수수가루 첨가에 따른 만두피의 항산화 활성 및 품질 특성

박재희¹ · 성은정¹ · 허희진¹ · 김현주² · 정현상¹ · 이준수¹

¹충북대학교 식품생명공학과

²국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Dumpling Shell Based on the Addition of Sorghum Powder Addition

Jaehee Park¹, Eunjeong Seong¹, Huijin Heo¹, Hyun-Joo Kim², Heon Sang Jeong¹, and Junsoo Lee¹

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

²Crop Post-harvest Technology Division, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the quality characteristics and antioxidant activities of dumpling shells prepared by adding 10, 15, and 20% (w/w) sorghum powder (SP). The water-binding capacity, weight and volume of the dumpling shells decreased, and turbidity increased after cooking as the quantum of SP increased. The L and b values decreased with increasing amounts of SP, whereas a value increased. Texture analysis revealed that chewiness, gumminess, cohesiveness, and springiness increased as amount of SP increased, whereas hardness and adhesiveness decreased. A measurement of the antioxidant compounds in the dumpling shells showed that the polyphenol and flavonoid contents at 20% SP were 14.68 mg gallic acid equivalents/25 g fresh weight (FW) and 5.91 catechin equivalent/25 g FW, respectively. The DPPH and ABTS free radical scavenging activity and reducing power were the highest in the dumpling shells at 20% SP. The findings of this study indicate the feasibility of SP added dumpling shells as a health food with physiological benefits and provide evidence for introducing various health foods enhanced with the addition of SP.

Key words: sorghum, dumpling shell, antioxidant, quality, texture

서 론

냉동가공 식품이란 농산물·수산물·축산물을 제조 가공 또는 조리한 식품을 장기 보존할 목적으로 동결처리하여 포장용기에 넣고 냉동 저장하는 식품을 말하며, 원료를 가공 또는 전처리하여 조직, 맛, 신선도와 영양 성분이 변화하지 않게 급속 동결하고 -18℃ 이하에서 제품 온도를 유지한 용기 포장 식품을 지칭한다(Seo, 2016). 이 중 만두류는 육류, 채소류 등의 혼합물을 만두피 등으로 성형한 것을 말하는데 만두피 안에 다양한 만두소를 넣어 여러 품목의 제품 생산 및 판매가 이루어지고 있다. 냉동만두의 생산 규모는 2012년 3,888억 원에서 2016년 7,051억 원으로 81.4% 증가하였으며, 2014년과 2015년은 다양한 만두 신제품이 출

시되면서 양적 경쟁을 이룬 시기라면 2016년 이후부터는 만두 품질에 대한 소비자의 기대치가 높아지면서 원재료 및 맛 품질이 높은 프리미엄 제품이 확대되면서 생산 규모가 급증한 것으로 분석되어진다(Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation, 2018). 만두는 우리나라 주식류의 한 종류로 하루세끼의 식사 중 주로 점심이나 저녁에 식사대용으로 먹기도 하지만 간식 혹은 별식으로 남녀노소 구분하지 않고 즐겨 이용되고 있는 음식이다(Bok, 2008). 또한 조리의 간편성 때문에 냉동만두를 구매하는 소비자들이 많은 것으로 나타나고 있는데, 간편성과 건강성에 대한 소비자들의 욕구에 발맞추어 만두의 형태나 재료 등이 매우 다양하게 출시되고 있으며 소비자들에게 좋은 반응을 얻고 있다(Kim 등, 2009a).

Received 16 July 2021; Revised 9 September 2021; Accepted 13 September 2021

Corresponding author: Junsoo Lee, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea, E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr

Author information: Jaehee Park (Graduate student), Eunjeong Seong (Graduate student), Huijin Heo (Graduate student), Heon Sang Jeong (Professor), Junsoo Lee (Professor)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

