

현미 및 수수 첨가에 따른 생면의 품질특성과 항산화 효과

성 리 · 김신정 · 길정하 · 박건영[†]

부산대학교 식품영양학과

Quality and Antioxidant Activity of Wet Noodles Supplemented with Brown Rice and Sorghum Powders

Li Cheng, Sin-Joung Kim, Jeung-Ha Kil, and Kun-Young Park[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

ABSTRACT In this study, we investigated the quality and antioxidant activity of wet noodles fortified by adding brown rice and sorghum powders. Wet noodles were divided into four groups: WN-p (wheat flour 100%, purified salt 2%), WBN-b (wheat flour 80%, brown rice powder 20%, bamboo salt ($\times 1$) 2%), WBSN-b (wheat flour 80%, brown rice powder 10%, sorghum powder 10%, bamboo salt ($\times 1$) 2%), and WSN-b (wheat flour 80%, sorghum powder 20%, bamboo salt ($\times 1$) 2%). The wet noodles were evaluated for their quality characteristics and capacities to scavenge free radicals. The weight, volume, capacity to absorb water, and turbidity of cooked WBSN-b were close to those of cooked WN-p. Springiness, cohesiveness, and chewiness of cooked WBSN-b were the highest among all cooked noodles added with brown rice or sorghum powders and textural properties of cooked WBSN-b were not significantly different from WN-P. In the sensory evaluation, the overall acceptance of WBSN-b received the highest score of 6.4 points, which was higher than the score for WN-p. DPPH and hydroxyl radical scavenging activities increased significantly with addition of brown rice and sorghum powder, and radical scavenging activities of WBSN-b and WSN-b were the highest. In conclusion, wet noodles added with 10% brown rice powder, 10% sorghum powder, and 2% bamboo salt ($\times 1$) exhibited the same quality properties of WN-p. Addition of 10% brown rice powder, 10% sorghum powder, and 2% bamboo salt ($\times 1$) increased the sensory and antioxidant activities of wheat flour noodles.

Key words: bamboo salt, brown rice, sorghum, antioxidant, noodle

서 론

국수는 곡물을 분쇄하여 반죽한 것을 가늘고 길게 뽑은 식품을 총칭하는 것으로 간편식으로 많이 이용되고 있다(1). 국내 면 시장은 웰빙과 건강, 가공식품의 안전성이 집중 부각되면서 건강 콘셉트의 제품들에서 생면, 건면 및 냉동면 등으로 계속 진화되고 있다(2). 특히 열량을 줄인 튀기지 않은 생면이 빠르게 성장하고 있으며, 건면보다는 수분을 함유한 저칼로리 생면 유형의 제품과 영양성분과 기능성 강화 등 목적으로 대두분말(3), 발아현미(4), 버섯분말(5), 빵잎가루(6), 가루녹차(7) 등을 첨가하여 제조한 국수 및 생면류의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

현미(brown rice)는 백미에 비해 2배 높은 식이섬유를 함유하고 있고 양질의 식물성 단백질을 비롯해 지방, 칼슘, 인, 나트륨, 철분 등의 무기질을 많이 함유하고 있어 건강에 관심이 많은 현대인들에게 많이 이용되며, 최근에는 현미를 이용한 가공식품의 생산 및 개발에 주력하고 있다(8-10).

현미에는 혈압강하, 뇌기능개선, 면역력 증강 등의 기능성과 γ -aminobutyric acid, inositol, ferulic acid, arabinoxylan 등의 기능성 성분이 다량 함유되어 있다(11-14).

수수(sorghum)는 쌀, 보리, 밀, 옥수수에 이어 중요한 잡곡의 하나이며, 식이섬유, 페놀화합물 등의 유효성분이 다량 함유되어 있어 건강식품으로 주목받고 있다. 수수에 함유되어 있는 페놀화합물은 강한 항산화활성을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 콜레스테롤 생합성 관련 효소인 HMG-CoA reductase 활성을 억제한다(15). 수수는 미국에서 밀 글루텐에 알레르기가 있는 사람들의 대체 식품으로 이용되며, 아프리카에서는 소화기 질환의 치료를 위한 죽으로 이용되고 있다. 수수는 우리나라뿐만 아니라 일본, 중국, 인도, 중남미에서도 술, 과자, 떡, 엿 등의 다양한 형태로 섭취하고 있다(16,17).

우리나라 전통 건강 소금으로 오래전부터 민간요법에서 소화불량이나 상처 치료에 사용돼 온 죽염(bamboo salt)은 대나무 통에 천일염을 넣고 진흙으로 봉하여 800~1,200°C 이상에서 1회에서 9회까지 구워서 만들어진다(18). 일반 소금과 달리 인체에 필요한 무기질을 풍부하게 함유하고 있으며 특히 칼륨, 칼슘, 철, 마그네슘 등의 풍부한 천연 미네랄을

Received 2 December 2013; Accepted 23 December 2013

[†]Corresponding author.

