

사과 분말을 첨가한 비가열 사과잼의 품질 및 항산화 특성

김은숙¹ · 이미남² · 곽은정^{3*}

¹영남대학교 대학원 식품과학과 석사과정, ²영남대학교 대학원 식품과학과 박사과정, ³영남대학교 식품공학과 교수

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Unheated Apple Jams Prepared with Apple *Cheong* and Apple Powder

Eun Sook Kim¹, Mi Nam Lee² and Eun Jung Kwak^{3*}

¹Master Student, Dept. of Food Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea

²Ph.D. Candidate, Dept. of Food Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea

³Professor, Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea

ABSTRACT

This study investigates quality characteristics and antioxidant activity of unheated apple jam prepared with apple *cheong* (20 g) and varying amounts of apple powder (0, 0.25, 0.5, 0.75, and 1.0 g). The sugar content was highest in the control group and decreased with increasing amounts of apple powder. The pH and total acidity gradually increased with increasing amounts of apple powder ($p < 0.05$). Spreadability was greatly reduced when the apple powder content was 0.75 g and 1.0 g. The L and b values of the apple jam tended to increase significantly with the addition of apple powder, whereas the a value decreased ($p < 0.05$). Total polyphenol content, flavonoid content, DPPH free radical scavenging activity, and reducing power all increased gradually with increasing amounts of apple powder ($p < 0.05$). These results suggest that the addition of apple powder to apple jam prepared with apple *cheong* can improve the jam's quality and antioxidant activity, and may promote the consumption of less marketable apples.

Key words: apple, jam, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

사과는 쌍떡잎식물 장미목 장미과의 낙엽교목의 식물인 사과나무의 열매로(Kim JE 등 2021) 모양은 보통 둥글고, 지름은 5~10 cm이며, 붉거나 노란색을 띤다. 온대지역이 원산이며 2,000년 전부터 다양한 품종이 북반구에 널리 재배되어 왔으며, 전 세계적으로 가장 많이 생산되는 과일 중 하나이다(Bang HY 등 2015; Kim MH 등 2020). 한국에서는 예로부터 재래종인 능금을 재배하였고, 1884년경에는 선교사들이 외국 품종을 들여와 관상수로 심었으며, 1906년에는 외국의 여러 개량품종을 재배하면서 본격적인 사과 재배가 시작되었다. 사과는 국내에서도 주요 과일로 2010년 이후 국내에서 개발된 썬머 킹, 아리수 및 루비에스 품종 등이 보급되면서 국내 육성품종의 재배 비중도 점차 증가하고 있어 품종 구성이 더욱 다양화되고 있으나(Kim KK 2018), 가장 선호되고 있는 품종은 부사이다(Bang HY 등 2015).

사과는 가식부가 95%이고, 수분은 90%이며 식이섬유, Vit. C, 미네랄 등의 영양성분이 풍부할 뿐 아니라 polyphenol과 flavonoid와 같은 파이토케미칼 성분이 다량 함유되어 있어(Bang HY 등 2015; Kim MH 등 2020) 항산화, 항염증, 충치 억제(Yoon SK 등 2000), 미백 및 주름 개선(Jeong HR 등 2011) 등의 효능이 있는 것이 보고되었다. 사과의 다양한 효능이 알려짐에 따라 사과 분말 및 사과 농축액 첨가 국수(Kim MH 등 2020), 사과 분말을 첨가한 설기떡(Lim JH 2011), 사과 액종을 이용한 식빵(Im DY & Cha GH 2019) 등과 같이 사과를 이용한 여러 제품에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다. 사과는 주로 생식으로 소비되나 주스나 와인 및 잼, 건과, 분말, 통조림 등이 주요 가공품으로 생산되며(Lee SJ 등 2012), 크기가 작거나 색상이나 모양이 고르지 않은 사과 중 일부는 폐기물로 처리되기도 한다.

잼은 일반적으로 과일류, 채소류 등에 당, 산, 펙틴을 첨가해 가열 농축하여 제조한 식품이다(Shim KE 2020). 시판 잼 중에서는 딸기잼이 가장 많이 팔리고, 포도잼과 사과잼은 그 다음으로 소비되고 있다(Lee GD 2020).

한편 생활수준이 향상되고 바쁘게 살아가는 현대인들은

* Corresponding author : Eun Jung Kwak, Tel: +82-53-810-2983, Fax: +82-53-810-4662, E-mail: kwakej@ynu.ac.kr

밥 위주의 식사보다는 가공식품이나 간편한 빵과 같은 편의 식품으로 식사를 해결하는 경향이 늘어남에 빵과 함께 소비 되는 잼 소비 또한 증가하는 추세이다(Kim YR 등 2015). 이러한 잼의 소비 경향은 건강에 관심이 높은 현대인들에게는 보다 영양적이고 건강기능성이 높은 잼에 대한 선호로 나타나고 있다. 이에 최근에는 자색 고구마잼(Kim YR 등 2015), 흑삼 및 흑마늘을 이용한 블랙잼(Lee GD 2020), 무잼(Park JE 등 2009), 홍고추잼(Lee GD & Jeong YJ 1999) 등 다양한 종류의 잼에 대한 연구가 이루어지고 있다.

