

케일 분말 첨가 생면의 항산화 활성 및 품질 특성

정 이 지 · *한 영 실
숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant and Quality Characteristics of Raw Noodle added Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Powder

Yi-Ji Jeong and *Young-Sil Han

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

Abstract

This study was performed in order to examine the functional and quality characteristics of raw noodles with added kale powder. The raw noodles were prepared at a concentration of 4, 8, and 12% (w/w) of the kale, based on flour weight. The antioxidant activity of kale powder, specifically DPPH free radical scavenging, reducing activity, and total phenolic content were found to be 75.16%, 1.24 (O.D.) and 44.47 mg GAE/g, respectively. Using Hunter Lab color values for raw noodle with added kale powder, L (lightness) values decreased with an increased concentration of kale powder, whereas a (redness) values decreased ($p < 0.001$). In a texture analysis, chewiness ($p < 0.01$), gumminess ($p < 0.001$), and cohesiveness ($p < 0.001$) increased significantly as the amount of added kale powder increased. According to sensory evaluations: color, flavor, taste, texture, and overall palatability had the highest score in noodle with 8% kale powder ($p < 0.001$). During periods of storage, moisture contents were decreased when kale powder concentrations increased, but pH did not differ in any of the groups and bacteria cell counts were between 0% and 8%. Kale noodles were observed at 8% then 0%, decreased by 102 log CFU/g. The antioxidant activities of raw noodles with added kale powder were increased by 8%, a 30~50% increase over the control group. These results suggest that kale powder is useful as a functional food resource with antioxidant activities.

Key words: *Brassica oleracea* var. *acephala*, kale, noodles, quality characteristics, antioxidant activities

서 론

최근 몇 십 년 동안 우리나라의 경제는 급격히 성장해 왔으며, 생활의 여유가 생긴 소비자들이 늘어남에 따라 일상 생활 속 건강과 삶의 질을 높이려는 요구가 점차 증가하고 있다(Cheon 등 2014). 이에 따라 식품업계에서도 기능성을 가진 천연물질을 이용한 기능성 식품을 개발하기 위해 다양한 시도를 하고 있다(Seo 등 2008; Lee 등 2011). 산업의 근대화 와 경제 수준의 향상으로 사회생활의 구조가 다양화되고, 식 생활의 간편화를 추구하고자 하는 경향이 증가됨에 따라 많은 시간과 노력을 들여 조리해야 하는 음식보다 간편하고

짧은 시간에 조리하는 음식들에 대한 기호도가 증가하고 있다(Kim DH 2006, Sung 등 2008, Bark 등 2013). 이러한 즉석 식품으로는 피자, 햄버거, 스파게티, 라면과 국수 등의 면류 제품이 주를 이루고 있다. 특히 국수는 우리나라에서 예로부터 경사스러운 일, 부부의 금슬이나 건강 장수를 기원하고자 할 때 사용하던 식품으로 밥 및 빵과 더불어 주식에 해당하는 가공식품이다(Sung 등 2008).

일반적인 국수의 경우, 밀가루나 곡분에 소금을 첨가하여 만들었기 때문에 영양소의 균형이 탄수화물에 편중되어 있어, 부원료 첨가를 통해 영양적 가치가 높고 기능성을 갖는 다양한 국수의 개발이 활발히 진행되고 있다(Park 등 2008).

* Corresponding author: Young-Sil Han, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-01-3602-0904, Fax: +82-2-710-9479, E-mail: dlwl0514@hanmail.net

