

수수가루 첨가 수연소면의 품질특성과 산화방지 활성

송명섭¹ · 최아영² · 김민영¹ · 이운정¹ · 오현아¹ · 우관식³ · 이준수¹ · 정헌상^{1,*}

¹충북대학교 식품생명공학과, ²(주)강식품, ³농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부

Quality characteristics and antioxidant activity of Sooyeon noodles supplemented with sorghum powder

Myeong Seob Song¹, Ah Young Choi², Min Young Kim¹, Yoon Jeong Lee¹, Hyunah Oh¹,
Koan Sik Woo³, Junsoo Lee¹, and Heon Sang Jeong^{1,*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

²Kang food Co.

³Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

Abstract This study investigated the qualitative characteristics of Sooyeon noodles supplemented by sorghum powder at concentrations of 10, 15, 20, and 25%. L- and b-values of Sooyeon noodles decreased while its a-value was significantly increased by the addition of sorghum powder. Additionally, sorghum powder increased the weight, volume, and water uptake of noodles. Turbidity as well as cooking loss of cooked noodles decreased significantly due to the addition of sorghum powder. Increasing concentration levels of sorghum powder resulted in an increase in the hardness of cooked noodles, which was in the range of 1,236-1,932 g, and a decrease in tension, which was in the range of 152-105 g. The same trend was observed in the dough production process. Sooyeon noodles with 25% sorghum powder yielded the highest total polyphenol content (3.668 GAE mg/g) and flavonoid content (1.893 CE mg/g). DPPH and ABTS radical scavenging activities increased linearly to 0.704 and 0.815 AA mg/g, and 0.355 and 0.935 AA mg/g, respectively.

Keywords: sorghum (*Sorghum bicolor*), sooyeon noodle, antioxidant activity, quality characteristic

서론

국수는 우리나라에서 예로부터 경사스러운 일이 있을 때나 건강 장수를 기원하고자 할 때 섭취해 왔고, 세계적으로 널리 분포되어 있는 분식형 식품이다(Oh 등, 2010). 국내에서는 밀가루에 한정하지 않고 영양학적 가치가 높고 다양한 기능을 갖는 제면 원료들에 따라 많은 연구가 이루어지고 있다. 식품공전에 의하면 건면류, 파스타류, 생면류, 숙면류, 즉석면류 등의 제품류로 분류하고 있다(Park과 Cho, 2004). 이러한 면류에 대한 선호도 증가를 충족시키기 위해 다양한 종류의 면류가 개발되고 있으며, 녹차(Park 등, 2003), 칩(Lee 등, 2000) 등의 재료를 첨가한 국수의 제면특성에 관한 연구가 진행되어 왔다.

수수(*Sorghum bicolor*)는 외떡잎식물로 벼목 화분과에 속하는 한해살이풀로 북아프리카와 아시아에 걸쳐서 식용으로 재배되고 있다(Kim 등, 2012). 원산지는 열대 아프리카로 가뭄 방지 작물이라고 불릴 정도로 건조한 환경에서 잘 자라는 특징을 가지고 있으며, 세계에서 밀, 벼, 보리, 옥수수 다음으로 수확량이 많

은 작물로 알려져 있다(Ryu 등, 2006). 수수의 주요 생리활성 성분으로는 타닌, 페놀산, 안토시아닌, 식물스테롤, 폴리코사놀 등(Awika 등, 2003; Dykes과 Rooney, 2006)이 있으며, 특히 수수에 많이 함유되어 있다고 알려져 있는 타닌은 산화방지 활성에 영향을 미치는 것으로 보고되어진 바 있다(Dykes 등, 2005).

수연소면은 일반 국수와는 달리 숙성하여 손으로 늘린 것으로 써 면발이 가늘고 부드러우며, 삶은 후 오랜 시간이 경과하여도 퍼지지 않고 쫄깃쫄깃한 맛을 내는 장점이 있다. 여러 차례에 걸쳐서 숙성하고 손으로 늘려 제조함으로써 면발이 부드럽고 탄력성이 좋으며 밀가루의 이취가 없고 소화가 잘되는 장점이 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 수연소면에 대한 기존의 연구보고나 관련연구는 전무한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 산화방지 성분 및 생리활성 기능이 우수한 것으로 알려져 있는 수수가루의 첨가 정도를 달리하여 수연소면을 제조하여, 수수가루 첨가량에 따른 품질 특성과 산화방지 활성을 분석하여 소비자 기호에 맞는 건강식품으로서 수수가루를 첨가한 수연소면의 개발 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

수연소면 제조

본 연구에 사용된 수연소면은 (주)강식품(Eumseong, Korea)에서 Fig. 1과 같은 방법으로 수입밀을 원료로 제조한 중력분(CJ CheilJedang Corp., Seoul, Korea), 수수가루(Sosegol Agricultural Corp, Danyang, Korea), 소금(Hanju Salt, Ulsan, Korea)을 이용하