사과잼과 관련된 연구로는 사과에 생강(Lee SM 2014), 해당화 열매(Kim MH 등 2010), 마늘(Kim KS & Paik SH 1998) 등을 첨가한 후 통상적인 방법으로 가열해 만든 사과잼과, 가열에 따른 영양소 손실을 최소화 하기 위해 가열하지 않고 제조한 사과잼(Choi SO 등 2009) 등이 보고되었다. Choi SO 등(2009)의 가열하지 않고 만들어진 사과잼에서는 다량의 수분이 생성되는데, 이는 2차에 나누어 제거함으로써 적절한 농도의 잼이 되도록 하였다. 그러나 잼의 수분을 제거하는 과정에서 사과의 영양 및 기능성성분도 함께 제거될 것으로 사료되었다. 이에 본 연구에서는 사과 소비를 증대하고, 신선한 사과 향과 맛을 강화하며 기능성성분 함량을 증가시키고자 사과청에 사과 분말을 첨가하여 비가열 사과잼을 개발하고 이의 품질 및 향산화 특성을 알아보았다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 사과는 2022년 안동에서 재배된 부사로 지역 전통 시장(Daegu, Korea)에서 구매하여 사용하였으며, 백설탕(Cheiljedang, Korea), 레몬즙(Ital lemon S.P.A, Italy), 소금(Cheiljedang, Korea)은 시중 마트에서 구매하여 사용하였다.

2. 시료의 제조 방법

1) 사과청 제조

사과청은 사과 껍질과 씨를 제거하고 0.5 cm × 0.5 cm × 0.5 cm 크기로 썰어 500 g을 스테인레스 볼에 담고, 설탕 350 g을 넣어 섞은 후 소금 5 g, 레몬즙 30 g을 넣고 재빨리 혼합하였다. 이어서 플라스틱용기(800 mL 용량) 바닥에 설탕 50 g을 깔고 설탕과 혼합한 사과를 통에 담은 후 윗면에 설탕 100 g을 덮어 효소적 갈변이 최소로 일어나도록 하였다. 다음 사과와 설탕 혼합물(총 무게 1,035 g)은 밀봉하여 냉장고에 보관하다가 제조 3일째에 꺼내 소독한 스푼으로 여러 번 바닥에 가라앉은 설탕을 저어 모두 녹을 수 있도록

한 후 4일 더 보관한 후 시료제조에 사용하였다.

2) 사과잼 제조

사과잼 제조를 위해 먼저 사과 분말은 다음과 같이 제조하였다. 약 350 g 무게의 사과를 선별해 껍질을 제거한 후 만도린 채칼을 사용하여 0.1 cm 두께로 얇게 슬라이스 하였다. 슬라이스 한 즉시 200 g을 3 L의 끓는 물에 넣고 10초간 데친 다음 체로 건진 후 키친타월로 물기를 제거하였다. 데친 사과 슬라이스는 식품건조기(LD-528ECO, L'EQUIP, Korea)의 건조대에 겹치지 않게 펼쳐 놓고 70℃에서 30분 건조한 후 뒤집어 40분간 더 건조하였다. 이어서 사과 슬라이스를 다시 뒤집어 30분간 건조하여 총 건조시간은 100분이 되도록 하였다. 건조가 완료된 사과 슬라이스는 상온에서 60분간 방치한 후 식혀 10 g씩 분쇄기(SFM-555SP, Shinil, Korea)를 사용하여 15초간 분쇄해 분말을 제조하였다. 사과잼은 제조한 사과청 300 g을 분쇄기(SFM-555SP, Shinil, Korea)를 사용하여 20초간 분쇄(이를 2회 실시)한 후 15개의 플라스틱 용기(Ø7 cm × 3 cm, 60 mL 용량)에 20 g씩 계량해 넣고 이어서 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 g의 사과 분말을 각각 3개씩 넣은 후 균일하게 혼합하여 제조하였다(Table 1).

3. 시료액 제조

실험에 사용한 시료액은 사과잼 10 g을 50 mL Falcone tube에 취하고 증류수 40 mL를 넣어 실온에서 추출기(SLRM-3, SeouLin Bioscience, Korea)를 사용하여 1시간 추출하였다. 다음 여과지(No. 2, Advantec, Japan)로 여과하여 50 mL 메스플라스틱으로 여과액을 표정한 후 당도, pH, 총산도, 폴리페놀, 플라보노이드, 항산화능 측정에 사용하였다.

4. 실험방법

1) 당도 측정

당도는 굴절당도계(N-1E, ATAGO, Japan)를 이용하여 시료액의 당도를 측정 후 희석배수를 곱하여 구하고 °Brix 단위로 표시하였다.

2) pH 및 산도 측정

pH는 시료액 10 mL를 pH meter(LE438, Mettler-Toled, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 총산도는 시료액 10 mL에 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하여 사과산으로 환산하여 구하였다(Park SH 등 2016).