케일은 십자화과의 2년생 또는 다년생 식물로서 양배추의 선조적으로, 녹즙이나 쌈 채소, 샐러드용으로 쓰인다. 주성분은 엽록소 407 mg, 인 49 mg, 철 5.8 mg, 비타민 A 4,500 IU, 식이 섬유소, 칼슘, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 C, E, K 등이 함유되어 있다(Lee JA 2015). 생리적 효능은 피를 만들어 주는 조혈작용으로 빈혈에 좋은 것으로 알려져 있으며, 신경통 치료와 정장(整腸)의 효과가 있고, 혈압과 혈당을 조절하는데 도움을 준다. 또한 발암물질을 해독하는 인돌화합물이 함유하며, 청혈작용을 하고 장 청소, 신진대사를 촉진하고, 세포 생성에 효과가 있다(Chung 등 1999). 케일은 주로 식품 모델의 적용보다는 녹즙의 형태로 여러 생리활성 물질에 대한 연구들이 많이 진행되고 있다. 이러한 연구들로는 심혈관계 질환 예방효과(Park 등 2005), 케일즙의 안전성 및 항돌연변이 효과(Kim 등 2014), 케일 착즙액의 항산화 활성(Kim SY 2012) 등이 있다. 케일을 이용하게 식품에 적용한 연구로는 케일 가루 첨가 머핀(Choi SH 2015), 케일 분말 첨가 쿠키(Lee JA 2015) 등 아직 미흡한 실정이며, 다른 생리활성을 가진 기능성 물질들에 비하여 케일을 이용한 식품 연구는 크게 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 소비자들의 욕구를 충족시키기 위하여 식품의 저장성과 품질을 증진시킬 수 있는 천연 소재를 개발하기 위한 연구의 일환으로 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는 케일을 생면에 첨가해 생면의 저장성, 품질증진 및 관능개선 효과에 대해 살펴보았다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 케일(*Brassica oleracea* var. *acephala*) 분말은 경남 창녕군 장마면에 위치한 (주)산마을(Changnyeong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea)에서 -40°C에서 동결 건조한 케일분말을 구입하여 사용하였으며, 밀가루는 중력분(Daehan Flour Co., Seoul, Korea), 소금은 해표 제제염(순도 98% 이상)을 구입하여 사용하였다. 케일 분말은 -20°C에서 보관하면서 사용하였다.

2. 케일분말 첨가 생면 제조

생면 제조에 사용한 재료의 배합비는 예비실험을 통해 결정하였으며, 케일분말 첨가량은 0, 4, 8, 12%(w/w)의 비율로 첨가하여 Table 1의 재료 배합비에 따라 제조하였다. 밀가루, 케일분말, 소금을 혼합하여 체에 친 후 물을 넣어 10분간 반죽을 하였다. 반죽은 비닐에 싸서 30분간 실온에 보관 후 ATLAS 제면기(OMC-Marcato, Ltd, Italy)를 사용하여 생면을 제조하였다. 제면기의 3단계(7, 5, 4 mm)의 roll을 거쳐 면대의 두께를 점차로 감소시켰으며, 최종 roll 간격 1 mm에서

Table 1. Formula for raw noodle added with kale powder

Kale powder contents (%)	Wheat flour (g)	Kale powder (g)	Water (g)	Salt (g)
0	500	0	245	5
4	480	20	245	5
8	460	40	245	5
12	440	60	245	5

면대를 형성한 다음, 너비 2.0 mm, 두께 1.0 mm인 생면을 제조하였다. 제조된 생면은 진공 포장하여 4°C 냉장온도에서 7 일 동안 저장하였다.

3. 시료 추출물 제조

추출물 제조는 케일 분말 20 g에 각 20배 분량의 70% ethanol (DUKSAN, Ansan, Korea)을 첨가하여 60°C 수욕상에서 3시간 동안 환류 냉각하면서 2회 반복하여 추출하였다. 추출물은 Whatman No. 2(Cat No 1002 110, Whatman international Ltd., Maidstone, England)로 여과하여 rotary vacuum evaporator (NVC-2100, EYELA, Tokyo, Japan)로 감압농축한 후 시료를 -20°C에 보관하며 사용하였고, 생면은 10 g에 10배 분량의 70% ethanol을 가하여 20°C, 200 rpm 조건으로 shaking incubator(SI-900R, JEJIO TECH, Kimpo, Korea)에서 24시간 추출한 다음 Whatman No. 2로 2회 여과하여 사용하였다.

