powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1338-1343
- Bae YH, Park HW, Park HO, Jeong HS, Choi EJ, Chae IS. 2003. Food and Cookery Science. pp.80-104. Kyomunsa
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cha SM, Son BY, Lee JS, Baek SB, Kim SL, Ku JH, Hwang JJ, Song BH, Woo SH, Kwon YU, Kim JT. 2012. Effect of particle size on physico-chemical properties and antioxidant activity of corn silk powder. *Korean J Crop Sci* 57:41-50
- Chang HS, Kim MS, Kim MJ, Lee JS, Kim YB, Sim KH. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of noodles added with *Spergularia marina* L. Griseb powder. *J East Asian Soc Diet Life* 27:50-60
- Cho YH, Lim ST, Lee YT. 2014. Effects of rice starch addition on quality of instant fried noodle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1264-1269
- Choi HD, Lee HC, Kim SS, Kim YS, Lim HT, Ryu GH. 2008. Nutrient components and physicochemical properties of new domestic potato cultivars. *Korean J Food Sci Technol* 40:382-388
- Choi RY, Lee J, Ryu HS, Ham JR, Park SK, Kim MJ, Lee MK. 2017. Anti-visceral obesity effect of *Apios americana* Medikus in diet-induced obese mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:1137-1142
- Chung HJ, Choi MH, Chang HG, Kim JS, Kim WJ. 2005. Effects of germinated whole soy flour on the properties of dough and noodle. *Korean J Food Cook Sci* 21:919-926
- Ghang HG, Park YS. 2005. Effects of waxy and normal sorghum flours on sponge cake properties. *Food Eng Prog* 9:199-207
- Ha DM, Park YK. 2011. Quality characteristics of noodles added with domestic germinated barley. *Korea J Food Preserv* 18:131-142
- Han SM, Han JA. 2011. Preparation and characterization of wet noodle containing germinated small black bean flour. *Korean J Food Sci Technol* 43:597-602
- Hong YM, Kim JS, Kim DW and Kim WJ. 2003. Effects of whole soy flour on the properties of wet noodle. *Korean J Food Nutr* 16:417-422
- Hyun YH, Hwang YK, Lee YS. 2001. A study of cooking properties of the noodle made of composite flour with green tea powder. *J East Asian Soc Diet Life* 11:295-304
- Ichige M, Fukuda E, Miida S, Hattan J, Misawa N, Saito S, Fujimaki T, Imoto M, Shindo K. 2013. Novel isoflavone glucosides in groundnut (*Apios americana* Medik) and their antiandrogenic activities. *J Agric Food Chem* 61:2183-2187
- Jang HL, Yoon KY. 2012. Biological activities and total phenolic content of ethanol extracts of white and flesh-colored *Solanum tuberosum* L. potatoes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1035-1040
- Jeong JC, Chang DC, Yoon YH, Park CS, Kim SY. 2006. Effect of cultural environments and nitrogen fertilization levels on the anthocyanin accumulation of purple-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) variety Jasim. *J Bio-Environ Control* 15:204-210
- 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 J Plant Resour* 18:424-432
- Kang YR, Han JA. 2015. Quality improvement of dumpling shell based on rice flour by addition of potato starch and HPMC. *Korean J Food Cook Sci* 31:696-702
- Kenmochi E, Kabir SR, Ogawa T, Naude R, Tateno H, Hirabayashi J, Muramoto K. 2015. Isolation and biochemical characterization of apios tuber lectin. *Molecules* 20:987-1002
- Kikuta C, Sugimoto Y, Konishi Y, Ono Y, Tanaka M, Iwaki K, Fujita S, Kawanishi-Asaoka M. 2011. Physicochemical and structural properties starch isolated *Apios americana* Medikus. *J Appl Glycosci* 59:21-30
- Kim DS, Ahn JB, Choi WK, Han GP, Park ML, Kang BN, Kim DH, Choi SH. 2015. Quality characteristics of noodles added with tomato powder. *Korean J Culin Res* 21:129-142
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM. 2007. Physical and sensory characteristics of wet noodles prepared by adding *Ge-Geol* radish powder. *Korean J Food Sci Technol* 39:283-288
- Kim HY, Seo HI, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Song SB, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Jeong HS, Woo KS. 2012. Physicochemical characteristics of the sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) powder following low temperature-microparticulation. *Korean J Food Nutr* 25:656-663
- Kim JH, Kim HY, Kang SY, Kim JB, Kim YH, Jin CH. 2018.