수수(*Sorghum bicolor* L. Moench)는 외떡잎식물 벼 목에 속하며 전 세계적으로 식용과 사료로 널리 재배되는 작물이다. 원산지는 열대 아프리카로 아시아, 중미지역 및 유럽에서 가장 많이 이용되고 있다(Afify 등, 2011). 또한 밀, 벼, 보리, 옥수수 다음으로 수확량이 많은 작물로 알려져 있으며(Ryu와 Moon, 2003), 우리나라뿐만 아니라 일본, 중국, 인도, 중남미에서는 술, 과자, 떡, 엿 등의 다양한 형태로 섭취하고 있다. 수수에는 phenolic acids, flavonoids, tannins 등 항산화 활성을 가진 물질이 포함 되어있어 콜레스테롤 감소(Awika와 Rooney, 2004), 항균 활성(Kil 등, 2009), 항염증(Afify 등, 2012) 및 항암(Park 등, 2012) 등의 효과로 보고된 바 있다. 특히 수수에 많이 함유되어 있다고 알려져 있는 tannin은 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 보고되어진 바 있다(Dykes 등, 2005). 이렇듯 많은 연구에서 수수의 생리활성에 관한 연구는 활발히 진행되는데 비해 수수를 첨가하여 제조한 가공식품에 관한 연구는 미비한 실정이다. 냉동만두에서 만두피는 대부분 밀가루로만 만들거나 일부 제품은 필요에 따라 첨가물을 소량 첨가하여 품질을 개선하고 있다. 이에 만두 품질에 대한 소비자의 기대치가 높아진 만큼 만두피를 제조할 때 생리활성 효과가 있는 식재료를 첨가하여 제조하면 소비자의 건강에 도움이 되며 좋은 냉동식품을 개발할 수 있을 것으로 생각된다.

건강에 유익한 기능이 있다고 알려진 천연 소재를 첨가한 만두피의 연구를 보면 콩가루(Pyun 등, 2001), 홍어 분말(Cho와 Kim, 2008), 새우 분말(Kim 등, 2009b), 파래 분말(Park, 2010), 새송이 분말(Kang 등, 2011), 비파잎 분말(Park, 2012), 고아미가루(Kim과 Lee, 2013), 울금(Seo, 2013) 등을 첨가하여 제조한 만두피의 품질 특성에 대한 연구가 진행되고 있지만 수수가루를 만두피 제조에 활용한 연구는 없어 소비자들의 다양한 요구를 충족시킬 수 있는 만두피 개발에 대한 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 수수가 갖는 우수한 생리 기능을 활용하고자 수수가루를 첨가하여 만두피를 제조하고 물리적 품질 특성과 항산화 활성을 평가함으로써 수수의 이용분야 확대 및 다양한 기능성 만두피 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 수수는 광복영농조합법인(2019년 국내산, 청주)으로부터 구입하였고, 수수 통곡을 blender로 분쇄하여 시료로 사용하였다. 밀가루는 수입밀을 원료로 제조한 제면용 중력분(CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea)을 사용하였으며 소금은 순도 95% 이상의 정제염을 사용하였다.

수수 첨가 만두피의 제조

수수가루의 첨가 비율을 달리하여 제조한 만두피의 품질 특성을 살펴보기 위하여 예비실험을 거쳐 총 가루 분량의

Table 1. Formula of dumpling shell added with varied amounts of sorghum powder

Ingredient (g)	Samples			
	Control	SP-10	SP-15	SP-20
Flour	100	90	85	80
Sorghum powder	0	10	15	20
Salt	2	2	2	2
Water	40	40	40	40

10, 15, 20%로 결정하였으며 Table 1과 같은 배합 비율로 제조하였다. 만두피의 반죽은 밀가루 100 g에 소금 2 g, 물 40 g을 가정용 반죽기(Electric mixer, KMC550, Kenwood, Havant, UK)를 사용하여 저속에서 5분, 중간속도에서 3분 반죽 후 23°C에서 30분간 숙성시켰다. 숙성된 반죽을 국수제조기(Atlas 150, MARCATO, Modena, Italy)를 사용하여 두께 1.00 mm, 직경 6 cm의 원형 만두피를 제조하였다.

수수 첨가 만두피의 조리 특성 평가

만두피 조리 시 변화는 Kim 등(2009b)의 방법으로 측정하였다. 중량 변화는 만두피 30 g을 스테인리스 냄비에 물 300 mL를 넣고, 끓는 물에서 3분간 삶은 후 냉수에서 30초간 냉각시킨 다음 3분간 물을 뺀 뒤 만두피의 무게를 측정하였다. 만두피의 수분 흡수율은 조리 후 만두피의 중량에서 조리 전 만두피의 중량을 빼고 다시 조리 전 만두피의 중량으로 나눈 후 100을 곱하여 계산하였다. 삶은 만두피의 부피는 500 mL mass cylinder에 300 mL의 물을 채운 다음 수분 흡수율을 측정한 만두피를 시료로 mass cylinder에 넣어 증가하는 물의 부피를 측정하여 구하였다. 만두피 국물의 탁도는 고형물의 용출 정도를 나타내는 수치로서 조리를 끝낸 국물을 400 mL로 희석하여 실온에서 냉각한 후 분광광도계를 사용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하였고 그 결과는 평균값을 구하여 나타내었다.