4. 이화학적 분석

1) 케일분말 및 케일 생면의 항산화 활성

항산화 활성은 DPPH free radical 소거능과 환원력으로 측정하였다. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) free radical에 대한 소거 효과는 Blois MS(1958) 방법에 준하여 추출물 0.9 mL에 DPPH solution(1.5×10^{-4} M) 0.3 mL를 가하여 교반한 다음, 실온에서 30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도(V-530, Jasco, Seoul, Korea)를 측정하여 백분율로 나타내었다.

환원력은 Yildirim A(2001)의 방법에 준하여 측정하였다. 추출액 2.5 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide($K_3Fe(CN)_6$) 2.5 mL를 각각 혼합하였다. 이 혼합물을 50°C water bath에서 20분 반응시킨 다음 10% trichloroacetic acid(TCA : CCl_3COOH , w/v) 2.5 mL를 첨가하여 반응액을 원심분리하였다. 상층액 5 mL를 취하여 증류수 5 mL와 혼합한 다음 1% ferric chloride($FeCl_3 \cdot H_2O$) 1 mL 첨가하고, 700 nm에서 흡광도(V-530, Jasco)를 측정하여 환원력을 나타내었다.

총 페놀함량은 Folin-Ciocalteu 법을 응용한 Swain & Hillis

(1959)의 방법에 준하여 측정하였다. 추출물 150 μL 에 증류수 2,400 μL 와 0.25 N Folin-Ciocalteu phenol reagent 150 μL 를 가한 후 3분간 반응시켰다. 이 용액에 1 N sodium carbonate (Na_2CO_3) 300 μL 를 가하여 암소에서 2시간 방치시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co. St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 mg gallic acid(mg GAE/g)으로 나타내었다.

2) 케일분말 첨가 생면의 색도

생면의 색도는 생면의 반죽을 일정한 크기로 잘라 색차계(Colorimeter CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)를 측정하였다. 이때 사용 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 97.26, 0.07, +1.86이었다.

3) 케일분말 첨가 생면 반죽의 조직감

기계적 조직감은 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 사용하였다. 측정 조건에서 test type은 TPA, pre-test speed 2.0 mm/sec, test-speed 1.0 mm/sec, distance 3.0 mm, trigger force 5.0 kg의 조건으로 국수의 반죽을 가로 3 cm, 세로 4 cm, 높이 1 cm 직사각형 모양으로 형성한 후 직경 75 mm의 probe compression platen을 사용하여 5회 반복 측정하였다.

4) 케일분말 첨가 생면의 관능평가

관능검사는 선호도 척도법으로 실시하였다. 관능 요원은 숙명여자대학교 식품영양학과 대학원에 재학 중인 학생 15명을 선정하여 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 평가에 응하도록 하였다. 평가항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 씹힘성(chewiness), 전반적인 기호도(overall palatability)에 대하여 7에 가까울수록 큰 기호도를 나타내는 7점 척도법으로 평가하였다.

5. 케일 분말 첨가 생면의 저장성 평가

1) 수분함량

수분함량은 생면을 약 0.5 g을 취하여 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyser, Ohaus corporation, Zurich, Switzerland)를 이용하여 7일 동안 측정하였다.

2) pH

생면의 pH는 생면 5 g을 취하여 증류수 45 mL와 함께 섞이도록 1분 동안 mixing하고, pH meter(Coring340, Mettler, Toledo, UK)를 이용하여 7일 동안 측정하였다.

3) 총균수

총균수는 생면을 멸균튜브에 5 g 취해 BPW(buffered peptone water) 10 mL를 가한 후 1분간 mixing하여 균질화 한 것을 10배씩 단계 희석하여 0.1 mL를 각각의 배지에 분주하여 생균수를 평판배양법(viable count method)으로 측정하였다. 총균수는 TSA(tryptic soy agar)(Difco, co., U.S.A)에 접종한 후 35°C 배양기에서 24시간 배양한 후 생성된 colony 수를 측정하였다. 총균수는 Log CFU(colony forming unit)/g으로 표시하였다.