E-mail: kunypark@pusan.ac.kr, Phone: +82-51-510-2839

함유하고 있다(18). 죽염은 살균 효과, 위염, 위궤양, 소화기계 질환에 대한 효과와 외상치료 및 해독작용에 대한 효과, 암 예방 등에 기능성이 있는 것으로 보고되고 있다(19,20).

Lee 등(21)은 소금 종류에 따른 생면의 품질특성 연구에서 정제염, 천일염, 구운소금, 1회 죽염을 각각 밀가루에 첨가하여 생면을 제조하였고, 이들 중 1회 죽염을 첨가한 생면의 품질이 우수하였다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 Lee 등(21)의 결과를 바탕으로 약리작용과 생리활성 효과가 우수한 현미와 수수가루와 1회 죽염을 첨가한 생면과 비슷한 질감과 탄력을 가진 면을 개발하고, 항산화성을 평가하여 건강식품으로서의 가치를 부여한 생면을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

생면의 재료 및 제조

생면의 재료: 생면 제조에 사용된 소금은 정제염(Hanju Co., Ulsan, Korea)과 1회 죽염(Taeseong Food, Gochang, Korea)을 이용하였다. 단백질 16%, 지방 4%를 함유한 중력분 밀가루(CJ CheilJedang Co., Yangsan, Korea)와 수수가루(Chorokmaeul Inc., Seoul, Korea), 현미가루(Ingrin, Pocheon, Korea), 활성 글루텐(Breadgarden Co., Deajeon, Korea)을 구입하여 생면을 제조하였으며, 실험용수는 증류수를 사용하였다.

생면의 제조: 생면은 Kim 등(22)과 Jeong 등(23)의 방법을 약간 변형하여 여러 차례 예비 실험한 결과를 토대로 하여 4가지 종류의 생면을 제조하였다. 밀가루와 정제염으로 만든 생면(WN-p), 밀가루와 현미가루와 1회 죽염으로 만든 생면(WBN-b), 밀가루와 현미가루와 수수가루와 1회 죽염으로 만든 생면(WBSN-b), 밀가루와 수수가루와 1회 죽염으로 만든 생면(WSN-b)을 제조하여 비교 실험하였고, 각 생면의 재료비율은 Table 1에 나타내었다.

밀가루, 현미가루, 수수가루, 글루텐을 Table 1의 각각의 분량대로 섞어 100 mesh 체에 내리고, 증류수에 Table 1의 분량의 소금(정제염, 1회 죽염)을 녹인 후 가루에 가하여 반죽기(BG-prBM09, Electrical Appliances Holdings Co., Ltd., Guangdong, China)를 사용하여 15분간 반죽한 후 반죽을 비닐백에 넣어 실온에서 2시간 동안 숙성시켰다. 완성된 반죽들을 제면기(BE-9500, Bethel, Busan, Korea)를 이용하여 두께 4.0 mm의 조면대를 만들고 이를 복합하여 다시 4 mm 두께의 면대를 형성한 다음 4단계(4.0, 2.8, 2.0, 1.8 mm)의 롤을 거쳐 면대의 두께를 점차 감소시켰으며, 최종적으로 굵기 1.8 mm, 너비 2.0 mm의 국수가닥으로 제조하여 30 cm 길이로 잘라 생면을 제조하였다. 제조된 생면은 polyethylene bag에 담고 밀봉한 후 4°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

Table 1. Formula for wet noodles added with brown rice and sorghum powder

Ingredients	WN-p	WBN-b	WBSN-b	WSN-b
Wheat flour (g)	100	80	80	80
Brown rice flour (g)	0	20	10	0
Sorghum flour (g)	0	0	10	20
Gluten (g)	0	5	5	5
Purified salt (g)	2	0	0	0
Bamboo salt (1×) (g)	0	2	2	2
Water (mL)	45	45	45	45

WN-p: wheat flour with purified salt.

WBN-b: wheat flour and 20% brown rice powder with bamboo salt (1×).

WBSN-b: wheat flour, 10% brown rice powder, and 10% sorghum powder with bamboo salt (1×).

WSN-b: wheat flour and 20% sorghum powder with bamboo salt (1×).

생면의 품질특성

생면 품질특성을 측정하기 위하여 Shin 등(24)의 방법에 따라 제조한 각각의 생면 20 g을 칭량하여 끓는 증류수 300 mL에 넣고 150초 동안 조리한 후 실험용 체에 건져내어 1분간 흐르는 물에 냉각시키고, 2분간 실온에서 방치하여 실험하였다.