3) 퍼짐성 측정

사과잼의 퍼짐성은 line spread chart를 사용하여 측정하였

Table 1. Formula of apple jam prepared with apple *cheong* and varying amount of apple powder (Unit: g)

	Sample ¹⁾				
	CON	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4
Apple <i>cheong</i>	20	20	20	20	20
Apple powder	0	0.25	0.5	0.75	1.0

¹⁾ CON: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0 g.
 AJ1: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.25 g.
 AJ2: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.5 g.
 AJ3: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.75 g.
 AJ4: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 1.0 g.

다. 즉 line spread chart 중앙에 상하부가 개방된 직경 4.4 cm, 높이 4 cm 원통을 놓고 사과잼 15 g을 통속에 넣은 후 각각의 시료가 담긴 5개의 원통을 동시에 들어 올려 5분간 흐르도록 두었다. 5분 후 사과잼이 퍼진 곳 8군데 반지름을 측정하여 평균을 내어 퍼짐성으로 하였다(Rho JO 등 2011; Shin KE 2020).

4) 색도 측정

사과잼의 색상은 색도계(RS-232C, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판 값은 L=97.22, a=0.02, b=1.74이었다. 색도는 플라스틱 용기(Ø7 cm × 3 cm, 60 mL 용량)에 시료 20 g씩 담아 표면을 편평하게 한 후 측정하였다.

5) 총 Polyphenol 화합물 함량 측정

사과잼의 총 polyphenol 화합물 함량은 Arnous A 등(2001)의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 시료액 2.4 mL와 Folin-Ciocalteu용액(Sigma-Aldrich, USA) 0.15 mL를 혼합한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 polyphenol 함량은 gallic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 표준물질로 하여 검량선을 작성하여 구한 후 mg/g(fw)으로 나타내었다.

6) 총 Flavonoid 함량 측정

사과잼의 총 flavonoid 함량은 Shen Y 등(2009)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료액 0.5 mL와 증류수 2 mL를 혼합한 후 5% sodium nitrite 0.15 mL, 10% aluminium chloride hexahydrate 0.15 mL, 1 M NaOH 1 mL를 첨가하여 15분 방치한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 flavonoid 함량은 quercetin(Sigma-Aldrich, USA)을 표준물질로 하여 검량선을 작성하여 구한 후 mg/g(fw)으로 나타내었다.

7) 환원력 측정

사과잼의 환원력은 Oyaizu M(1986)의 방법으로 평가하였

다. 즉, 시료액 0.2 mL에 phosphate buffer(0.2 M, pH 6.6) 1 mL와 1% potassium ferricyanide 1 mL를 넣고 잘 혼합하고 50°C에서 20분간 반응시킨 후 냉각시켰다. 다음 10% TCA 용액 1 mL를 혼합물에 넣고 섞은 후, 이 중 2 mL를 취하여 증류수 2 mL와 0.1% FeCl₃ 0.4 mL를 넣고 혼합한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8) DPPH Radical 소거능 측정

사과잼의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Brand-Williams W 등(1995)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료액 0.5 mL에 methanol에 용해한 0.1 mM DPPH 용액 2.5 mL를 혼합하여 암실에서 30분간 반응시킨 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 다음의 식으로부터 구하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 흡광도, B: 시료 무첨가구 흡광도

9) 통계처리

본 연구에서 실시한 모든 실험은 3회 이상 반복 실시하여 결과는 평균값과 표준편차로 나타내었다. 실험 결과는 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 진행하여 유의성 검증을 하였으며, 모든 통계 분석은 SPSS(v.25.0, SPSS Inc., USA) 통계프로그램을 이용하여 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 사과잼의 품질 특성

1) 당도, pH 및 산도

사과청에 사과 분말 첨가량을 달리하여 제조한 사과잼의 당도, pH, 총산도의 결과는 Table 2와 같다. 당도의 경우, 사

Table 2. Sugar content, pH, and total acidity of apple jam prepared with apple *cheong* and varying amount of apple powder

	Sample ¹⁾				
	CON	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4
°Brix	53.15±0.29 ^{a2)}	51.85±0.30 ^b	51.00±0.00 ^c	51.25±0.20 ^c	51.00±0.00 ^c
pH	3.31±0.01 ^c	3.39±0.01 ^d	3.41±0.01 ^c	3.44±0.00 ^b	3.46±0.01 ^a
Total acidity (%)	3.02±0.00 ^c	3.08±0.10 ^c	3.13±0.10 ^c	3.41±0.09 ^b	3.58±0.10 ^a

¹⁾ Refer to the legend in Table 1.

²⁾ ^{a~e} Means with different letters within the same row are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