6. 통계처리

케일 분말 첨가 생면의 색도, 조직감, 관능평가 결과는 SAS package(Statistical Analysis Program, version 9.1)를 이용하여 평균(Mean)과 표준편차(S.D.)로 나타내었다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검증으로 Duncan's multiple range test와 Tukey's multiple range test를 실시하였다. 저장기간에 따른 케일생면의 품질 특성 결과는 SPSS(Statistic package for social science, Ver 12.0 for Windows) program을 이용하여 이원배치분산분석(two-way ANOVA)를 실시하여 5% 수준에서 각 시료 간에 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 케일분말의 항산화 활성

케일분말의 항산화 활성에 대한 결과는 Table 2에 나타내었다. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) free radical은 짙은 자색을 띠는 안정한 라디칼로 항산화 물질의 전자공여능에 의하여 수소 혹은 전자를 받아 짙은 자색이 탈색됨을 이용하여 DPPH radical 소거능을 측정할 수 있다(Choi 등 2003).

본 실험에서 케일분말의 항산화 활성은 1,000 ppm에서 측정된 값으로 DPPH radical 소거능은 517 nm에서 75.16 \pm 0.44%로 나타났다. 엽채류인 어수리(Bang JY 2009)의 경우 본 연구와 유사한 추출 조건에서 30.23%를 보였으며, 쑥 85.5%, 취나물 51.1%를 보였다(Im SJ 2002).

환원력은 흡광도 수치가 환원력을 나타내며, 높은 환원력을 가진 물질은 흡광도의 수치가 높게 나타내며(Tanaka 등

Table 2. Antioxidant activities in kale powder

Mean \pm S.D.

Item	Kale powder
DPPH free radical scavenging activity	75.16 \pm 0.44%
Reducing power (O.D.)	1.24 \pm 0.01
Total phenolic content	44.47 \pm 0.04 mg GAE/g

1998), 케일분말의 700 nm에서 흡광도는 1.24 ± 0.01 로 나타났다.

총 페놀함량은 페놀성 물질들이 hydroxyl(-OH)기를 가지고 있기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하며, 특히 단백질과 결합하는 성질은 미생물 세포와 작용하여 항균효과를 나타내며, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성에 관여한다(Kwon 등 1993). 케일분말의 총 페놀함량은 44.47 ± 0.04 mg GAE/g으로 나타났다. 어수리(Bang JY 2009)의 경우, 31.06 mg GAE/g으로 케일보다 낮은 페놀함량을 보였다.

2. 케일 분말 첨가 생면의 항산화 활성

제조 직후 생면의 항산화 활성을 분석한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. DPPH free radical 소거 활성은 케일 분말 4, 8, 12% 첨가 생면의 경우, 74.29 ± 0.21 , 77.81 ± 0.18 , $91.97 \pm 1.17\%$ 로 높게 나타났고, 대조군은 $22.09 \pm 0.96\%$ 로 나타났다. 어수리 첨가 생면(Bang JY 2009)의 경우, 최대치인 1%의 첨가량에서 70% 이상의 소거능을 보였으며, 머위 첨가 생면(Lee KH 2011) 역시 최대치 1% 첨가량에서 80% 이상의 소거능을 보였다.

환원력은 DPPH 라디칼과 마찬가지로 항산화 활성의 중요한 지표로 사용되며, 값은 흡광도 값으로 나타내었다. 케일분말 4, 8, 12% 첨가 생면의 경우 0.46 ± 0.01 , 0.78 ± 0.01 , 1.00 ± 0.01 으로 나타났고, 대조군의 경우 0.14 ± 0.01 로 나타났다. 머위 첨가 생면(Lee KH 2011)과 어수리 첨가 생면(Bang JY 2009)은 앞에서의 DPPH 소거능 결과와 마찬가지로 케일보다 높은 활성을 보였다.