생면 조리 후의 중량, 수분흡수율, 부피, 국물의 탁도 측정: 생면 조리 후의 중량을 측정하고, 수분 흡수율은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{수분흡수율(\%)} = \left[\frac{\{\text{조리 후의 생면의 중량}(W_1) - \text{조리 전의 생면의 중량}(W_0)\}}{\text{조리 전의 생면의 중량}(W_0)} \right] \times 100$$

부피의 변화는 300 mL의 증류수를 부어 놓은 메스실린더에 조리 후의 생면을 넣어 증가하는 물의 양으로 조리면의 부피를 측정하였고(2), 국물의 탁도는 생면을 삶아 건져낸 물을 실온에서 10분 식힌 다음 UV spectrophotometer (UV 2401PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다(23).

pH와 조직감 측정: 생면 1 g을 취하여 10배량의 증류수와 혼합하여 믹서로 갈아서 여과한 후에 pH meter(M210, Radiometer, Lyon, France)를 사용하여 pH를 측정하였다. 생면의 조리 후 조직감은 Kim과 Kim(25)의 방법을 변형하여 Rheometer(CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 조리한 생면 가닥을 2.0 mm×2.0 mm×30.0 mm의 크기로 성형한 후 각각 두 가닥씩 붙인 뒤 두 겹으로 쌓아 platform에 올려놓고 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 측정 조건은 mode 21, max 2 kg, adaptor number는 No. 20, sample width, height 및 depth는 20 mm, 5 mm, 20 mm이었고, table speed는 60 mm/min이었으며, 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 및 부착성(adhesiveness)을 측정하였다.

관능평가: 부산대학교 식품영양학과 대학원생 9명을 관능검사 요원으로 선정하여 검사방법과 평가특성을 잘 인식하도록 설명하고 예비실험을 통하여 훈련시킨 후 조리한 생면에 대하여 관능평가를 실시하였다.

생면을 멸치다시국물에 넣어 4분간 끓인 후, 국물과 함께 제공하였다. 평가한 내용은 정량적 묘사분석 방법을 사용하였다. 주관적인 항목으로는 종합적인 외관(appearance), 조직감(hardness, chewiness), 종합적인 기호도(overall acceptance)를 평가하였고, 객관적인 항목으로는 미각적 지각인 짠맛(salty), 쓴맛(bitter)을 평가하였다. 주관적인 평가에서는 1에 가까울수록 싫고 9에 가까울수록 좋은 것으로 나타내었고, 객관적인 평가에서는 1에 가까울수록 감지 불가능하고 9에 가까울수록 강하게 감지하는 것으로 나타내었다(26).

생면의 *in vitro* 항산화 효과

제조한 각각의 생면 1 g을 취하여 10배량의 증류수와 혼합하여 1,000 rpm에서 1분간 homogenizer(Polytron PT 3100, Brinkmann, Littau, Switzerland)를 이용하여 균질화한 다음 1,200 rpm에서 3분간 원심분리(Combi-514R, Hanil Siecnce Industrial, Incheon, Korea) 하여 상층액을 분리하고, 동결건조 하여 WN-p, WBN-b, WBSN-b, WSN-b의 상층액 1 mL당 각각 0.07 mg, 0.08 mg, 0.08 mg, 0.08 mg의 고형분을 얻었다. 이 고형분을 이용하여 0.1~1.0 mg/mL 농도로 DPPH와 hydroxy radical 소거 효과를 측정하였다.

DPPH 소거 효과: 분리한 상층액을 농도별로 메탄올에 희석한 시료 100 μ L와 150 μ M DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)용액 100 μ L를 96-well plate에 혼합하여 30분간 실온에 방치시킨 후 540 nm에서 ELISA reader (model 680, Bio-Rad, Tokyo, Japan)로 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다(27).

Hydroxy radical 소거 효과: Chung 등(28)의 방법에 따라 10 mM FeSO₄·7H₂O-ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt(EDTA)에 10 mM의 2-deoxyribose와 농도별로 희석한 상층액을 혼합한 다음, 10 mM의 H₂O₂를

첨가하여 Fenton 반응에 따라 37°C에서 4시간 동안 반응시켰다. 이 혼합액에 2.8% trichloroacetic acid(TCA) 1.0 mL와 1.0% thiobarbituric acid(TBA) 1.0 mL를 첨가하여 끓는 물에서 10분간 반응시킨 다음 냉각시킨 후 540 nm에서 UV spectrophotometer(UV 2401PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

통계분석

각 시료로부터 얻은 실험 결과들의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였으며 그 결과는 평균(mean)±표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다. 모든 통계분석은 SPSS 18.0(SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

생면의 품질특성

중량, 수분흡수율, 부피, 국물의 탁도: 밀가루에 현미나 수수가루와 1회 죽염을 첨가하여 제조한 생면을 조리한 후의 중량, 수분흡수율, 부피, 국물의 탁도를 측정된 결과는 Table 2과 같다. 조리 후 WN-p의 중량과 수분흡수율은 38.5 g과 92.5%였으며, 현미와 수수가루를 첨가한 WBSN-b에서 각각 39.5 g과 97.4%로 밀가루로 제조한 WN-p보다 수분흡수율이 2.5% 증가하여 가장 근접한 값을 나타내었다. 수수가루를 첨가한 WSN-b와 현미가루를 첨가한 WBN-b의 중량은 40.7 g과 41.6 g로, 수분흡수율은 103.3%와 107.7%로 밀가루로 제조한 생면보다 수분흡수율이 5.7~8.0% 증가하였다. 조리 후의 부피는 WN-p는 335.5 mL였고, WBSN-b와 WSN-b 및 WBN-b의 부피는 336.0 mL, 336.7 mL, 338.7 mL로 밀가루로 제조한 생면보다 현미가루와 수수가루를 첨가한 생면의 부피가 모두 증가하였고, WBSN-b의 부피는 WN-p의 부피에 가장 근접하였다. 생면을 삶아 조리할 때 중량과 부피는 생면의 수분흡수율과 관계가 있으며, 수분흡수율이 낮을수록 중량과 부피는 줄어든다. Hwang 등(29)은 수분흡수율은 밀가루 전분의 수분흡수력과 연관 있으며, 면 제조 시 첨가되는 재료의 종류 및 형태에 따라 면의