수수 첨가 만두피의 색도 측정

만두피의 색도는 만두피를 끓는물에 넣고 3분간 삶은 뒤 물기를 제거하고 측정 용기에 담아 색차계(Chromameter CR-200, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 밝기(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값을 3회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 90.5, 1.4, 3.7이었다. 이로부터 색상을 나타내는 H(hue angle value) [$=\arctan b/a$] indicating sample color(0 or 360=red; 90=yellow; 180=green; 270=blue)] 값과 채도를 나타내는 C[chroma= $(a^2 + b^2)^{1/2}$] 값을 각각 계산하여 나타내었다.

수수 첨가 만두피의 조직감 측정

TPA(texture profile analysis) 실험은 물성측정기(TA-

Table 2. Conditions of texture analyzer for dumpling shells added with sorghum powder

Items	Operation condition
Pre test speed	3.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Distance	1.0 mm
Time	2.0 s
Trigger force	5.0 g
Compression rate	50%

XT2, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)를 이용하였다. 측정시료는 끓는물에서 삶은 후 물기를 뺀 만두피를 가로 1 cm, 세로 1 cm, 두께 1 mm로 절단하여 2겹으로 준비하였고 칼날형 프로브를 이용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess) 및 응집성(cohesiveness)을 측정하였다. 2회 반복 압착실험(two bite compression test)을 하여 조직감을 측정하였다. 측정조건은 Table 2에 나타내었으며 모두 10회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

추출물 제조

만두피의 항산화성을 알아보기로 시료 8 g과 메탄올 200 mL를 넣고 shaking incubator(VS-8480, Vision Scientific, Daejeon, Korea)를 이용하여 24시간 동안 실온에서 추출하였다. Whatman No. 2 filter paper(Whatman International, Kent, UK)를 이용하여 여과 후 완료된 추출물을 40°C 이하에서 감압 농축하였다. 농축액은 dimethyl sulfoxide(DMSO)로 재용해 후 0.22 µm 멸균 필터로 여과한 다음 냉동 보관하여 분석시료로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 이용하여 측정하였다(Zhishen 등, 1999). 각 희석된 추출물 100 µL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL와 1 N Folin-Ciocalteu's reagent 100 µL를 혼합하였다. 5분 반응 후 혼합물의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 표준물질로 0.1% gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 총 폴리페놀 함량(gallic acid equivalent, GAE)을 계산하여 mg GAE/25 g fresh weight로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Colorimetric method의 방법(Mau 등, 2002)에 의해 측정하였다. 각 시료에 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 후 6분 동안 방치하고, 10% AlCl₃·H₂O 150 µL를 넣고 5분 방치하였다. 1 M NaOH 500 µL를 가한 후 흡광도값 510 nm에 측정하였다. 표준물질로 catechin(Sig-

ma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 표준곡선을 작성한 후 각 샘플의 총 플라보노이드 함량(catechin equivalent, CE)을 계산하여 mg CE/25 g fresh weight로 나타내었다.

ABTS 라디칼 소거능 측정

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid, ABTS) 라디칼 소거능을 이용한 항산화력은 Mau 등(2002)의 방법을 변형하여 실시하였다. ABTS 7.4 mM과 potassium persulfate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 라디칼을 형성시킨 후, 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 물 흡광계수를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 라디칼 용액 1 mL에 추출물 50 µL를 가하여 60분 후에 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력(Trolox equivalent, TE)을 계산하였으며 mg TE/25 g fresh weight로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능은 Dewanto 등(2002)의 방법을 변형하여 실행하였다. 0.2 mM DPPH 용액 1 mL에 추출물 50 µL를 가하고 30분 후에 반응액의 흡광도 변화를 520 nm에서 측정하였다. Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력(Trolox equivalent, TE)을 계산하였으며 mg TE/25 g fresh weight로 나타내었다.

환원력 측정

환원력은 Mau 등(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 250 µL에 200 mM sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250 µL, 1% potassium ferricyanide(w/v) 250 µL를 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid(w/v) 250 µL를 가하였다. 위 반응액을 10,000 rpm에서 1분 동안 원심분리 하여 상등액 500 µL에 증류수 500 µL를 혼합하고 0.1% ferric chloride(w/v) 100 µL를 가하여 700 nm에서 반응액의 흡광도를 측정하였다. Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 환원력(Trolox equivalent, TE)을 계산하였으며 mg TE/25 g of dumpling shell로 나타내었다.