과 분말을 함유하지 않은 CON은 53.15 °Brix로 가장 높았고, 다음 사과 분말 0.25 g을 첨가한 AJ1이 51.85 °Brix로 높았고, 사과 분말 0.5~1.0 g을 첨가한 AJ2, AJ3, AJ4 사과잼의 당도는 유의적 차이 없이 이들보다 낮았다($p < 0.05$). 이와 같이 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 당도가 감소하는 경향으로 나타난 것은 사과청보다 상대적으로 당도가 낮은 사과 분말의 첨가량이 증가함에 따라 당도가 낮아졌기 때문인 것으로 생각되었다. 한편 시료간 당도 차이는 크지 않았는데 사과 분말도 청보다 당 함량은 낮지만 당을 함유하고 있기 때문인 것으로 사료되었다. 복숭아잼 연구(Shin KE 2020)에서도 당도는 51.27~52.40 °Brix로 본 연구의 51.00~53.15 °Brix의 범위와 유사하였다. 생강을 0~8% 첨가한 사과잼의 연구(Lee SM 2014)에서 생강을 첨가하지 않은 대조구의 당도는 59.97 °Brix로 가장 높았고, 가장 많은 8% 첨가구의 당도는 49.23 °Brix로 가장 낮아 시료 간 큰 차이를 보였다. 이는 부재료로 첨가한 생강은 당 함량이 사과보다 크게 낮기 때문인 것으로 사료되었다. 한편 본 시료 사과잼의 당도는 농축 가열한 잼의 당도(60~65%)보다 낮아 저장성을 강화시키기 위한 추가 연구가 필요한 것으로 사료되었다.

사과잼의 pH는 CON이 3.31±0.01로 가장 낮았고, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 AJ4가 3.46으로 가장 높았다($p < 0.05$). 이 같은 결과는 사과의 pH는 3.8~3.9 정도(Kim KS & Paik SH 1998; Lee SM 2014)인데 사과청에 레몬즙을 첨가함에 따라 pH는 3.9 이하로 낮아지므로, 사과청 함량이 높을수록 pH는 낮아지는 것으로 사료되었다. 시료 사과잼의 pH는 Kim MY & Chun SS(2000)의 프락토올리고당을 첨가한 딸기잼의 pH 3.35~3.55와 유사하였고, 복분자잼(Jin TY 등 2008)과 생강가루를 첨가한 배잼(Rho JO 등 2011)의 pH는 각각 3.77~3.89, 4.86~4.93의 범위로 본 시료 사과잼보다 높게 나타났다. 생강을 첨가한 사과잼의 연구(Lee SM 2014)에서 생강을 첨가하지 않은 대조구의 pH가 3.52, 8% 첨가구가 3.97로 생강을 첨가할수록 pH

가 증가하였는데, 이는 생강의 pH가 6.02로 사과보다 높기 때문으로 보고되었다. 사과를 첨가한 아로니아 혼합잼의 연구(Park SH 등 2016)에서 아로니아의 함량이 감소하고 사과의 함량이 증가함에 따라 pH 값이 증가하였다는 결과는 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 사과가 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘의 함량이 높은 알칼리성 식품이므로 사과 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 것으로 추측되었다.

총산도의 경우 CON, AJ1, AJ2는 3.02~3.13%로 시료간 차이 없이 가장 낮았고, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 AJ4는 3.58%로 가장 높았다($p < 0.05$). 이와 같이 시료 사과잼은 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH와 산도 모두 증가하는 것으로 나타났다. 한편 딸기 첨가 수준을 달리한 딸기잼(Kim JS 등 2013)에서는 딸기 첨가량이 증가함에 따라 pH는 감소하고 산도는 증가하는 것으로 나타나 본 연구 결과와 차이를 보였다.

2) 퍼짐성

사과잼의 퍼짐성 결과는 Fig. 1과 같다. 사과 분말 0, 0.25, 0.5 g을 첨가한 CON, AJ1, AJ2사과잼의 퍼짐성은 2.74~2.76 cm로 차이가 없었으며 사과 분말 0.75, 1.0 g을 첨가한 AJ3과 AJ4는 각각 2.38, 2.34 cm로 이들보다 유사한 정도로 낮았다($p < 0.05$). Shin KE(2020)는 복숭아잼 퍼짐성의 경우 무처리 복숭아로 제조한 대조구가 1.62 cm, 삶은 복숭아로 제조한 잼이 2.57 cm, 쥬 복숭아로 제조한 잼이 2.27 cm라고 보고하여 수분 함량이 가장 적은 대조구의 퍼짐성이 가장 낮았다. Rho JO 등(2011)은 배잼의 연구에서도 날 생강 첨가구가 10.5 cm, 열풍건조한 생강 첨가구가 10.41 cm, 건생강 첨가구가 9.30 cm로 수분이 적은 건생강을 첨가한 잼의 퍼짐성이 가장 낮다고 하였다. 이상의 결과는 AJ3, AJ4와 같이 사과 분말 첨가량이 많아 시료 사과잼 중 수분함량이 적은 사과잼의 퍼짐성이 낮게 나타난 본 연구 결과와 유사하였다.

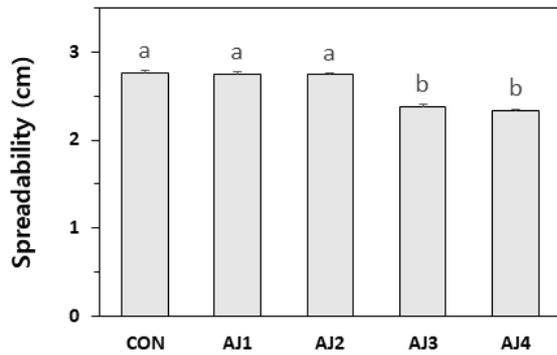


Fig. 1. Spreadability of apple jam prepared with apple cheong and varying amount of apple powder.