Table 2. Cooking characteristics of cooked noodles added with brown rice and sorghum powder

Samples	Weight (g)	Water absorption (%)	Volume (mL)	Turbidity (at 675 nm)
WN-p	38.5±0.2 ^d	92.5±1.1 ^d	335.5±0.5 ^c	0.59±0.0 ^d
WBN-b	41.6±0.3 ^a	107.7±1.6 ^a	338.7±0.5 ^a	0.67±0.0 ^a
WBSN-b	39.5±0.3 ^c	97.4±1.5 ^c	336.0±0.5 ^{bc}	0.62±0.0 ^c
WSN-b	40.7±0.2 ^b	103.3±1.1 ^b	336.7±0.7 ^b	0.65±0.0 ^b

WN-p: wheat flour with purified salt.

WBN-b: wheat flour and 20% brown rice powder with bamboo salt (1×).

WBSN-b: wheat flour, 10% brown rice powder, and 10% sorghum powder with bamboo salt (1×).

WSN-b: wheat flour and 20% sorghum powder with bamboo salt (1×).

^{a-d}Means with the different letters in the same column are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test. Values are mean±SD.

품질특성은 상이한 것으로 나타났다고 하였다. 동결건조 마늘 분말 첨가면(2), 포도 과피 첨가면(30), 둥글레 가루 첨가면(31)의 결과에서는 첨가량이 증가할수록 면의 중량, 부피, 수분흡수율은 감소하는 결과를 보였는데, 이는 첨가된 재료의 지방 및 섬유소 등의 성분이 밀가루 전분과 글루텐의 수화력을 저하하기 때문이라 보고하였다. 수분의 흡수 정도에 따라 국수의 조직감이나 질감이 결정되고 수분의 흡수가 과다할 때는 국수가 부드러워지고 탄력성 또한 감소되어 국수의 질감을 저하시킨다(32). 이에 본 연구에서는 밀가루로 제조한 생면 WN-p의 수분흡수율이 가장 낮아 생면을 조리하였을 때 생면의 탄력성을 가장 잘 유지할 것으로 판단되며 WN-p의 수분흡수율과 유사한 결과를 나타낸 현미와 수수가루를 첨가하여 만든 WBSN-b의 탄력성과 질감이 WN-p와 가장 비슷할 것으로 생각된다.

국물의 탁도는 조리 중 고형분의 손실 정도를 나타내는 지표이다(25). 밀가루로 제조한 생면 WN-p의 국물 탁도는 0.59로 나타났고, 현미가루 및 수수가루를 첨가한 생면의 조리 후 국물 탁도는 0.62~0.67로 WN-p에 비해 증가되었다. 현미와 수수가루를 첨가하여 만든 WBSN-b가 WBN-b와 WSN-b보다 유의적으로 낮은 탁도를 나타내었고, 밀가루로 만든 WN-p에 가장 근접한 탁도를 나타내었다. 생면을 조리한 후의 중량이 증가함에 따라 부피와 수분흡수량과 국물의 탁도가 증가하여 Lee 등(21)의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 탁도가 높은 것은 조리면에서 고형성분의 유출이 많고 쉽게 풀어지며 끊어져 국수의 외관과 맛이 저하될 수 있다는 것을 의미한다(33).

Lee 등(34)은 단위 중량당 평균입도가 낮은 것이 큰 표면적을 갖기 때문에 2차 가공 시 수분흡수 속도가 빠르고 반죽의 물리성에 영향을 미치는 요인이 된다고 하였다. 본 실험에 사용된 현미가루와 수수가루의 입자크기는 177~250 μm (80~60 mesh)이고, 밀가루는 평균 60 μm(230 mesh)로 입자크기가 다른 밀가루와 현미가루와 수수가루를 첨가함에 따라 표면적의 크기가 달라지기 때문에 WBSN-b와 WBN-b 및 WSN-b의 수분흡수율과 국물의 탁도에 차이가 나타난 것으로 생각된다.