- Chemical constituents from *Apios americana* and their inhibitory activity on tyrosinase. *Molecules* 23:1-11
- Kim SH, Jung BM. 2013. Quality characteristics of noodles containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. *Korean J Food Cook Sci* 29:19-28
- Kim UJ, Yoon JY, Kim HS. 2002. A study on the noodle quality made from pea starch-wheat composite flour. *Korean J Food Cook Sci* 18:692-697
- Kim WY. 2014. Study on the antioxidative activity of *Apios americana* Medikus. Master's Thesis, Joongbu Univ. Geum-san. 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. *J Agric Life Environ Sci* 26:1-5
- Kim YS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1373-1380
- Kong SH, Lee JS. 2010. Quality characteristic and change in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:274-280
- Krishman HB. 1998. Identification of genistein, an anticarcinogenic compound, in the edible tubers of the American groundnut (*Apios americana* Medikus). *Crop Sci* 38:1052-1056
- Kwon YH, Park ES, Kim JK, Dhakal KH, Jeong YS, Hwang YH. 2010. Quality characteristics of noodles added with soybean and *Gastrodine rhisoma* powder. *Curr Res Agric Life Sci* 28:69-78
- Kye SK. 1996. Water binding capacity of vegetable fiber. *Korean J Food Nutr* 3:231-235
- Lee JY, Lee WJ. 2011. Quality characteristics of germinated brown rice flour added noodles. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:981-985
- Lee MK, Shin MJ, Yoon HH. 2014. Effects of starches on the quality characteristics of raw and cooked noodles. *Korean J Culin Res* 20:310-321
- Moon Y, Jeon SJ, Hong YE, Zhao YX, Kim KH, Kweon M. 2018. Quality of commercial Korea domestic wheat flours and their dry noodle-making performance. *Korea J Food Cook Sci* 34:366-374
- National Institute of Agricultural Sciences. 2018. Agricultural food information system. Available from <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctNutCal/list> [cited 15 October 2018]
- 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
- Okubo K, Yoshiki Y, Okuda K, Sugihara T, Tsukamoto C, Hoshikawa K. 1994. DDMP-conjugated saponin (soyasaponin  $\beta$ g) isolated from American groundnut (*Apios americana*). *Biosci Biotechnol Biochem* 58:2248-2250
- Park CS, Hong BH, Baik BK. 2003. Protein quality of wheat desirable for making fresh white salted noodles and its influences on processing and texture of noodles. *Cereal Chem* 80:297-303
- Park MH, Kim MR. 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 YE, Cho HM, Lee HJ, Hwang YS, Choi SSN, Lee SJ, Park ES, Lim JD, Choung MG. 2007. Antioxidant and inhibition on angiotensin converting enzyme activity of colored potato extracts. *Korean J Crop Sci* 52:447-452
- Seol H, Sim KH. 2017. Quality characteristics of noodles with added germinated black quinoa powder. *Korean J Food Nutr* 30:19-30
- Shin EJ, Kim NG, Chung CH, Kim HS. 2014. Quality characteristics of wheat flour suitable for wet noodle. *Korean J Food Cook Sci* 30:540-546
- Singleton VL, Joseph AR. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Um HJ, Kim GH. 2007. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. *Korean J Food Nutr* 20:103-107
- Yangcheng H, Belamkar V, Cannon SB, Jane JL. 2016. Characterization and development mechanism of *Apios americana* tuber starch. *Carbohydr Polym* 151:198-205
- Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J Agric Food Chem* 50:1619-1624

---

Received 22 October, 2018

Revised 28 November, 2018

Accepted 03 December, 2018