CON: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0 g, AJ1: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0.25 g, AJ2: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0.5 g, AJ3: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0.75 g, AJ4: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 1.0 g. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a,b} Means with different letters on the bar are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

이와 같은 결과는 사과 분말이 사과청의 수분을 흡수함에 따라 사과청 입자를 응집시켰기 때문인 것으로 사료되었다. 한편 시료 사과잼을 식빵이나 크래커에 발라 보았을 때 0.5 g의 사과분말을 첨가한 사과잼이 묽거나 되지 않고 퍼짐성이 좋아 잼으로 이용하기에 적절한 것으로 판단되었다.

3) 색도

사과 분말의 첨가량을 달리한 사과잼의 색도 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 먼저 L값은 CON과 AJ1이 유사한 정도로 가장 낮았고, 이어서 AJ2와 AJ3이 높았고, AJ4가 시료 중 가장 높아 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값이 증가하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 마늘을 첨가한 사과잼(Kim KS & Paik SH 1998)의 L값은 설탕 첨가량에 따라 차이가 있었다. 즉 설탕을 20%와 40% 첨가한 사과잼에서는 마늘을 0%, 10%, 20%로 첨가량을 증가함에 따라 L값은 유의적으로 증가하였으나 설탕을 60% 첨가한 사과잼의 L값은 마늘 첨가량에 따른 차이가 없었다. 생강을 첨가한 사과잼의 연구(Lee SM 2014)에서는 생강을 분쇄한 후 사용함에 따라 비효소적 갈변이 발생하여 생강 첨가량이 증가할수록 L값이 감소하여 본 연구와 대조적인 결과를 보였다.

적색도인 a값의 경우 CON이 가장 높았고, 다음은 AJ1이 높았으며, AJ2, AJ3, AJ4는 이들보다 유의적인 차이 없이 감소하여($p<0.05$) 사과 분말 첨가량이 많을수록 a값은 감소하는 경향을 보였다. 마늘을 첨가한 사과잼(Kim KS & Paik SH

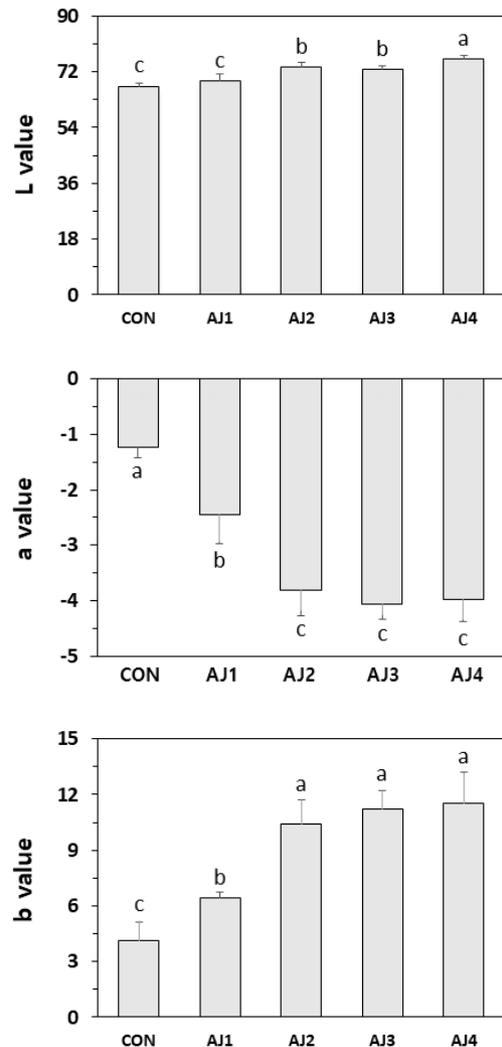


Fig. 2. Color of apple jam prepared with apple cheong and varying amount of apple powder.

CON: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0 g, AJ1: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0.25 g, AJ2: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0.5 g, AJ3: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 0.75 g, AJ4: Apple jam prepared with apple cheong 20 g and apple powder 1.0 g. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a-c} Means with different letters on the bar are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

1998)에서도 설탕 첨가량이 같을 경우 마늘 첨가량이 많을수록 a값은 낮아지는 경향을 보여 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

황색도인 b값의 경우 CON이 가장 낮았고, 다음은 AJ1이 높았으며, AJ2, AJ3, AJ4가 유사한 정도로 시료 중 가장 높았다($p<0.05$). 생강을 첨가한 사과잼의 연구(Lee SM 2014)에서는 생강 첨가량이 증가함에 따라 a값이 유의적인 차이를

보이며 감소하였다고 보고하여 본 연구와 대조적인 결과를 보였다.

시료 사과잼은 사과 분말 첨가량이 많을수록 사과 과육 고유의 밝은 연황색에 의해 L값과 b값은 증가하는 반면 a값은 감소하는 것을 알 수 있었다.