*Corresponding author: Heon Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea
Tel: +82-43-261-2570
Fax: +82-43-271-4412
E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr
Received May 24, 2018; revised August 24, 2018;
accepted September 18, 2018

여 밀가루 60 kg, 물 38 L, 소금 2 kg의 비율로 혼합하여 제조하였고, 수수가루를 밀가루의 10, 15, 20 및 25%로 대체하였으며, 다음과 같이 제조하였다. 재료를 혼합하고 반죽하여 1차 숙성을 하고 압축한 다음 2차 숙성하고 1차 성형 후 3차 숙성한다. 2차 성형 후 4차 숙성하고 1차 감기(spooling)를 진행한다. 5차 숙성하고 2차 감기(spooling)하며 6차 숙성한다. 3차 감기(spooling)하여 7차 숙성하고 1차 늘림 한다. 8차 숙성하여 2차 늘림하고 9차 숙성을 진행한다. 각각의 숙성시간은 20분 및 25°C로 하였으며, 만들어진 면은 25°C에서 건조하고 0.2 mm 두께와 19 cm 길이로 자른 뒤 포장하여 제조하였다.

추출물 제조

산화방지 실험을 위한 추출물의 제조는 분쇄기(Kyeong Chang Machinery Co. Ltd., Seoul, Korea)로 분쇄한 수연소면 10 g에 80% 메탄올 50 mL을 가하여 초음파 추출장치(SD-350H, Seong Dong, Seoul, Korea)로 1시간씩 3회 반복 추출한 다음 감압여과하고 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 40°C에서 용매를 완전히 제거시킨 다음 일정량의 증류수로 정용한 다음 냉동건조(Modulyod-115, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)하여 -20°C에 보관하면서 산화방지 성분 및 활성 분석용 시료로 사용하였다.

성분분석

본 실험에 사용된 밀가루와 수수가루의 성분은 다음과 같은 방법으로 분석하였다. 수분함량은 105°C의 상압가열건조법, 조회분은 550°C의 직접회화법, 조단백질함량은 마이크로켈달법을 이용하여 켈달 분해장치(2020 Digester, FOSS Tecator, Hillerod, Denmark)와 켈달증류장치(Kjeltecm 2300, FOSS Tecator, Hillerod, Denmark)를 사용하여 조단백질의 함량을 자동분석 하였다. 글루텐 함량은 각각의 밀가루 25 g에 물 15 mL를 혼합하여 글루텐을 발전시킨 후 27°C의 미지근한 물에 30분간 침지시킨 후, 흐르는 물에서 모든 용해성 물질을 완전히 제거하였다. 젖은 글루텐의 표면에 수분이 없을 때 전자저울로 무게를 측정하였다. 건조 글루텐은 젖은 글루텐을 오븐에서 윗불 210°C, 밑불 200°C로 25분간 구워서 무게를 측정하였으며, 젖은 글루텐과 건조 글루텐의 함량은 다음 공식에 의해서 %로 나타내었다.

$$\text{Gluten (\%)} = \frac{\text{Gluten (g)}}{\text{Flour sample (g)}} \times 100\%$$

밀가루 및 수수가루의 녹말은 알칼리 침지법을 응용하여 시료 2 g을 증류수 20 mL와 1% 수산화소듐을 혼합하여 상층액 제거를 반복하여 분리하였으며(Yamamoto 등, 1973), 분리된 녹말로부터 아밀로오스 및 아밀로펙틴 함량을 AACCB방법(Juliano, 1985)으로 분석하였다. 즉 분리한 녹말 시료(10 mg)에 95% 에탄올 1 mL와 1 N 수산화소듐 9 mL를 첨가 용액을 첨가하여 호화시킨 후 100 mL로 정용하여 이 용액 5 mL를 취하였으며, 1 N 아세트산 1 mL와 아이오딘 용액 2 mL를 첨가 후 100 mL 정용 후 5분간 방치 한 뒤 625 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아밀로펙틴 함량은 아밀로오스 함량을 구한 후 녹말의 함량에서 아밀로오스 함량을 뺀 값을 아밀로펙틴의 함량으로 하였다.