통계 분석

통계 분석은 SAS ver. 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 소프트웨어를 이용하여 실시하였다. 데이터 간의 유의차는 one-way ANOVA(analysis of variance)의 Duncan's multiple range test를 통해 $P < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

Table 3. Effects of sorghum powder on the cooking characteristics of dumpling shells

Samples	Weight before cooking (g)	Weight after cooking (g)	Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity (OD at 675 nm)
Control	30.00±0.1 ^a	46.85±0.3 ^a	43.67±0.6 ^a	56.18±0.8 ^a	0.08±0.004 ^c
SP-10	29.61±0.2 ^c	45.37±0.5 ^b	39.67±0.6 ^b	53.25±0.3 ^b	0.12±0.004 ^b
SP-15	29.92±0.2 ^b	44.61±0.4 ^c	38.00±1.0 ^{bc}	49.09±0.6 ^c	0.13±0.006 ^b
SP-20	29.42±0.3 ^d	43.73±0.4 ^d	38.67±0.6 ^b	48.61±0.4 ^c	0.16±0.010 ^a

Each value expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means with different letters in the same column are significant difference according to Duncan's multiple range test ($P<0.05$). Control, no sorghum powder; SP-10, 10% sorghum powder added; SP-15, 15% sorghum powder added; SP-20, 20% sorghum powder added.

결과 및 고찰

수수 첨가 만두피의 품질 특성

본 연구에서는 수수가루를 첨가하여 만두피의 향산화 활성을 증대시키고자 하였으며, 이에 따라 수수 첨가 만두피의 이화학적 품질 변화를 측정하였다(Table 3). 조리 후 수수 첨가 만두피의 중량은 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 45.37 g에서 43.73 g으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 대조구의 무게는 46.85 g이었다. 부피 또한 대조구가 43.67 mL였으며 수수가루 첨가 비율에 따라 39.67 mL에서 38.67 mL로 감소하는 경향을 나타내었다. 수분 흡수율은 대조구 56.18%에서 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 53.25%에서 48.61%로 감소하는 경향을 나타내었다. 붉은 콩가루를 첨가한 만두피의 경우 레시틴과 단백질의 보수성으로 인해 조리 특성이 높게 나타났다고 보고한 바 있는데(Pyun 등, 2001), 본 실험에서는 글루텐 단백질이 결여되어 있는 수수가루를 첨가함에 따라 보수력이 낮아 조리 특성이 변화한 것으로 판단된다(Taylor 등, 2006). 만두피의 부피는 대조군과 비교하였을 때 수수가루 10% 첨가군에서 감소하였지만 첨가군 간에는 유의차가 나타나지 않았다. 조리한 국물의 탁도는 대조군에서 0.08로 가장 낮게 나타났으며 수수가루의 첨가량이 증가할수록 탁도는 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 만두피 제조 과정에서 부재료의 첨가물이 증가할수록 고형분의 손실로 용출 성분이 증가함을 알 수 있었다. 강황 만두피(Park 등, 2014), 미나리 만두피(Park과 Kim,

2015) 및 곰취 만두피(Park 등, 2015a)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 만두피 국물의 탁도가 높게 나타났다고 보고한 바 있어서 본 연구결과와 유사하였다.

수수가루 첨가에 따른 만두피의 색도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 조리 전 수수가루 첨가 만두피의 L, a, b 값은 첨가 농도별로 각각 64.94~53.21, 15.19~16.10, 10.50~8.15로 대조구 값(89.64, 0.01, 12.60)과 유의적인 차이($P<0.05$)를 보였다. 수수가루 첨가량이 증가할수록 L, b 값은 감소하는 경향을 보인 반면, a 값은 증가하는 경향을 보였으며 첨가군 간 유의차는 나타나지 않았다. 색의 선명도를 나타내는 채도(C, chroma)는 수수가루 첨가량에 따른 유의차는 나타나지 않았으나 대조군과 비교하였을 때 유의적($P<0.05$)으로 증가하였다. H 값 또한 L, a, b 값으로부터 계산되며 H 값이 0에 가까울수록 붉은색, 90에 가까울수록 노란색, 180에 가까울수록 초록색, 그리고 270에 가까울수록 파란색을 나타내게 된다. 대조군의 H 값은 89.93으로 노란색에 가깝고 첨가군은 34.64~26.84로 첨가량이 증가할수록 붉은색에 가까워짐을 확인할 수 있었다. 조리 후 대조구 및 수수가루 첨가 만두피의 L, a, b 값은 조리 전 만두피보다 모두 낮게 나타났으며, H 값과 C 또한 전체적으로 낮아져 붉은색에 가까워지고 선명함이 감소되었음을 알 수 있었다. 본 연구에 사용된 수수의 종피가 붉은색을 띠기 때문에 첨가량이 증가할수록 a값은 증가하고 L 값 및 b 값이 감소하는 것을 확인하였으며, 메수수가루 첨가 생면(Kim 등, 2013), 수수가루 첨가 수연소면(Song 등, 2018)의 연구결과와 유