4) 총 Polyphenol

사과 분말의 함량을 달리한 사과잼의 총 polyphenol 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 페놀성 화합물들은 항산화, 항암, 콜레스테롤 저하작용 등 다양한 생리활성 기능을 가지고 있는 식물의 2차 대사산물이다(Lee SJ 등 2012). CON의 총 polyphenol 함량이 1.16 ± 0.03 mg/g(fw)로 시료 중 가장 낮았고, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 AJ4는 1.55 ± 0.01 mg/g(fw)으로 가장 높았다($p < 0.05$). 부사 품종 사과의 polyphenol 함량은 1.10~1.90 mg/g(fw) 범위이며 정량방법, 재배지역에 따라 차이가 큰 것으로 보고되었다(Whang HJ 등 2001). 한편 Lee SJ 등(2012)은 사과주스 제조 시 저온살균보다 고온살균한 경우 polyphenol 화합물이 다소 파괴되어 함량이 저하된다고 보고하였다. 이 사실로부터 polyphenol 함량을 높인 사과잼 제조를 위해서 본 연구의 비가열 제조방법은 유용한 것으로 사료되었다. 사과를 첨가한 아로니아잼의 경우 대조구의 총 polyphenol 함량은 5.14 mg/g(fw), 사과 50% 첨가구 경우 2.34 mg/g(fw)으로 사과 함

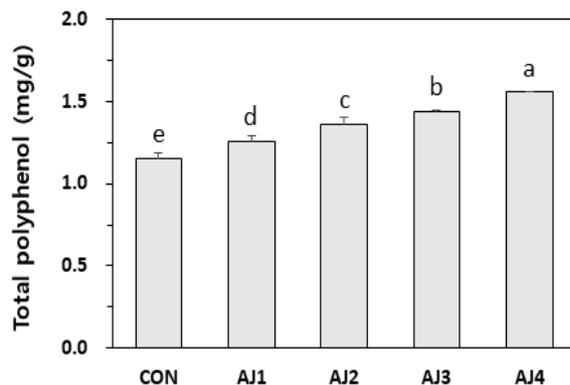


Fig. 3. Total polyphenol of apple jam prepared with apple *cheong* and varying amount of apple powder.

CON: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0 g, AJ1: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.25 g, AJ2: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.5 g, AJ3: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.75 g, AJ4: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 1.0 g. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a~c} Means with different letters on the bar are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

량이 증가함에 따라 감소하였다(Park SH 등 2016). 이는 아로니아 polyphenol 함량이 사과보다 2배 이상 높기 때문인 것으로 사료되었다.

5) 총 Flavonoid

사과 분말의 함량을 달리한 사과잼의 총 flavonoid의 측정 결과는 Fig. 4와 같다. CON이 0.45 ± 0.01 mg/g(fw)로 가장 낮았고, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 사과 분말을 가장 많이 첨가한 AJ4가 0.58 ± 0.01 mg/g(fw)으로 가장 높았다($p < 0.05$). Bang HY 등(2015)은 부사 사과의 80% 에탄올 추출물을 사용하여 polyphenol과 flavonoid 화합물을 측정한 결과 껍질>과피 근접 과육 부근>과육부분>과심부분의 순으로 높다고 보고하였다. 이 사실로부터 사과잼 제조시 껍질을 사용하면 polyphenol과 flavonoid 함량을 현저히 증가시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

6) 환원력

사과 분말의 함량을 달리한 사과잼의 환원력의 측정 결과는 Fig. 5와 같다. 환원력은 항산화작용의 여러 기작 중에서 활성산소 및 유리기에 전자를 공여하는 능력을 의미하며, 700 nm에서 ferricferricyanide(Fe^{3+}) 혼합물이 수소를 공여하여 유리 라디칼을 안정화시켜 ferrous(Fe^{2+})로 전환하는 환원력을 흡광도 값으로 나타낸다(Kim JE 등 2021). 사과 분말이

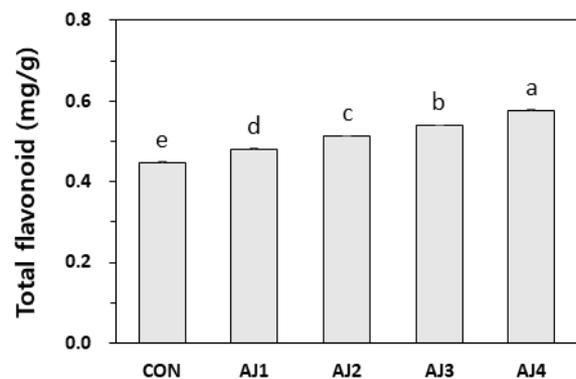


Fig. 4. Total flavonoids of apple jam prepared with apple *cheong* and varying amount of apple powder.

CON: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0 g, AJ1: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.25 g, AJ2: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.5 g, AJ3: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.75 g, AJ4: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 1.0 g. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a~c} Means with different letters on the bar are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

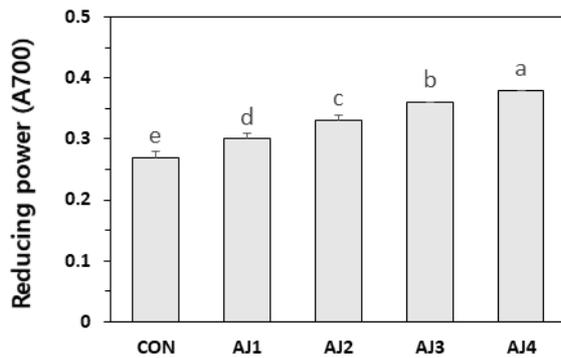


Fig. 5. Reducing power of apple jam prepared with apple *cheong* and varying amount of apple powder.