총 페놀 함량의 경우, 시료 100 g당 페놀함량 mg으로 나타내었다. 케일분말 4, 8, 12% 첨가 생면의 경우 37.83 ± 0.21 , 45.31 ± 0.12 , 58.64 ± 0.26 mg GAE/100 g을 나타냈고, 대조군의 경우 30.87 ± 0.26 mg GAE/100 g을 나타냈다. 전반적으로 케일 분말 첨가 생면은 첨가량이 증가할수록 높은 활성을 보였다. 청양고추 착즙액 첨가 생면(Hwang 등 2011)의 페놀함량의 경우 착즙액의 첨가량에 따라 23.06~29.80 mg/100 g의 함량이 나타났다.

3. 케일 분말 첨가 생면의 색도

Table 3은 케일 분말을 첨가한 생면 반죽의 색도를 측정된 결과이다. 명도를 나타내는 L값은 대조군의 경우 86.75로 가장 높았으며, 케일분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. a값은 적색도로 -값으로 갈수록 녹색도를 나타내는 것으로, 첨가량이 증가할수록 값이 유의적으로 감소하였다. b값은 대조군이 가장 낮은 18.04를 보였으며, 첨가량이 증가할수록 증가하다가 12%를 첨가한 군은 다시 감소하는 경향을 보였다. 들깨잎을 첨가한 생면 파스타(Kim & Song 2011)의 경우, 첨가량이 증가할수록 L, a, b값 모두 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나, 본 실험에서는 L, a값의 경우 같은 경향을 보였으나 b값의 경우 상반된 경향을 보였다. 천년초 열매 분말 첨가 생면(Jung BM 2010)의 경우, L값과 a값의 경우 같은 본 실험과 같은 경향을 보였으나, b값은 상반된 결과를 보였다.

4. 케일 분말 첨가 생면의 조직감

케일분말을 첨가한 생면 반죽의 기계적 조직감에 대한 측정결과는 Table 4에 나타내었다. 경도(hardness)의 경우, 케일분말 첨가량이 증가함에 따라 대조군보다 유의적으로 증가

Table 3. Color values of raw noodles added with kale powder

Sample (%)	Color values		
	L	a	b
0	$86.75 \pm 0.62^{a1)}$	-1.77 ± 0.10^a	18.04 ± 0.41^d
4	62.53 ± 0.67^b	-13.16 ± 0.70^b	25.73 ± 1.07^b
8	54.20 ± 1.28^c	-14.35 ± 0.25^c	27.26 ± 0.40^a
12	49.16 ± 0.91^d	-12.88 ± 0.30^b	23.60 ± 0.61^c
F-value	1,013.06***	636.06***	106.43***

1) a-d Values with different letters within a column differ significantly by Tukey's multiple range test ($p < 0.001$).

Each value represented means \pm S.D. (n=3).

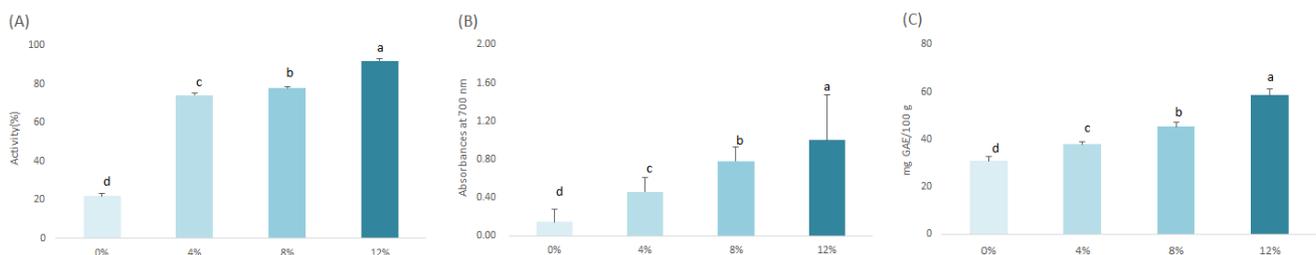


Fig. 1. Antioxidant activities of raw noodle added with kale powder. A: DPPH free radical scavenging; B: Reducing power; C: Total phenolic content. ^{a-e}: Values with different letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.001$). Each value represented means \pm S.D. (n=3).