조리 특성

조리특성은 Kim(2002)의 방법을 응용하여 건면 20 g을 끓는 증류수 240 mL에 넣고 4분간 삶은 후에 국수의 중량, 부피, 조리액의 탁도를 측정하였다. 중량은 삶은 국수를 찬물에서 30초간 냉각 한 후에 2분간 물을 뺀 후 표면의 물기를 제거한 후에 국

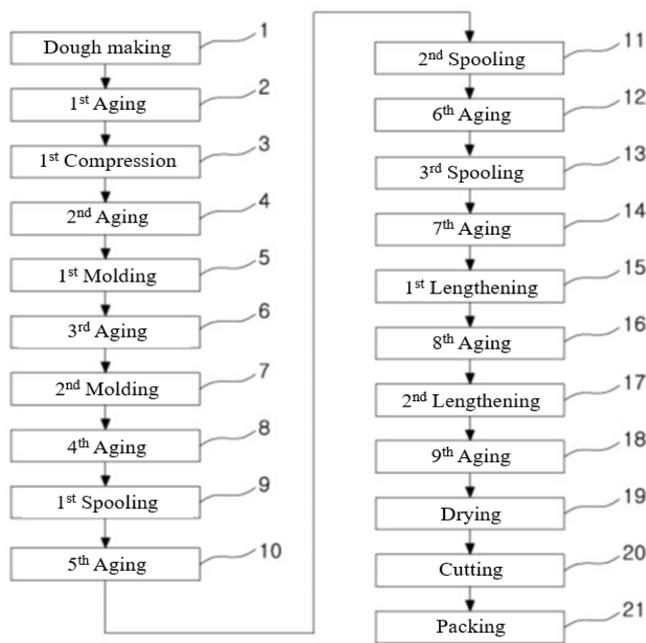


Fig. 1. Process flow diagram of Sooyeon noodles with sorghum powder.

수의 무게를 측정하였다. 부피는 500 mL 메스실린더에 200 mL의 증류수를 채운 후에 삶아서 물기를 제거한 국수를 넣어 증가하는 물의 부피를 국수의 부피로 측정하였다. 조리면의 수분흡수율은 조리면의 중량과 초기시료의 중량과의 차이값을 건면의 중량으로 나눈 값을 백분비율(%)로 표시하였다. 국물의 탁도는 조리액의 총 부피를 400 mL로 희석한 다음에 조리액의 탁도를 675 nm에서 흡광도로 측정하였다. 용출고형물의 양은 국수를 제거한 뒤에 비커에 남은 조리액을 증발시킨 다음에 비커에 잔존하는 고형물의 무게로 측정하였다. 조리손실은 용출고형물의 무게를 초기시료의 무게로 나누어 백분비율(%)로 표시하였다.

색도 측정

건면 및 조리 후 면의 색도는 색차계(CM-3500d, KONICA MINOLTA, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였다.

경도 및 인장력 측정

경도 및 인장력 측정은 수연소면의 제조과정(Fig. 1) 중 9, 11, 13, 15, 및 17번 공정에서 만들어진 건면과 조리 후 면을 5 cm로 절단하여 시료로 사용하였다. 경도 및 인장력은 레오미터(FUDOH RHRO METER RT-2020 D.D, Rheo Tech Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였으며, 경도측정은 테이블 속도 5 cm/min로 20 mm cylindrical aluminum probe를 이용하여 2 mm 눌러 측정하였다. 인장력 측정은 테이블 속도 30 cm/min으로 noodles tensile rig를 어댑터와 테이블에 연결하고 수연소면을 noodles tensile rig 양쪽에 연결하여 측정하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

수수가루가 첨가된 수연소면의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(2002)의 방법을 변형하여 사용하였으며 폴리시오칼토 시약 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 폴리브틴 정색으

로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 즉 각 추출물 100 μ L에 2% 탄산소듐 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방한 다음, 0.5 M 폴린 시오칼도 시약 100 μ L를 첨가 후 실온에서 30분 반응한 다음 분광계(UV-1600, Shimadzu, Columbia, MD, USA)를 사용하여 750 nm에서 반응액의 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질로 갈산(Sigma-Aldrich., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 보정선을 작성하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

수수가루가 첨가된 수연소면의 총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등(1999)의 방법을 변형하여 분석하였다. 폴리페놀 분석을 위한 추출물 250 μ L에 증류수 1 mL와 5% 아질산나트륨 75 μ L를 가한 다음 5분 후 10% 염화알루미늄수화물 150 μ L를 가하여 6분간 방치하고 1 M NaOH 500 μ L를 가하였다. 11분 후 반응액의 흡광도를 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin hydrate (Sigma-Aldrich)를 사용하여 보정선을 작성하였다.

ABTS cation decolorization assay에 의한 총 산화방지력 측정

수수가루가 첨가된 수연소면의 총 항산화력은 ABTS cation decolorization assay 방법(Choi 등, 2006)을 사용하여 측정하였다. 7.4 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic-acid) (ABTS, Sigma-Aldrich)와 2.6 mM potassium persulphate를 하루 동안 암소에서 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 735 nm에서 흡광도 값이 1.4가 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 / M \cdot cm$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 60분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 엘아스코브산(L-ascorbic acid, AA, Sigma-Aldrich)를 동량 첨가하였다.