pH와 조직감: 생면의 pH 측정 결과는 밀가루로 제조한 WN-p의 pH는 6.6으로 나타났고, 현미가루 및 수수가루를 첨가한 WBN-b, WBSN-b, WSN-b는 7.4, 7.5, 7.5로 각각 나타났고, Lee 등(21)의 연구에서 정제염과 밀가루로 제조한 생면의 pH는 6.2로, 1회 죽염과 밀가루로 제조한 생면의 pH는 6.6으로 보고하였고, pH의 차이는 죽염 때문이라 보고하였다. 본 연구에서도 죽염으로 제조한 생면에서 pH가 더 높았으며, Lee 등(21)이 제조한 밀가루와 1회 죽염으로 제조한 생면보다 현미가루와 수수가루와 1회 죽염을 첨가한 생면의 pH가 더 높았다. 이에 1회 죽염과 현미가루나 수수가루가 pH에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 알칼리성에서는 전분의 호화와 팽윤이 촉진되며 산을 첨가한 것은 더디게 팽창된다(26,35). 그러므로 pH가 높은 현미가루와 수수가

Table 3. Textural properties of cooked noodles added with brown rice and sorghum powder

Samples	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Chewiness (kg)	Adhesiveness (g)
WN-p	73.5±2.2 ^a	71.0±3.9 ^a	0.37±0.0 ^a	10.0±2.7 ^b
WBN-b	53.6±5.6 ^b	45.2±3.4 ^c	0.28±0.0 ^c	13.7±2.3 ^b
WBSN-b	68.3±3.9 ^a	60.4±4.0 ^b	0.33±0.0 ^b	14.7±3.2 ^b
WSN-b	45.2±3.6 ^c	40.4±1.3 ^c	0.24±0.0 ^d	22.7±4.7 ^a

WN-p: wheat flour with purified salt.

WBN-b: wheat flour and 20% brown rice powder with bamboo salt (1×).

WBSN-b: wheat flour, 10% brown rice powder, and 10% sorghum powder with bamboo salt (1×).

WSN-b: wheat flour and 20% sorghum powder with bamboo salt (1×).

^{a-d}Means with the different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test. Values are mean±SD.

루를 첨가한 생면의 전분의 호화와 팽윤이 촉진되어 조리시간이 단축될 것으로 생각된다.

생면의 조리 후 조직감을 rheometer를 이용하여 기계적인 방법으로 측정된 결과는 Table 3과 같다. WN-p의 탄력성은 73.5%, WBSN-b와 WBN-b 및 WSN-b의 탄력성은 각각 68.3%, 53.6%, 45.2%로 나타났고, 응집성은 WN-p, WBSN-b, WBN-b, WSN-b에서 각각 71.0%, 60.4%, 45.2%, 40.4%로 측정되었다. 씹힘성은 WN-p, WBSN-b, WBN-b, WSN-b에서 각각 0.37 kg, 0.33 kg, 0.28 kg, 0.24 kg으로 나타났다. 밀가루로 제조한 생면 WN-p의 탄력성, 응집성, 씹힘성이 가장 높았고, 현미가루 또는 수수가루를 첨가한 생면군에서는 WBSN-b가 우수한 조직감을 나타내었으며, WN-p에 가장 근접한 조직감이 측정되었다. 부착성의 결과에서도 탄력성, 응집성, 씹힘성과 같은 경향을 나타내었다. Lee와 Park(36)은 국수류의 조직감 중 응집성, 탄력성이 중요한 요인이라 하였으며, 탄력성이 클수록 국수의 선호도가 큰 경향을 나타내었다고 하였다. 본 연구에서는 WBSN-b가 WBN-b와 WSN-b에 비해 탄력성과 응집성이 우수하게 나타났으며, 현미가루와 수수가루만을 섞어서 생면을 만드는 것보다 현미가루와 수수가루를 같이 혼합하는 것이 면의 질감을 더 우수하게 하였다.

관능평가: 생면을 4분간 멸치다시국물에 넣어 조리한 후 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 평가한 결과는 Table 4와 같다. 외관에서 가장 높은 평가를 받은 것은 WSN-b였으며 이어서 WBSN-b, WBN-b, WN-p의 순으로 나타났다. 이는 수수가루의 함유량이 높아 수수가루의 붉은 색으로 외관에서 높은 점수를 받은 것으로 생각된다. 최근 다양한 소재를 사용한 여러 종류의 국수들이 만들어지고, 전통적인 국수의 흰색에 대한 고정관념에서 크게 탈피하고(37) 있음을 반영하고 있다고 생각된다. WN-p는 다른 조리면과 비교하여 짠맛이 높게 느껴진다고 하였는데 이는 정제염이 다른 천일염 및 가공염과 비교하여 짠맛을 내는 NaCl의 구성 비율이 높은 것에 기인하는 것으로 보인다(35). 씹힘성은

Table 4. Sensory evaluation of cooked noodles added with brown rice and sorghum powder

Samples	Appearance	Taste		Texture		Overall acceptance
		Salty	Bitter	Hardness	Chewiness	
WN-p	5.5±1.3 ^b	3.9±1.8 ^{NS}	2.1±1.7 ^{NS}	5.6±0.8 ^a	4.4±1.2 ^{ab}	5.3±1.4 ^b
WBN-b	6.1±1.0 ^{ab}	3.3±1.3	2.5±1.4	4.4±0.9 ^b	4.8±0.9 ^b	5.5±0.9 ^{ab}
WBSN-b	6.6±1.8 ^{ab}	3.2±1.5	2.6±0.8	5.9±0.9 ^a	6.4±1.8 ^a	6.4±0.7 ^a
WSN-b	6.9±1.6 ^a	3.1±1.3	2.8±1.1	4.3±1.1 ^b	6.0±0.8 ^a	6.1±2.0 ^a

WN-p: wheat flour with purified salt.