Table 4. Influence of sorghum powder on the color of different wet and cooked dumpling shells

Samples		L-value (lightness)	a-value (redness)	b-value (yellowness)	H (hue angle value)	C (chroma)
Wet dumpling shell	Control	89.64±0.7 ^a	0.01±0.1 ^c	12.60±0.4 ^a	89.93±0.4 ^a	12.60±0.4 ^b
	SP-10	64.94±0.4 ^b	15.19±0.2 ^b	10.50±0.2 ^b	34.64±0.7 ^b	18.47±0.2 ^a
	SP-15	57.42±0.5 ^c	16.00±0.2 ^a	8.89±0.5 ^c	29.06±1.3 ^c	18.31±0.3 ^a
	SP-20	53.21±0.4 ^d	16.10±0.0 ^a	8.15±0.1 ^d	26.84±0.3 ^d	18.05±0.1 ^a
Cooked dumpling shell	Control	85.50±1.2 ^a	1.14±0.7 ^c	11.50±0.6 ^a	84.46±3.4 ^a	11.57±0.7 ^d
	SP-10	64.93±1.0 ^b	13.86±0.2 ^b	4.79±0.2 ^b	19.05±0.9 ^b	14.67±0.1 ^c
	SP-15	54.84±1.5 ^c	14.78±0.7 ^{ab}	5.04±0.5 ^b	18.88±2.3 ^b	15.62±0.5 ^b
	SP-20	52.20±0.6 ^d	15.67±0.2 ^a	4.97±0.2 ^b	17.59±0.9 ^b	16.44±0.2 ^a

Each value expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means with different letters in the same column are significant difference according to Duncan's multiple range test ($P<0.05$). Control, no sorghum powder; SP-10, 10% sorghum powder added; SP-15, 15% sorghum powder added; SP-20, 20% sorghum powder added.

Table 5. Texture attributes of cooked dumpling shell with sorghum powder

Samples	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness (G)	Adhesiveness (g ^s)	Springiness
Control	31.24±8.4 ^b	36.84±7.3 ^a	0.34±0.1 ^b	107.24±11.0 ^a	-29.40±6.5 ^a	0.84±0.1 ^b
SP-10	39.48±6.5 ^a	43.21±5.5 ^a	0.45±0.1 ^a	96.05±6.8 ^b	-48.32±5.0 ^b	0.91±0.1 ^a
SP-15	33.25±5.1 ^{ab}	38.83±4.4 ^a	0.45±0.1 ^a	85.67±6.6 ^c	-62.48±5.9 ^c	0.85±0.1 ^{ab}
SP-20	37.29±9.3 ^{ab}	41.45±8.7 ^a	0.49±0.1 ^a	84.87±10.8 ^c	-52.41±9.1 ^b	0.89±0.1 ^{ab}

Each value expressed as the mean±standard deviation (n=10).

Means with different letters in the same column are significant difference according to Duncan's multiple range test ($P<0.05$). Control, no sorghum powder; SP-10, 10% sorghum powder added; SP-15, 15% sorghum powder added; SP-20, 20% sorghum powder added.

사하였다.

수수가루 함량을 달리하여 제조한 만두피의 조리 후 조직감 특성은 Table 5와 같다. 측정된 경도는 대조군이 107.24±11.0 G로 나타났고, 수수가루 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 매생이 분말(Park 등, 2015b), 발아약콩가루(Han과 Han, 2011), 새송이 분말(Kang 등, 2011)과 같이 부재료의 첨가량 증가에 따라 조리 후의 경도는 감소한다는 보고와 같다. 그러나 마가루(Park과 Cho, 2006), 자색고구마(Lee와 Yoo, 2012), 비트(Kim 등, 2015)를 첨가한 국수의 품질 특성 연구에서는 부재료의 첨가량 증가에 따라 경도가 증가한다고 보고하여 본 연구와 반대의 결과를 나타냈다. 부재료의 첨가에 따른 경도의 증가 및 감소는 첨가물의 종류 및 다양한 특성에 따른 차이에 기인되는 것으로 사료된다(Hwang 등, 2019). 탄력성, 씹힘성, 검성, 응집성은 대조군에서 가장 낮은 값(0.84, 31.24, 36.84, 0.34)을 나타내었고 수수가루 첨가군에서 모두 증가하는 것을 확인할 수 있었지만, 첨가군의 함량에 따라 유의차는 나타나지 않았다. 부착성은 대조군이 -29.4 g^s로 가장 높았으며 수수가루를 첨가하였을 때 감소함을 보였다. 탄력성과 씹힘성, 검성은 10%의 수수가루 첨가군에서 증가하였다가 15%의 수수가루 첨가군에서 낮아져 대조군과 유사해지는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구결과, 수수가루 첨가량에 따

라 경도와 부착성은 감소한 반면 탄력성, 씹힘성, 검성, 응집성은 모두 첨가군의 함량에 따라 유의차가 나타나지 않으나 대조군과 비교하였을 때 증가하였으므로 적당량의 수수가루 첨가 비율을 조절하여 제품 특성에 맞는 만두피의 품질을 유지할 수 있을 것이라 판단된다.