DPPH 라디칼 소거능/제거능 측정

수수가루가 첨가된 수연소면의 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Hwang 등(2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 0.2 mL에 0.2 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Sigma-Aldrich., St. Louis, MO, USA) 용액 0.8 mL를 가하여 실온에서 60분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 전자공여능은 시료첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 mg 아스코브산 eq/g으로 표현하였다.

통계분석

모든 분석은 3회 반복 측정하였으며, mean \pm SD로 표현하였다.

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 각 처리군의 평균과 표준편차를 산출하고 던컨 시험을 이용하여 95% 신뢰구간에서 유의수준을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

밀가루 및 수수가루의 일반성분은 Table 1과 같다. 수분함량은 밀가루가 13.23%로 수수가루 9.27%보다 높게 나타났으며, 조회분은 수수가루가 1.69%로 밀가루 0.44%보다 높았다. 조단백 함량은 밀가루가 11.17%, 수수가루가 10.57%로 유사하였다. 밀가루의 글루텐 함량은 습글루텐이 16.20%, 건글루텐이 10.71%로 나타났지만, 수수가루의 글루텐함량은 측정되지 않았다. 밀가루 및 수수가루의 녹말 함량은 각각 64.60 및 68.20으로 나타났으며, 분리된 녹말로 측정된 아밀로오스 및 아밀로펙틴 함량은 밀가루가 각각 22.37 및 41.23%로 나타났으며 수수가루는 24.31 및 45.69%로 나타났다. 이러한 결과는 우리밀과 수입밀의 수분함량은 각각 11.5-13.6% 및 13.3-14.2% 범위이며, 단백질 함량은 각각 11.1-13.2% 및 8.7-9.5% 범위였다고 보고한 Kwak 등(2017)의 연구와 유사하였으며, 수수의 조단백질과 조회분 함량이 각각 10.98 및 1.13% 이었다는 Lee 등(2010)의 결과와도 일치하였다.

수수가루 첨가 수연소면의 조리특성

수수가루 함량을 달리 첨가하여 제조한 수연소면의 조리 후 중량, 부피, 수분흡수율, 국물의 탁도 및 조리손실률의 결과는 Table

Table 1. Compositions of wheat flour and sorghum powder
(Unit: %, Dry basis)

| Component (%) | Wheat flour | Sorghum powder |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Moisture | 13.23 \pm 0.00 ¹⁾ | 9.27 \pm 0.01 |
| Ash | 0.44 \pm 0.03 | 1.69 \pm 0.07 |
| Crude protein | 11.17 \pm 0.23 | 10.57 \pm 0.44 |
| Wet gluten (dry gluten) | 16.20 \pm 0.80 (10.71 \pm 0.29) | ND ²⁾ |
| Amylose | 22.37 \pm 1.14 | 24.31 \pm 0.52 |
| Amylopectin | 41.23 \pm 1.14 | 45.69 \pm 0.52 |

¹⁾Values are mean \pm SD ($n=3$).

²⁾ND: No detected

Table 2. Hunter's color values of dry and cooked noodles with sorghum powder

| Samples | Sorghum powder (%) | Hunter's color values | | |
|---------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | L-value (lightness) | a-value (redness) | b-value (yellowness) |
| Dry noodle | 0 | 85.43 \pm 0.14 ^a | -1.13 \pm 0.02 ^d | 12.88 \pm 0.15 ^a |
| | 10 | 79.71 \pm 0.18 ^b | 2.31 \pm 0.03 ^c | 8.45 \pm 0.01 ^b |
| | 15 | 78.88 \pm 0.22 ^c | 2.38 \pm 0.08 ^c | 8.33 \pm 0.17 ^b |
| | 20 | 77.96 \pm 0.27 ^d | 3.11 \pm 0.01 ^b | 7.27 \pm 0.05 ^c |
| | 25 | 74.98 \pm 0.08 ^e | 3.62 \pm 0.02 ^a | 8.04 \pm 0.03 ^d |
| Cooked noodle | 0 | 63.16 \pm 0.87 ^a | -2.61 \pm 0.11 ^d | 6.51 \pm 0.23 ^a |
| | 10 | 52.92 \pm 0.38 ^b | 1.75 \pm 0.07 ^c | 4.76 \pm 0.16 ^b |
| | 15 | 53.27 \pm 0.88 ^b | 1.90 \pm 0.50 ^c | 4.44 \pm 0.32 ^c |
| | 20 | 50.74 \pm 0.60 ^c | 3.20 \pm 0.21 ^b | 4.58 \pm 0.28 ^c |
| | 25 | 49.16 \pm 0.86 ^d | 3.91 \pm 0.14 ^a | 4.91 \pm 0.10 ^d |

Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 3. Cooking properties of cooked noodles with sorghum powder

| Sorghum powder (%) | Weight of cooked noodle (g) | Volume of cooked noodle (mL) | Water absorption (%) | Turbidity of soup (O.D. at 675 nm) | Cooking loss (%) |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 0 | 59.14±0.16 ^a | 50.25±0.10 ^a | 194.37±0.86 ^a | 0.093±0.005 ^d | 7.48±0.03 ^d |
| 10 | 55.09±0.23 ^b | 45.94±0.07 ^b | 174.50±1.45 ^b | 0.115±0.003 ^c | 7.54±0.07 ^d |
| 15 | 53.97±0.37 ^c | 44.20±0.03 ^c | 168.97±1.40 ^c | 0.124±0.004 ^{bc} | 7.82±0.06 ^c |
| 20 | 51.68±0.14 ^d | 42.47±0.06 ^d | 157.41±0.56 ^d | 0.132±0.001 ^b | 8.05±0.03 ^b |
| 25 | 50.62±0.98 ^e | 40.25±0.11 ^e | 152.23±4.92 ^e | 0.152±0.015 ^a | 9.00±0.06 ^a |

Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

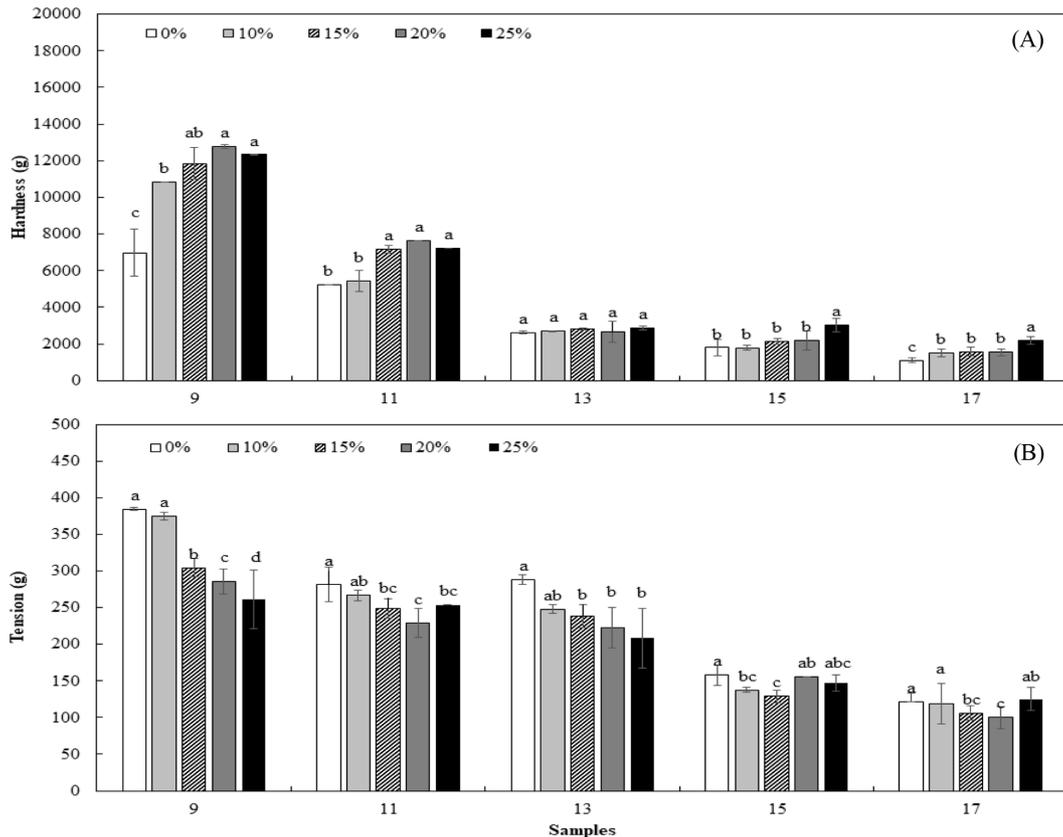


Fig. 2. Hardness (A) and tension (B) characteristics of noodle dough with sorghum powder. The sample number indicates the process number of Fig. 1. Different small letters in addition to sorghum powder indicate a significant difference ($p < 0.05$) among different treatment time by Duncan's multiple range test.