하는 경향을 보였으며($p<0.001$), 부착성(adhesiveness)의 경우 각 군별로 유의적이지는 않았으나, 케일 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 탄력성(springiness)의 경우, 첨가군 별로 유의적인 차이는 보이지 않아 이는 첨가량이 증가하여도 유연성에는 차이가 없는 것으로 보여진다. 씹힘성(chewiness)의 경우 대조군이 가장 낮으며, 케일분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 값이 증가하다가($p<0.01$) 12%를 첨가한 생면에서 다시 감소하는 경향을 보였다. 검성(gumminess)의 경우, 대조군이 가장 낮은 값을 보였으며, 케일분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 응집성(cohesiveness) 역시 대조군이 가장 낮은 값을 나타냈으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 상백피와 강황 추출 혼합물 첨가 생면(Park 등 2010)의 연구 결과, 본 연구 결과와 비슷하게 정도와 검성에서는 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 것을 보았으며, 탄력성에는 유의적인 차이를 보이지 않은 결과를 보였다. 이는 상백피와 강황 추출 혼합물 생면과 같이 첨가한 소재가 밀가루 반죽의 글루텐 형성을 방해하지 않아 탄력성에는 영향을 주지 않는 것으로 생각된다(Kim 등 2008).

파프리카즙 첨가 생면(Hwang & Jang 2001)의 경우, 첨가량

이 증가함에 따라 정도, 응집성, 탄력성 및 검성이 감소하였다는 결과로 본 연구와는 상이하였으나, 표고버섯을 첨가한(Kim YS 1998) 경우에는 증가되었다고 보고되어 본 실험 결과와 일치하였다. 이처럼 생면 제조 시 첨가물의 종류에 따라 국수의 조직감에 큰 차이가 있음을 알 수 있었다(Lee 등 2009).

5. 케일 분말 첨가 생면의 관능평가

제조한 생면을 조리 후 관능검사를 한 결과는 Table 5에 나타내었다.

케일분말 첨가 생면의 색(color)은 대조군과 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.001$), 나머지 향미(flavor), 맛(taste), 씹힘성(chewiness), 전반적인 기호도(overall palatability) 모두 유의적으로 대조군보다 높게 나타났다($p<0.001$). 하지만 첨가군끼리의 유의적인 차이는 없었으나, 전반적으로 케일 분말을 8% 첨가한 생면이 기호도가 가장 좋게 나타났으며, 모든 평가 항목에서 대조군보다 높은 평가를 받았다. 결과적으로 케일 분말 첨가 8%군이 가장 좋은 평가를 받았지만, 제일 높은 첨가량인 12%까지 첨가를 하여도 대조군에 비해 기호도가 떨어지지 않는 것을 확인할 수 있었다.

Table 4. Texture characteristics of raw noodles added with kale powder

Sample (%)	Item					
	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Springiness (%)	Chewiness (g)	Gumminess (g)	Cohesiveness (%)
0	583.42±65.71 ^{b1)}	-17.04±10.79 ^b	0.62±0.03 ^a	208.41±31.90 ^c	334.75±39.13 ^c	0.57±0.03 ^c
4	756.16±116.10 ^b	-13.92±8.54 ^{ab}	0.72±0.03 ^a	376.17±63.11 ^b	522.49±87.31 ^b	0.69±0.02 ^b
8	1,355.24±193.45 ^a	-8.60±8.35 ^{ab}	0.99±0.06 ^a	976.42±667.88 ^a	963.91±101.91 ^a	0.71±0.03 ^{ab}
12	14,07.28±139.92 ^a	-5.60±2.42 ^a	0.75±0.03 ^a	775.94±74.25 ^{ab}	1,032.71±104.90 ^a	0.73±0.01 ^a
F-value	46.57 ^{***2)}	2.00 ^{NS}	1.34 ^{NS}	5.48 ^{**}	75.20 ^{***}	49.79 ^{***}

¹⁾ a-c Values with different letters within a column differ significantly by Tukey's multiple range test.

Each value represented means±S.D. (n=3).

²⁾ * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, ^{NS} not significant.