수수첨가 만두피의 항산화 활성

천연물의 폴리페놀에 존재하는 다수의 히드록실기(-OH)는 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성을 가지고 있어 체내에 갖고 있는 활성산소를 해가 없는 물질로 바꾸어주는 효과가 뛰어나 다양한 질병에 대한 위험도를 낮춰준다(Urquiaga와 Leighton, 2000). 따라서 항산화 물질 함량이 높다고 알려지는 수수를 첨가하여 제조한 만두피 조리 전, 후의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드의 함량은 Fig. 1A와 같다. 조리전의 경우에는 수수 첨가량이 증가함에 따라 8.03~14.68 mg GAE/25 g fresh weight 범위에서 증가하는 경향을 나타내었다. 조리 후의 수수 첨가군은 5.24~8.85 mg GAE/25 g fresh weight으로 10~20% 첨가군 모두에서 유의적($P<0.05$)으로 증가하였지만 조리 전보다 감소하였다. 수수가루를 첨가하여 제조한 만두피의 조리 전, 후의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 1B와 같으며 첨가군 모두에서 유의적($P<0.05$)으로 증가하고 조리 후 감소하는 총 폴리페놀 함량과

Fig. 1. Total polyphenol contents and flavonoid contents of dumpling shells added with sorghum powder before and after cooking. (A) Total polyphenol contents of the dumpling shell with sorghum powder. (B) Total flavonoid contents of the dumpling shell with sorghum powder. Each value expressed as the mean±standard deviation (n=3). Means with different letters above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$). Control, no sorghum powder; SP-10, 10% sorghum powder added; SP-15, 15% sorghum powder added; SP-20, 20% sorghum powder added. FW: fresh weight.

같은 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 조리 후의 항산화 성분 및 항산화 활성이 감소한 발아현미 첨가 국수(Kong과 Lee, 2010)의 연구결과와 유사하였다. 조리 전과 조리 후에 있어 차이가 나타나는 이유는 수수에 함유되어 있는 색소 등의 항산화 성분들이 조리 과정에서의 침지로 색소 등의 성분들이 용출되었기 때문으로 생각된다. 또한 수수의 거가 껍질이나 낱알보다 높은 함량의 항산화 성분을 함유하고 있다는 기존 연구결과에 따라(Woo 등, 2010) 만두피 제조에 사용한 수수가루가 통곡이었으며 유색수수 종피 부분에 축적된 항산화 성분이 도정으로 껍이 나가지 않고 남아있어 수수가루의 첨가량이 10~20% 수준이었음에도 만두피 중 phenolic compound의 증가가 농도에 따라 뚜렷한 것으로 생각된다.

ABTS 및 DPPH 라디칼을 이용한 항산화력은 Trolox를 표준물질로 이용하여 mg Trolox equivalent antioxidant capacity/25 g fresh weight으로 산출하였으며, 첨가량에 따른 항산화 능력 측정결과를 Fig. 2에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 조리전의 대조구가 0.80 mg TE/25 g of dumpling shell이었으며, 수수가루 첨가량에 따라 1.37~4.38 mg TE/25 g fresh weight으로 증가하였다. 또한 조리 후는 대조구가 0.59 mg TE/25 g fresh weight, 수수가루 첨가량에 따라 1.04~2.54 mg TE/25 g fresh weight으로 증가하였다(Fig. 2A). ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과, 조리 전 첨가군은 수수가루 함량에 따라 3.03~7.33 mg

TE/25 g fresh weight으로 증가하였고 조리 후의 결과값 또한 첨가군의 수수가루 함량에 따라 2.43~5.00 mg TE/25 g fresh weight으로 증가하였다. 각 샘플의 조리 후 라디칼 소거능은 조리 전보다 모두 감소함을 확인할 수 있었고 첨가량에 따라 유의적($P<0.05$)으로 증가하였다(Fig. 2B). 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 증가하여 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였다고 판단되며, DPPH 라디칼 소거능은 페놀성 물질에 의한 산화방지 작용의 지표로서 환원력이 큰 물질일수록 전자공여능이 높아진다고 알려진바 있다(Shin 등, 2005). 본 연구에서도 수수가루 첨가로 인한 총 페놀 함량 증가와 라디칼 소거능에 있어 상관관계가 있다고 예상한다.

Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 환원력을 계산한 결과를 Fig. 2C에 나타내었다. 조리 전 대조군(0.10 mg Trolox/25 g fresh weight)에 비해 첨가군은 수수가루 함량에 따라 1.09~4.10 mg Trolox/25 g fresh weight으로 유의적($P<0.05$)으로 함량이 증가하였고, 조리 후 대조군(0.10 mg Trolox/25 g fresh weight)에 비해 수수가루 첨가에 따라 0.60~2.77 mg Trolox/25 g fresh weight으로 유의적($P<0.05$)으로 증가하는 값을 나타내었다. 본 실험결과 대조군, 첨가군에 있어 모두 조리 후 Trolox의 함량은 감소하였지만 첨가량이 증가할수록 환원력이 증가함을 확인할 수 있었다. 아울러 어떤 물질의 항산화 활성의 중요한 척도가 되는 환원력은 항산화 활성이 높을수록

강화되는 밀접한 관계를 나타내고 수수가루 첨가량이 증가할수록 환원력을 증진시키는 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 생리활성 기능을 가진 수수를 이용하여 수수가루 첨가에 따른 만두피의 품질 특성 및 항산화 활성에 대해 알아보았다. 수수가루를 10, 15, 20%로 함량을 달리하여 만두피를 제조한 결과 조리 특성의 경우 수수가루를 첨가한 만두피는 대조군에 비해 조리 후 중량, 수분 흡수율, 부피가 모두 낮게 나타났으며 조리 후 탁도는 대조군에 비해 수수가루 첨가군에서 증가하였다. 수수가루 첨가 만두피의 품질 특성을 조사한 결과, 색도는 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 명도(L 값)와 황색도(b 값)는 감소하는 경향을 보였으며 적색도(a 값)는 증가하였다. 만두피의 조직감은 수수가루 첨가군에서 씹힘성, 검성, 응집성, 탄력성이 높아졌으며 경도와 부착성은 감소하는 경향을 나타냈다. 수수 첨가 만두피의 항산화 활성을 조사한 결과 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 모두 수수 첨가 비율 20%에서 각각 14.68 mg GAE/25 g FW, 5.91 mg CE/25 g FW로 가장 높은 함량을 나타내었다. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능, 환원력 역시 마찬가지로 수수 첨가 비율 20%에서 각각 4.38 mg TE/25 g FW, 7.33 mg TE/25 g FW, 4.09 mg TE/25 g FW로 가장 높은 활성을 나타내었다. 결론적으로 만두피의 제조에 있어 수수가루 첨가는 만두피의 품질 특성 및 항산화 활성을 향상시켜 우수한 만두피를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청(Rural Development Administration) 연구비 지원(과제번호 PJ01415004)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Afify AEMMR, El-Beltagi HS, El-Salam SM, Omran AA. Bioavailability of iron, zinc, phytate and phytase activity during soaking and germination of white sorghum varieties. *PLoS One*. 2011. 6:e25512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025512>
- Afify AEMMR, El-Beltagi HS, El-Salam SM, Omran AA. Biochemical changes in phenols, flavonoids, tannins, vitamin E, β -carotene and antioxidant activity during soaking of three white sorghum varieties. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2012. 2:203-209.
- Awika JM, Rooney LW. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*. 2004. 65: 1199-1221.
- Bok HJ. The a literary investigation on mandu (dumpling) – Types and cooking methods of Mandu (dumpling) during the Joseon era (1400's ~ 1900's) –. *Korean J Food Cult*. 2008. 23: 273-292.
- Cho HS, Kim KH. Quality characteristics of *Mandupi* with skate (*Raja kenojei*) flour. *Korean J Food Cult*. 2008. 23:252-257.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem*. 2002. 50:4959-4964.
- Dykes L, Rooney LW, Waniska RD, Rooney WL. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. *J Agric Food Chem*. 2005. 53:6813-6818.
- Han SM, Han JA. Preparation and characterization of wet noodle containing germinated small black bean flour. *Korean J Food Sci Technol*. 2011. 43:597-602.
- Hwang HJ, Park HN, Lee SJ. Quality characteristics and antioxidant activities of wet noodle added with seunggumcho (*Angelica gigas* N Leaf) powder. *Korean J Food Sci Technol*. 2019. 51:120-126.
- Kang BH, Shin EJ, Lee SH, Lee DS, Hur SS, Kim SH, et al. Quality characteristics of dumpling shell containing *Pleurotus eryngii* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011. 40:570-574.
- Kil HY, Seong ES, Ghimire BK, Chung IM, Kwon SS, Goh EJ, et al. Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. *Food Chem*. 2009. 115:1234-1239.
- Kim HA, Lee KH. The quality characteristics of *Mandupi* added with *Goami* powder. *J East Asian Soc Diet Life*. 2013. 23:98-106.
- Kim HY, Ko JY, Kim JI, Jung TW, Yun HT, Oh IS, et al. Quality and antioxidant activity of wet noodles supplemented with non-glutinous sorghum powder. *Korean J Food Sci Technol*. 2013. 45:521-525.
- Kim JY, Kim KB, Park IS. Perceptions of *Mandu* and usage behaviors by *Mandu* type. *J East Asian Soc Diet Life*. 2009a. 19:690-702.
- Kim KH, Park BH, Cho YJ, Kim SR, Cho HS. Quality characteristics of shrimp flour added dumpling shell. *Korean J Food Cult*. 2009b. 24:206-211.
- Kim MJ, Park JE, Park SH, Han JS, Choi JH, Lee H. Quality characteristics of noodles supplemented with dried *Beta vulgaris* L. root powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2015. 44:302-306.
- Kong S, Lee J. Quality characteristics and changes in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2010. 39: 274-280.
- Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation. 2018 processed food segmented market status report-frozen food market. 2018 [cited 2021 Jun 16]. Available from: <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3083>
- Lee JS, Yoo SS. Quality characteristics of wet noodles added with purple sweet potato powder. *J East Asian Soc Diet Life*. 2012. 22:489-496.
- Mau JL, Lin HC, Chen CC. Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. *J Agric Food Chem*. 2002. 50:6072-6077.
- Park BH, An SA, Cho HS. Quality characteristics of *Mandupi* added with *Curcuma aromatica* powder. *Korean J Food Cult*. 2014. 29:348-354.
- Park BH, Cho HS. Quality characteristics of dried noodle made with *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Food Cook Sci*. 2006. 22:173-180.
- Park BH, Ju SM, Cho HS. Effect of *Enteromorpha intestinalis* powder addition in the quality of dumpling shell. *Korean J Food Preserv*. 2010. 17:814-819.
- Park BH, Kim SJ, Cho HS. Study on quality characteristics of *Mandupi* added with *Ligularia fischeri* powder. *Korean J Food Preserv*. 2015a. 22:475-481.
- Park BH, You MJ, Cho HS. Quality characteristics of dried noo-