3과 같다. 조리 후 대조구의 무게는 59.14 g이었으며, 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 55.09에서 50.62 g으로 감소하는 경향을 나타내었다. 부피 또한 대조구가 50.25 mL에서 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 45.94에서 40.25 mL으로 감소하는 경향을 나타내었다. 수분흡수율은 대조구 194.37%에서 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 174.50에서 152.23%로 감소하는 경향을 나타내었다. 국물의 탁도는 대조구 0.093에서 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 0.115-0.152로 증가하는 경향을 보였으며, 조리손실률은 대조구 7.48%에서 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 7.54-9.00%로 증가하는 경향을 나타내었다. Min 등(2010)의 등굴레 가루 첨가면의 특성 결과에 의하면 첨가량이 증가할수록 면의 중량 부피 수분흡수율이 감소하는 경향을 나타냈다고 보고하여 본 실험과 유사하였으나, Park 등(2011)은 삼백초 분말 첨가량이 증가할수록 중량, 부피 및 수분흡수율이 증가하는 것으로 보고하였는데 이와 같이 첨가물에 따라 다양한 조리특성이 나타나는 이유는 첨가된

재료의 섬유소, 단백질 등의 성분들이 녹말과 글루텐의 수화력에 관여하기 때문이며, 또한 국수 제조 시 첨가되는 부재료의 종류와 형태에 따라 면의 품질 특성이 다르게 나타났다고 보고하였으며(Min 등, 2010), 이에 따라 본 실험에서는 글루텐이 없는 수수가루 첨가함으로써 조리특성이 변화하는 것으로 판단된다.

수수가루 첨가 수연소면의 색도

수수가루를 첨가한 소면의 조리 전후 색도 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같이 조리 전 대조구의 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)는 각각 85.43, -1.13 및 12.88로 나타났다. 수수가루 첨가면의 명도, 적색도, 황색도는 첨가 농도별로 각각 79.71-74.98, 2.31-3.62 및 12.88-8.04 범위로 차이를 나타내었다. 수수가루 첨가량이 증가할수록 명도 및 황색도는 감소하는 경향을 보인 반면, 적색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 수수가루 종피가 붉은색이기 때문에 첨가량이 증가할수록 적색도는 증가하고

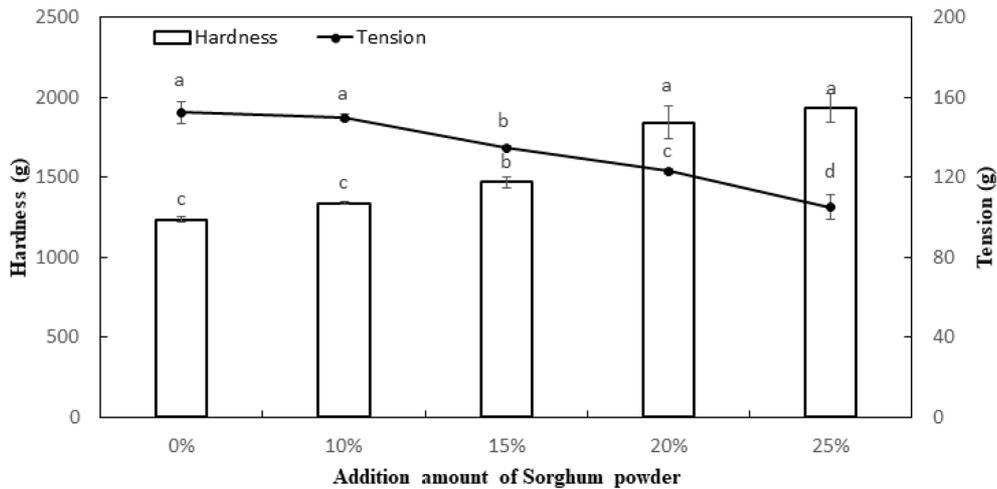


Fig. 3. Hardness and tension characteristics of cooked noodles with sorghum powder. Different small letters in addition to sorghum powder indicate a significant difference ($p < 0.05$) among different treatment time by Duncan's multiple range test.

Table 4. Total polyphenol and flavonoid contents, and free radical scavenging activity of cooked noodles with sorghum powder

| Sorghum powder (%) | Total polyphenol (mg GAE/g) | Total Flavonoid (mg CE/g) | Radical scavenging activity (mg AA/g) | |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | | | ABTS | DPPH |
| 0 | 1.129±0.185 ^a | - | 0.704±0.011 ^e | 0.355±0.003 ^d |
| 10 | 1.332±0.088 ^b | 0.172±0.065 ^c | 0.705±0.021 ^d | 0.699±0.003 ^c |
| 15 | 1.903±0.222 ^c | 0.806±0.223 ^{bc} | 0.710±0.007 ^c | 0.682±0.009 ^c |
| 20 | 3.173±0.093 ^d | 1.402±0.068 ^b | 0.763±0.026 ^b | 0.791±0.014 ^b |
| 25 | 3.668±0.092 ^d | 1.893±0.117 ^a | 0.815±0.020 ^a | 0.935±0.047 ^a |

Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

명도 및 황색도는 감소하는 것으로 판단된다. 또한 조리 후 대조구의 명도, 적색도 및 황색도는 각각 63.16, -2.61 및 6.51로 나타났으며, 수수가루 첨가 면은 각각 52.92-49.16, 1.75-3.91 및 4.76-4.91 범위를 나타내었다. Kim 등(2013)은 메수수가루 첨가량이 증가할수록 명도 및 황색도는 감소하는 반면, 적색도는 증가하는 경향을 보였다고 보고하였다. Hahn 등(1984)은 적색도가 증가하는 이유는 수수가루에 붉은색 색소 안토시아닌, 안토시아니딘이 함유되어 적색도가 증가한 것이라고 보고하였다. 조리 후의 적색도는 건면에 비하여 낮은 값을 나타내었는데 이는 끓는 물에서 조리시에 적색소의 용출 및 면의 수분흡수에 따라 감소한 것으로 판단된다.