CON: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0 g, AJ1: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.25 g, AJ2: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.5 g, AJ3: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.75 g, AJ4: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 1.0 g. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a~e} Means with different letters on the bar are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

첨가되지 않은 CON의 환원력이 가장 낮았으며, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 AJ4가 가장 높았다($p<0.05$). Asale Y 등(2021)은 부사 사과의 환원력은 Granny smith 품종의 2배, Golden delicious 품종 사과의 4배 정도로 현저히 높다고 보고하였다.

7) DPPH Radical 소거능

사과 분말의 함량을 달리한 사과잼의 DPPH radical 소거능의 측정 결과는 Fig. 6과 같다. DPPH는 비교적 안정한 radical이며 항산화물질에 의해 환원되면 DPPH의 보라색이 탈색되는 원리를 이용해 페놀성 화합물의 항산화 분석에 많이 사용된다(Kim JE 등 2021). 대조구의 DPPH free radical 소거능은 65.75%로 가장 낮았고, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 AJ3과 AJ4는 각각 76.62%, 77.2%로 유의적 차이 없이 높은 결과로 나타나($p<0.05$) 환원력 결과와 유사하였다. Bang HY 등(2015)은 국내 다섯 곳에서 채배된 부사 사과의 DPPH free radical 소거 활성을 조사한 결과, 껍질부위는 82.84~90.06%, 과피 근접 과육은 26.98~57.71%, 과육은 18.89~56.73%로 껍질부위의 DPPH radical 소거 활성능이 매우 높았는데 이는 껍질에 과육보다 polyphenol과 flavonoid 함량이 현저히 많기 때문이라고 하였다. 또한 Kim MJ 등(2014)은 사과껍질의 DPPH radical 소거능은 포도, 고구마껍질 소거능보다 각각 3.12, 4.62배나 높다고 보고하였다. 이러한 결과로부터 사과를 이용한 제품 개발에

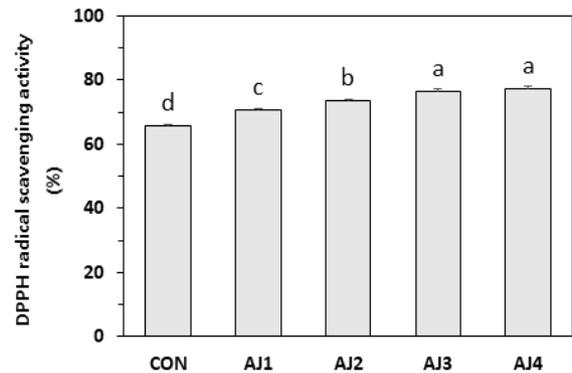


Fig. 6. DPPH radical scavenging activity of apple jam prepared with apple *cheong* and varying amount of apple powder.

CON: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0 g, AJ1: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.25 g, AJ2: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.5 g, AJ3: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 0.75 g, AJ4: Apple jam prepared with apple *cheong* 20 g and apple powder 1.0 g. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a~d} Means with different letters on the bar are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

는 과피를 첨가하는 것이 항산화능을 크게 향상시킬 수 있는 방법인 것으로 사료되었다.

요약 및 결론

본 연구는 사과 소비를 증대하고, 사과 향미와 기능성 성분 함량을 증가시키고자 사과청에 사과 분말을 첨가하여 비가열 사과잼을 개발하고 이의 품질 및 항산화 특성을 알아보았다. 시료 사과잼의 당도는 CON이 가장 높았으며, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향이었으나 AJ2, AJ3, AJ4 간에는 유의적 차이는 없었다. pH는 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 총산도의 경우 CON, AJ1, AJ2는 유사한 정도로 낮다가 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다($p<0.05$). 피침성은 CON, AJ1, AJ2가 유사하였고 사과 분말 첨가량이 높은 AJ3, AJ4에서 급격히 감소하였다. L값은 CON과 AJ1이 가장 낮았고, 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 점차 증가하는 경향이었던($p<0.05$). 적색도는 CON이 가장 높았으며 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 점차적으로 감소하는 경향이었으나 AJ2, AJ3, AJ4 간에는 유의적 차이는 없었다. 황색도는 CON가 가장 낮았으며 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향이었으나 AJ2, AJ3, AJ4 간에는 유의적 차이가 없었다. 사과잼의 총 폴리페놀, 플라보노이드, 환원력 및 DPPH 유리

라디탈 소거능은 사과 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 최종적으로 20 g의 사과청에 0.5 g의 사과분말을 첨가한 사과잼이 퍼집성이 우수하여 잼으로 이용하기에 가장 적절하였다. 이상의 결과로부터 사과청에 사과 분말을 첨가하여 사과 함량을 높임에 따라 품질과 건강기능성을 개선한 본 사과잼의 개발이 상품성이 낮아 판매가 어려운 사과의 소비촉진으로 이어져 농가 소득에 기여할 수 있는 품목이 되길 기대한다.