Table 5. Sensory characteristics of raw noodle added with kale powder

Sample (%)	Item				
	Color	Flavor	Taste	Chewiness	Overall palatability
0	2.07±1.10 ^{b1)}	2.53±1.13 ^b	3.00±1.31 ^b	3.20±0.86 ^b	2.47±1.19 ^b
4	4.80±1.15 ^a	4.60±1.30 ^a	4.07±0.88 ^a	4.40±0.91 ^a	4.27±0.96 ^a
8	5.07±1.28 ^a	4.73±1.22 ^a	5.00±1.07 ^a	4.73±1.44 ^a	4.93±1.16 ^a
12	4.33±0.62 ^a	4.33±0.82 ^a	4.93±0.96 ^a	5.07±0.80 ^a	4.40±0.91 ^a
F-value	24.69 ^{***}	11.91 ^{***}	10.54 ^{***}	9.29 ^{***}	15.29 ^{***}

¹⁾ a,b Values with different letters within a column differ significantly by Tukey's multiple range test ($p<0.001$).

Each value represented means±S.D. (n=3).

6. 케일 분말 첨가 생면의 저장기간에 따른 변화

1) 수분함량

수분함량은 생면을 4°C에서 7일간 저장하면서 1일 간격으로 측정된 결과, Fig. 2와 같다. 저장 기간에 따라 모든 군에서 수분함량은 감소하는 경향을 보였으며, 제조 직후의 대조군, 케일분말을 4, 8, 12% 첨가한 군의 수분 함량은 각각 32.19, 31.81, 31.73, 30.56%로 나타나 케일 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소하였다. 저장 2일째부터는 모든 군의 수분함량이 감소하였으나, 저장 7일째에는 대조군 27.32%, 케일분말 4, 8, 12% 첨가군은 27.24, 28.69, 29.90%를 나타내어 케일분말 12% 첨가한 구의 변화가 가장 적은 것으로 나타나 케일분말 첨가량이 증가할수록 수분 보유력이 높은 것으로 생각되

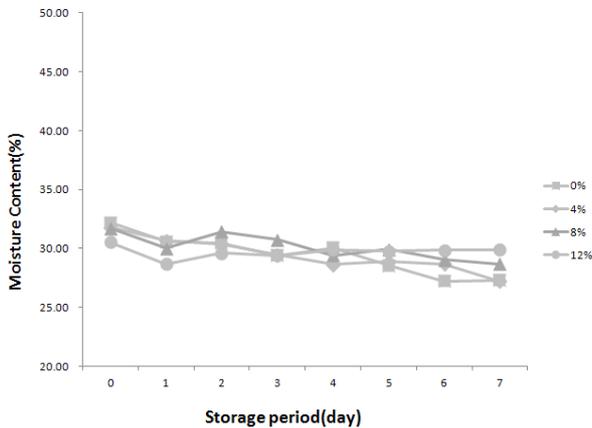


Fig. 2. Change of moisture on raw noodles added with kale powder and storage time.

어진다. 스피루리나를 첨가한 생면(Lee 등 2009)의 경우, 첨가물의 함량이 증가함에 따라 수분함량이 증가하여 본 실험과 상반되는 결과를 보였으나, 저장기간에 따른 수분함량은 감소하는 경향을 보여 본 실험과 비슷한 양상을 보였다.

2) pH

케일 분말을 첨가하여 만든 생면의 pH는 4°C에서 7일 동안 저장하면서 1일 간격으로 pH 변화를 측정하였다. 결과는 Table 6과 같다. 제조 직후 생면의 pH는 대조군이 5.74이었는데, 칼국수와 우동의 초기 pH가 6.01이라고 보고한 것에 비하면 본 실험 시료의 초기 pH가 높은 값을 보였는데, 이것은 생면 제조 시 사용된 밀가루나 반죽 용수 등의 차이에 기인하는 것으로 생각된다(Park 등 2010). 7일 저장 기간 동안 케일 분말 4, 8, 12% 첨가군의 pH는 초기에 각각 5.48, 5.19, 5.05이었는데, 케일 분말을 첨가하지 않은 대조군보다 pH가 유의적으로 낮았다. 대조군은 시간이 지남에 따라 pH가 점차 증가하는 경향을 보이다가 4일째부터 다시 감소하는 경향을 보였으나, 케일을 첨가한 군보다는 높은 pH를 나타냈다. 케일 분말을 첨가한 생면은 pH가 2일째까지는 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 이는 생면에 함유되어 있는 케일 분말로 인한 저장성의 향상 효과로 인한 것이라 생각된다.