- dle containing *Capsosiphon fulvescens* powder. J East Asian Soc Diet Life. 2015b. 25:300-308.
- Park GS, Kim JY. Quality characteristics of dumpling shell added with dropwort powder. Korean J Food Preserv. 2015. 22: 197-203.
- Park ID. Quality characteristics of dumpling shells containing loquat leaf powder. J East Asian Soc Diet Life. 2012. 22:795-801.
- Park JH, Darvin P, Lim EJ, Joung YH, Hong DY, Park EU, et al. *Hwanggeumchal sorghum* induces cell cycle arrest, and suppresses tumor growth and metastasis through Jak2/STAT pathways in breast cancer xenografts. PLoS One. 2012. 7: e40531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040531>
- Pyun J, Nam H, Woo I. A study on the characteristics of Mandu-pi differing in roasted soy flour content. Korean J Food Nutr. 2001. 14:287-292.
- Ryu SH, Moon GS. Antioxidative and antiaging effects of dietary yellow and black soybean in rats. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2003. 32:591-597.
- Seo JS. Quality characteristics of a dumpling shell with *Curcuma longa* L. powder added. Korean J Food Preserv. 2013. 20:621-627.
- Seo YH. The current status and perspectives of frozen dumpling market. Food Preserv Proc Ind. 2016. 15:8-12.
- Shin JH, Lee JY, Ju JC, Lee SJ, Cho HS, Sang NJ. Chemical properties and nitrite scavenging ability of citron (*Citrus junos*). J Korean Soc Food Sci Nutr. 2005. 34:496-502.
- Song MS, Choi AY, Kim MY, Lee YJ, Oh H, Woo KS, et al. Quality characteristics and antioxidant activity of Sooyeon noodles supplemented with sorghum powder. Korean J Food Sci Technol. 2018. 50:486-491.
- Taylor JRN, Schober TJ, Bean SR. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. J Cereal Sci. 2006. 44:252-271.
- Urquiaga I, Leighton F. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. Bio Res. 2000. 33:55-64.
- Woo KS, Seo MC, Kang JR, Ko JY, Song SB, Lee JS, et al. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the methanolic extracts from milling fractions of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). J Korean Soc Food Sci Nutr. 2010. 39: 1695-1699.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 1999. 64:555-559.