WBN-b: wheat flour and 20% brown rice powder with bamboo salt (1×).

WBSN-b: wheat flour, 10% brown rice powder, and 10% sorghum powder with bamboo salt (1×).

WSN-b: wheat flour and 20% sorghum powder with bamboo salt (1×).

^{a-d}Means with the different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Values are mean±SD.

NS: not significant.

WBSN-b가 6.4점으로 가장 높았으며, 이어서 WSN-b, WBN-b, WN-p 각각 6.0, 4.8, 4.4점으로 나타났다. 전반적인 기호도 또한 WBSN-b가 6.4점으로 가장 높았다.

이상의 결과로 수분활성도, 부피, 탁도, 조직감 측정에서 WN-p가 가장 우수하였으나 관능평가에서는 WN-p에 근접하였던 현미가루와 수수가루를 첨가한 WBSN-b가 경도, 씹힘성 그리고 전체적인 기호도에서 밀가루로 만든 생면 WN-p보다 모두 높은 점수로 더 좋은 평가를 받았다($P<0.05$).

생면의 *in vitro* 항산화 효과

DPPH 라디칼 소거능: 생면의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 0.1 mg/mL의 농도에서 WN-p, WBN-b, WBSN-b, WSN-b는 28%, 37%, 48%, 49%로 라디칼 소거능을 보였으며, 0.5 mg/mL와 1 mg/mL 농도에서도 농도 의존적으로 라디칼 소거능이 증가되었고, WN-p, WBN-b, WBSN-b, WSN-b의 순서로 항산화 효과가 증가되었다.

이는 수수 추출물의 강력한 항산화활성(15)과 현미 속에

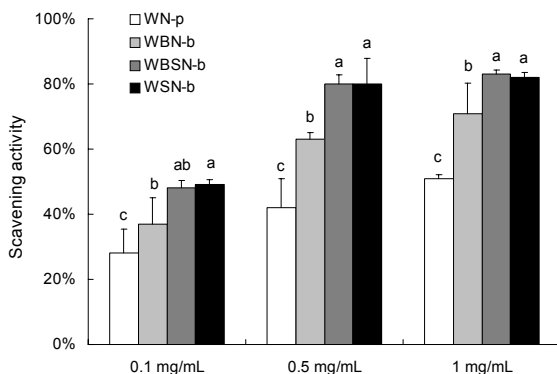


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of wet noodles added with brown rice and sorghum powder. WN-p: wheat flour with purified salt. WBN-b: wheat flour and 20% brown rice powder with bamboo salt (1×). WBSN-b: wheat flour, 10% brown rice powder, and 10% sorghum powder with bamboo salt (1×). WSN-b: wheat flour and 20% sorghum powder with bamboo salt (1×). ^{a-c}Means with the different letters on the bars are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test. Values are mean±SD.

포함된 ferulic acid같은 강한 항산화제가 다량 함유되어 있어(38) WBSN-b와 WSN-b에서 라디칼 소거 효과가 유의적으로 높게 나타난 것으로 생각된다. 또한 정제염을 사용한 생면 WN-p보다 죽염을 사용하여 제조한 생면 WBN-b, WBSN-b, WSN-b 모두에서 라디칼 소거 효과가 높았다 ($P<0.05$). Hyun 등(39)은 갯잎첨가면의 DPPH 소거 효과가 0.56 mg/mL 농도에서 50%였다고 보고하였다. 본 연구에서는 0.1 mg/mL 농도에서 WBSN-b, WSN-b의 항산화 효과가 48%, 49%를 나타내어 현미와 수수를 첨가한 생면의 항산화 효과가 우수하였다. Zhao 등(40)은 정제염과 천일염은 25%의 높은 농도에서도 2.0%와 5.0%만의 소거 효과를 나타내었으나 죽염은 1~25% 농도에서 농도에 따라 활성산소 소거 효과가 증가하여 25% 농도에서는 81.4%의 높은 라디칼 소거 효과를 나타냈었다고 하였다. 그러므로 죽염의 사용과 현미가루와 수수가루의 사용이 생면의 항산화 효과를 높인 것으로 생각된다.