수수가루 첨가 수연소면의 경도 및 인장력

수수가루 첨가량에 따른 반죽 특성 측정 결과는 Fig. 2 및 3과 같다. 9번 공정 대조구에서 경도 및 인장력은 각각 6,977.97 및 384.52 g으로 나타났으며 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 경도는 10,828.00에서 12,337.50 g으로 증가하고 인장력은 375.23에서 261.23 g으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 경도와 인장력 모두 공정이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 조리 후 수연소면의 경도와 인장력 측정 결과는 Fig. 4와 같으며, 대조구에서 경도와 인장력은 각각 1,235.87 및 152.51 g으로 나타났다. 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 경도는 증가하고 인장력은 감소하여 반죽 특성과 유사한 결과를 나타내었으며, 각각 1,338.09-1,932.43 및 149.83-105.08 g 범위로 나타났다. Song과 Jung(2009)의 연구에서도 생국수 및 조리된 국수의 경도는 대조구에서 각각 122.73 및 308.96 g으로 가장 낮았고, 울금가루 8% 첨가구에서 189.21 및 520.94 g로 가장 높은 것으로 나타나 울금가루 첨

가량이 증가할수록 높아졌으며, 울금가루 첨가량이 증가함에 따라 탄력성이 감소한다고 보고하였으며, Kim 등(2013)의 연구에 따르면 메수수가루 첨가 조리 후 인장강도는 대조구 56.79 g에서 메수수가루 첨가량이 증가하면 20% 메수수가루 첨가하였을 때 35.59 g으로 감소한다고 보고하여 글루텐이 존재하지 않는 수수가루 첨가량이 증가할수록 밀가루 면에 비하여 인장도가 감소하였다고 판단된다.

수수가루 첨가 수연소면의 산화방지력

수수가루 첨가량에 따른 수연소면의 총 폴리페놀 함량은 Table 4에서 보는 바와 같이 수수가루를 첨가하지 않은 대조구가 1.129 mg GA/g이었으며, 수수첨가량이 증가함에 따라 1.332-3.668 mg GA/g 범위에서 증가하는 경향을 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 대조구에서는 검출되지 않았으며 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 0.17-0.41 mg CA/g 범위를 나타내었다. Woo 등(2009)은 수수 알곡 에탄올 추출물의 총폴리페놀, 플라보노이드 및 타닌 함량은 각각 6.23-7.51, 1.76-2.25 및 3.71-4.34 mg/g (dry basis)으로 보고하였으며, 또한 Kim 등(2013)의 연구에서는 생면의 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 증가한다고 보고하였다. ABTS 라디칼 제거능을 측정된 결과는 대조구가 0.57 mg AA/g으로 나타났으며, 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 0.71-1.35 mg AA/g 범위를 나타내었다. 곡류에 함유되어 있는 산화방지 물질 중 폴리페놀 화합물들은 자유 라디칼을 안정화시킬 수 있는 페놀성 고리가 존재하기 때문에 뛰어난 산화방지력을 가지는 것으로 보고되어 있으며(Rice-Evans 등, 1997), 이와 같은 결과로 본 연구에서도 총 폴리페놀함량과 ABTS 라디칼 제거능 사이에 상관관계가 있다고 예

상된다. DPPH 라디칼 소거능은 대조구가 0.36 mg AA/g이었으며, 수수가루 첨가량에 따라 0.70-0.94 mg AA/g 범위로 나타났다. DPPH 라디칼 제거능은 페놀산과 플라보노이드 등 페놀성 물질에 의한 산화방지 작용의 지표이며 환원력이 큰 물질일수록 전자공여능이 높아진다고 알려져 있다(Shin 등, 2005). 따라서 본 연구에서도 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 총 페놀함량과 총 플라보노이드 함량이 증가하여 DPPH 라디칼 제거능이 증가하였다고 판단된다.