REFERENCES

- Arnous A, Makris DP, Kefalas P (2001) Effect of principal polyphenol components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. *J Agric Food Chem* 45(12): 5736-5742.
- Asale Y, Dessalegn E, Assefa D, Abdisa M (2021) Phytochemicals and antioxidant activity of different apple cultivars grown in south Ethiopia: Case of the Wolayta zone. *Int J Food Prop* 24(1): 354-363.
- Bang HY, Cho SD, Kim DM, Kim GH (2015) Comparison of antioxidative activities of fuji apples parts according to production region. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(4): 557-563.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci Technol* 28(1): 25-30.
- Choi SO, Kim SS, Jo WJ, Choi HD, Lee JM (2009) Preparation method of unheated apple jam. Korea Patent 10-0908142.
- Im DY, Cha GH (2019) Quality characteristics of white pan bread with apple liquid starter. *Korean J Food Cook Sci* 35(1): 45-56.
- Jeong HR, Jo YN, Jeong JH, Jin DE, Song BG, Heo HJ (2011) Whitening and anti-wrinkle effects of apple extracts. *Korean J Food Preserv* 18(4): 597-603.
- Jin TY, Heo SI, Lee WG, Lee IS, Wang MH (2008) Manufacturing characteristics and physicochemical component analysis of *bokbunja* (*Rubus coreanus* miquel) jam. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(1): 48-52.
- Kim JE, Shin JY, Yang JY (2021) Nutritional analyses and antioxidant activity of apple pomace. *J Life Sci* 31(7): 617-625.
- Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim GC, Kim KM (2013) Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. *Korean J Food Cookery Sci* 29(6): 725-731.
- Kim KK (2018) Apple Cultivation -Apple Agricultural Technology. Rural Development Administration, Jeonju. pp 45-46.
- Kim KS, Paik SH (1998) The effects on quality characteristics resulting from the use of varying amounts of garlic as additives in apple jams. *Korean J Soc Food Sci* 14(5): 553-559.
- Kim MH, Kim MH, Yun SJ, Lee BY, Lee CW, Kim BA, Jang KH, Lee JC, Surh JH (2010) Preparation and quality characterization of apple jam with *Rosa rugosa* thunb. fruit. *Korean J Food Cookery Sci* 26(4): 367-380.
- Kim MH, Maung TT, Moon DG, Ryu GH (2020) Quality characteristics of noodles with various levels of apple flour and apple concentrate. *Food Eng Prog* 24(2): 120-125.
- Kim MJ, Kim YG, Kim HS, Cheong C, Jang KH, Kang SA (2014) Effects of antioxidant activities in ethanol extract of apple peel, grape peel, and sweet potato peel as natural antioxidant. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 15(6): 3766-3773.
- Kim MY, Chun SS (2000) The effects of fructo-oligosaccharide on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J Soc Food Sci* 16(6): 530-537.
- Kim YR, Shim KY, Yoon JH, Choi SY, Koh EM (2015) Sensory characteristics of purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents. *J East Asian Soc Dietary Life* 25(4): 660-666.
- Lee GD (2020) Monitoring for rheological properties of black jam produced by black ginseng and black garlic. *Journal of the Korean Applied Science and Technology* 37(2): 183-191.
- Lee GD, Jeong YJ (1999) Optimization on organoleptic properties of red pepper jam by response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(6): 1269-1274.
- Lee SJ, Jang HL, Shin SR, Yoon KY (2012) Quality characteristics of apple juice according to the sterilization methods. *Korean J Food Preserv* 19(2): 178-184.
- Lee SM (2014) Quality characteristics of apple jam added with ginger. *Culi Sci & Hos Res* 20(2): 79-88.
- Lim JH (2011) Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with apple powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27(2): 109-121.
- Oyaizu M (1986) Studies on products of the browning reaction. Antioxidative activities of browning reaction products

- prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44(6): 307-315.
- Park JE, Kim MJ, Jang MS (2009) Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of Chinese radish (*Raphanus sativus* L.) jam. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(2): 235-243.
- Park SH, Park JH, Noh JG, Shin HM, Lee SH, Kim YH, Eom HJ (2016) Quality characteristics and antioxidant activities of aronia jams added with apple. *Korean J Food Preserv* 23(2): 180-187.
- Rho JO, Park HJ, Lee YS (2011) Quality characteristics of pear jam with added ginger powder. *Korean J Food & Nutr* 24(2): 159-165.
- Shen Y, Jin L, Xiao P, Lu Y, Bao J (2009) Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size, and weight. *J Cereal Sci* 45(1): 106-111.
- Shin KE (2020) A study on cooking method for preventing enzymatic browning of peach jam. *Culi Sci & Hos Res* 26(4): 156-166.
- Whang HJ, Han WS, Yoon KR (2001) Quantitative analysis of total phenolic content in apple. *Analytical Science & Technology* 14(5): 377-383.
- Yoon SK, Kim SH, Chung HL, Lee JJ, Huh CS, Baek YJ (2000) Anticariogenic effects of unripe apple extract. *Korean J Food Sci Technol* 32(1): 168-173.
-
- Date Received Apr. 27, 2023
Date Revised Apr. 28, 2023
Date Accepted Apr. 28, 2023