Hydroxy 라디칼 소거능: 생체 내의 프리라디칼은 반응성이 강하고 여러 생체물질과 쉽게 화학반응을 일으켜 노화나 DNA 변성을 일으킨다. 밀가루에 현미나 수수가루를 첨가하여 제조한 생면의 hydroxyl radical 소거능을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 0.1 mg/mL에서 WN-p, WBN-b, WBSN-b, WSN-b의 hydroxyl radical 소거능은 각각 11%, 16%, 30%, 29%였고, 0.5 mg/mL에서는 20%, 22%, 40%, 52%로 각각 나타났다. 0.5 mg/mL와 1 mg/mL 농도에서 농도 의존적으로 hydroxyl radical 소거 효과가 증가하였다. WBSN-b와 WSN-b에서 가장 높은 hydroxyl radical 소거능을 나타내었고, 항산화성이 높은 현미가루나 수수가루와 1회 죽염을 첨가한 WBSN-b와 WBN-b와 WSN-b가 밀가루와 정제염으로 제조한 WN-p보다 높은 hydroxyl radical 소거능을 보였다. 이는 DPPH 라디칼 소거능과 같은 경향을 나타내었고, 현미가루와 수수가루와 1회 죽염의 첨가가 밀가루로 제조한 생면보다 항산화능력을 높인 것으로 생각된다.

본 연구에서 현미가루와 수수가루와 1회 죽염을 이용하여 3가지의 생면을 제조하였다. 이들의 수분활성도, 탁도, 조직감, 관능평가에서 가장 높은 평가를 받은 것은 현미가루

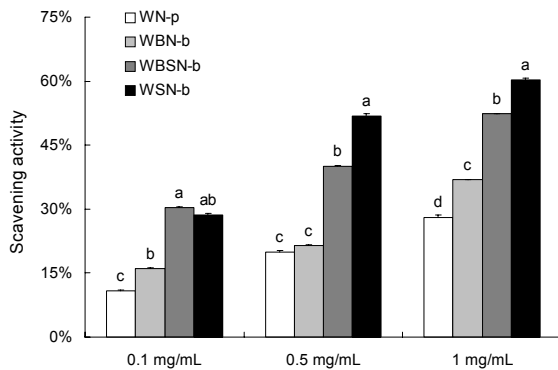


Fig. 2. Hydroxyl radical scavenging activity of wet noodles added with brown rice and sorghum powder. WN-p: wheat flour with purified salt. WBN-b: wheat flour and 20% brown rice powder with bamboo salt (1×). WBSN-b: wheat flour, 10% brown rice powder, and 10% sorghum powder with bamboo salt (1×). WSN-b: wheat flour and 20% sorghum powder with bamboo salt (1×). ^{a-c}Means with the different letters on the bars are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test. Values are mean±SD.

와 수수가루를 각각 10%씩 첨가한 생면 WBSN-b였고, 항산화 효과도 가장 높게 나타났다. 특히 면의 탄력성은 기호에 많은 영향을 끼치는데, WBSN-b는 밀가루로 만든 생면의 조직감에 가장 근접하였다. 이에 현미가루와 수수가루 각각 10%씩과 1회 죽염 2%를 첨가하여 제조한 생면은 기호도를 충족시킬 뿐만 아니라 항산화성이 우수한 생면이라 할 수 있겠다.