요 약

본 연구는 수연소면 제조시 수수가루 첨가량에 따른 품질특성 및 산화방지 활성을 살펴보기 위하여 수수가루를 10, 15, 20 및 25% 첨가하여 수연소면을 제조하였다. 수수소면의 색도측정 결과 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 건조소면과 조리 후 소면에서 명도와 황색도는 감소하였으며, 적색도는 증가하였다. 수수가루를 첨가한 수연소면의 조리 후 중량, 부피, 수분흡수율, 탁도, 조리손실률은 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 변화하였다. 수연소면의 경도 및 인장력은 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 경도는 1,236에서 1,932 g으로 증가하고, 인장력은 152에서 105 g으로 감소하였으며, 반죽 제조 공정에서도 같은 경향을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 1.129-3.668 mg GA/g으로 나타났으며, 플라보노이드 함량은 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 1.893 mg CA/g까지 증가하였다. DPPH, ABTS 라디칼 제거능은 수수가루 무첨가구에서 각각 0.704 및 0.355 mg AA/g이었으며, 수수가루 첨가량이 증가할수록 각각 0.815 및 0.935 mg AA/g으로 증가하였다. 본 연구 결과 수수가루를 첨가량을 조절하여 수연소면을 만들면 면의 품질특성은 유지하면서 산화방지 활성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

References

- Awika JM, Rooney LW, Wu X, Prior RL, Cisneros-Zevallos L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *J. Agr. Food Chem.* 51: 6657-6662 (2003)
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.* 99: 381-387 (2006)
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agr. Food Chem.* 50: 4959-4964 (2002)
- Dykes L, Rooney LW. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *J. Cereal. Sci.* 44: 236-251 (2006)
- Dykes L, Rooney LW, Waniska RD, Rooney WL. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. *J. Agr. Food Chem.* 53: 6813-6818 (2005)
- Hahn DH, Rooney LW, Earp CF. Tannins and polyphenols of sorghum. *Cereal Foods. World.* 29: 776-779 (1984)
- Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia Nakai*) juice with heat treatment conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 342-347 (2006)
- Juliano BO. Criteria and tests for rice grain qualities. In rice chemistry. AACC. St. Paul, MN, USA. p 443-524 (1985)
- Kim YA. Effects of mulberry leaves powder on the cooking characteristics of noodle. *Korean J. Food Cookery. Sci.* 18: 632-636 (2002)
- Kim HY, Ko JY, Kim JI, Jung TW, Yun HT, Oh IS, Jung HS, Woo KS. Quality and antioxidant activity of wet noodles supplemented with non-glutinous sorghum powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 521-525. (2013)
- Kim HY, Seo HI, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Song SB, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Jeong HS, Woo KS. Physicochemical characteristics of the sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) powder following low temperature-microparticulation. *Korean J. Food Nutr.* 25: 656-663 (2012)
- Kwak HS, Kim MJ, Kim H, Kim SS. Quality characteristics of domestic and imported commercial plain wheat flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 304-310 (2017)
- Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. Physicochemical characteristic and antioxidant activities of cereals and legumes in Korea. *J Korean. Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1399-1404 (2010)
- Lee YS, Lim NY, Lee KH. A study on the preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flours utilizing arrowroot starch. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 59-66 (2000)
- Min SH, Shin S, Won M. Characteristics of noodles with added oligonati odoratum Powder. *J. East sian. Soc. Dietary Life.* 20: 524-530 (2010)
- Oh BY, Lee YS, Kim YO, Kang JH, Jung KJ, Park JH. Quality characteristics of dried noodles prepared by adding Hericium erinaceum powder and extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42(6): 714-720 (2010)
- Park SI, Cho EJ. Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J. Food Sci. Nutr.* 17: 120-127 (2004)
- Park JH, Kim YO, Kug YI, Cho DB, Choi HK. Effect of green tea powder on noodle properties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 1021-1025 (2003)
- Park JE, Kim MJ, Park SH, Lee HS. Quality characteristics of noodle added with dried Saururus chinensis Baill root poeder. *J Korean. Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1764-1768 (2011)
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant. Sci.* 2: 152-159 (1997)
- Ryu HS, Kim J, Kim HS. Enhancing effect of *Sorghum bicolor L. Moench* (Sorghum, su-su) extracts on mouse spleen and macrophage cell activation. *Korean J. Food Nutr.* 19: 176-182 (2006)
- Shin JH, Lee JY, Ju JC, Lee SJ, Cho HS, Sang NJ. Chemical properties and nitrate scavenging ability of citron (*Citrus junos*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 496-502 (2005)
- Song SH, Jung HS. Quality characteristics of noodle (*garakguksu*) with *Curcuma longa L.* powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 25: 199-205 (2009)
- Woo KS, Ko JY, Seo MC, Song SB, Oh BG, Lee JS, Kang JR, Nam MH. Physicochemical characteristics of the tofu (soybean curd) added sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) powder. *J Korean. Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1746-1752 (2009)
- Yamamoto K, Sawada, S, Onogaki T. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 20: 99-104 (1973)
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-559 (1999)