요 약

밀가루에 현미가루와 수수가루의 비율을 달리하여 혼합하고 1회 죽염 2%를 첨가하여 3가지의 생면을 제조하였으며, 이를 밀가루와 정제염으로 만든 생면과 품질특성 및 *in vitro* 항산화 효과를 비교하였다. 품질특성 중 중량, 수분흡수율, 탁도는 현미가루와 수수가루를 첨가한 WBSN-b가 39.5 g, 97.4%, 0.62로 나타나 밀가루로 제조한 WN-p 측정 결과인 38.5 g, 92.5%, 0.59와 유사하였다. 탄력성은 WN-p(73.5%)와 WBSN-b(68.3%)에서 높았으며, 다음으로 WBN-b, WSN-b의 순으로 나타났다. 관능평가에서 전체적인 기호도는 WBSN-b가 6.4점으로 가장 높았고, WSN-b, WBN-b, WN-p는 6.1, 5.3, 5.3점이었다. 생면의 pH는 WBN-b는 7.4, WBSN-b는 7.5, WSN-b는 7.5, WN-p는 6.6로 1회 죽염과 현미가루와 수수가루를 첨가한 생면이 pH가 높게 나타났다. DPPH free radical 및 hydroxy radical 소거 효과에서는 현미가루와 수수가루를 10%씩 혼합한 생면 WBSN-b와 수수가루 20%를 혼합한 WSN-b가 높은 라디칼 소거능을 나타내었다. 본 연구 결과 현미가루와 수수가루를 각각 10%씩 그리고 1회 죽염 2%를 첨가한 생면이 밀가루로 제조한 생면의 품질특성에 가장 근접하였고, 기호면과 항산화 효과에서 가장 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 인하대병원 소화기질환 의료제품 유효성평가 서비스센터(NCEED)의 사업비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Yun SS. 1991. History of noodle culture in Korea. *Korean J Dietary Culture* 6: 85-94.
2. Jeong CH, Shim KH, Bae YI, Choi JS. 2008. Quality characteristics of wet noodle added with freeze dried garlic powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1369-1374.
3. Hong YM, Kim JS, Kim DW, Kim WJ. 2003. Effect of whole soy flour on the properties of wet noodle. *Korean J Food & Nutr* 16: 417-422.
4. Kong S, Lee J. 2010. Quality characteristics and changes in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 274-280.
5. Kim YS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1373-1380.
6. Kim YA. 2002. Effect of mulberry leaves powder on the cooking characteristics of noodle. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 632-636.
7. Park JH, Kim YO, Kug YI, Cho DB, Choi HK. 2003. Effects of green tea powder on noodle properties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1021-1025.
8. Juliano BO, Bechtel DB. 1985. The rice grain and its gross composition. In *Rice Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, MN, USA. p 17-18.
9. Kim SK, Cheigh HS. 1979. Radical distribution of calcium, phosphorus, iron, thiamine and riboflavin in the degermed brown rice kernel. *Korean J Food Sci Technol* 11: 122-125.
10. Song BH, Kim DY, Kim SK, Kim YD, Choi KS. 1988. Distribution of protein, fat, and ash within the degermed brown rice kernel. *J Korean Agric Chem Soc* 31: 1-6.
11. Barnick M, Szafranska I. 1987. Changes in phytate content and phytase activity during the germination of some cereals. *J Life Science* 5: 23-28.
12. Choi JH. 2001. Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 323-328.
13. Kum JS, Choi BK, Lee HY, Park JD, Park HJ. 2004. Physicochemical properties of germinated brown rice. *Korean J Food Presrv* 11: 182-188.
14. Nakagawa K, Onoto A. 1996. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ. *Food Processing* 31: 43-46.
15. Hahn DH, Rooney LW, Earp CF. 1984. Tannin and phenols of sorghum. *Cereal Foods World* 29: 776-779.
16. Awika JM, Rooney LW. 2004. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry* 65: 1199-1221.
17. Lee YT. 2006. Effect of heat treatments on *in vitro* starch hydrolysis of selected grains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1102-1105.
18. Kim YH, Ryu HI. 2003. Elements in a bamboo salt and comparison of its elemental contents with those in other salts. *Yakhak Hoeji* 47: 135-141.

19. Sohn WS, Yoo YC, Kim CY. 1991. The effect of NaCl and bamboo salt on the growth of various oral bacteria. *J Korean Acad Dental Health* 15: 255-268.
20. Zhao X, Song JL, Lee JH, Kim SY, Park KY. 2010. Antioxidation and cancer cell (HT-29) antiproliferation effects *Rubus coreanus* Miquel bamboo salt. *Cancer Prevention Research* 15: 306-312.
21. Lee JM, Kim SY, Park KY. 2011. Effects of different kinds of salt on the quality of wet noodles. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1776-1780.
22. Kim BK, Park JE, Zu GU. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noodles. *Food Eng Prog* 15: 56-63.
23. Jeong CH, Kim JH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2007. Quality characteristics of wet noodles added with Korean paprika powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 779-784.
24. Shin WS, Shin ES, Lyu ES. 2009. Optimization of wet noodle with onion juice using response surface methodology. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 31-38.
25. Kim SM, Kim EJ. 2009. Development of chicken breast noodles adding *Rubus coreanum* Miquel and *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1111-1117.
26. Jo JC. 1999. Cooking quality of noodle affected by NaCl. *Korean J Cul Res* 5: 471-483.
27. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
28. Chung SK, Osawa T, Kawakishi S. 1997. Hydroxyl radical scavenging effects of spices and scavengers from brown mustard (*Brassica nigra*). *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 118-123.
29. Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Jeong HS, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of wet noodles combined with Cheongyang hot pepper (*Capsicum annuum* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 860-866.
30. Jo YG, Kim JE. 2008. Quality characteristics of wet noodles after addition of grape-peel powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 822-828.
31. Min SH, Shin S, Won M. 2010. Characteristics of noodles with added *Polygonati odoratum* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 524-530.
32. Lee JH, Shim JY. 2006. Characteristics of wheat flour dough and noodles added with onion juice. *Food Eng Prog* 10: 54-59.
33. Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Effect of Maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle. *Korean J Food Culture* 18: 428-436.
34. Lee SY, Hur HS, Song JC, Park NK, Chung WK, Nam JH, Chang HG. 1997. Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat. *Korean J Food Sci Technol* 29: 44-45.
35. Chae SG. 2007. *Standard food chemistry*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 250-485.
36. Lee CH, Park SH. 1982. Studies on the texture describing terms of Korean. *J Korean J Food Sci Technol* 14: 21-29.
37. Lee WJ, Jung JK. 2002. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J Culinary Research* 8: 267-278.
38. Na GS, Lee SK, Kim SY. 2007. Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 36-41.
39. Hyun HE, Lee EH, Noh JS, Song YO. 2011. Mass production process for flour noodles containing perilla leaves and their antioxidant effects. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1688-1693.
40. Zhao X, Jung OS, Park KY. 2012. Alkaline and antioxidant effects of bamboo salt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1301-1304.