3) 총균수

케일 분말 첨가 생면의 세균 증식 억제에 미치는 영향을 알아보기 위해 4°C에서 7일 동안 저장하면서 측정된 생면의 총균수 변화는 Table 7에 나타내었다.

식품공전에 따르면 생면의 세균 수 최대 허용치는 3.0×10^6 log CFU/g으로 되어 있다.

Table 6. Change of pH on raw noodles added with kale powder and storage time

Storage period (day)	Kale powder contents(%)				F-value
	0	4	8	12	
0	5.76±0.04 ^(f)A2)	5.48±0.07 ^{fb}	5.19±0.02 ^{fc}	5.05±0.02 ^{fd}	389.33 ^{***3)}
1	5.76±0.04 ^{fA}	5.48±0.07 ^{fb}	5.19±0.02 ^{fc}	5.05±0.02 ^{fd}	
2	6.38±0.05 ^{aA}	6.10±0.01 ^{aB}	5.84±0.02 ^{ac}	5.70±0.02 ^{ad}	
3	6.31±0.02 ^{bA}	5.96±0.02 ^{bb}	5.71±0.01 ^{bc}	5.43±0.01 ^{bd}	
4	6.06±0.05 ^{cA}	5.70±0.03 ^{cb}	5.45±0.01 ^{cc}	5.23±0.01 ^{cd}	
5	6.01±0.01 ^{dA}	5.63±0.02 ^{db}	5.32±0.01 ^{dc}	5.02±0.02 ^{dd}	
6	6.00±0.03 ^{eA}	5.43±0.02 ^{eb}	5.24±0.04 ^{ec}	5.04±0.03 ^{ed}	
7	5.95±0.17 ^{eA}	5.58±0.03 ^{eb}	5.18±0.02 ^{ec}	4.98±0.02 ^{ed}	
F-value	1,818.20 ^{***}				

1) a-f Values with different letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.
 2) A-E Values with different letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test.
 3) * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 7. Change of total microbial cell count on raw noodles added with kale powder storage time (log CFU/g)

Storage period (day)	Kale powder contents(%)				F-value
	0	4	8	12	
0	2.41±0.09 ^{d1)A2)}	2.80±0.16 ^{dB}	3.04±0.02 ^{dc}	2.84±0.10 ^{dc}	95.49 ^{***3)}
1	2.62±0.06 ^{cA}	2.46±0.14 ^{cB}	2.97±0.10 ^{cC}	3.15±0.01 ^{cC}	
2	2.85±0.05 ^{bA}	2.83±0.06 ^{bB}	3.20±0.06 ^{bC}	3.16±0.81 ^{bC}	
3	3.14±0.08 ^{eA}	2.38±0.28 ^{eB}	2.56±0.16 ^{eC}	2.62±0.19 ^{eC}	
4	3.38±0.06 ^{bA}	3.08±0.08 ^{bB}	2.19±0.11 ^{bC}	2.70±0.11 ^{bC}	
5	3.60±0.10 ^{bA}	3.01±0.09 ^{bB}	2.29±0.08 ^{bC}	2.31±0.02 ^{bC}	
6	3.80±0.05 ^{aA}	3.71±0.06 ^{aB}	2.73±0.03 ^{aC}	2.77±0.07 ^{aC}	
7	3.42±0.06 ^{aA}	3.69±0.04 ^{aB}	2.69±0.03 ^{aC}	2.74±0.04 ^{aC}	
F-value	485.28 ^{***}				

1) a-g Values with different letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

2) A-d Values with different letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test.

3) * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

생면 제조 직후의 초기 세균 수는 2.41~3.28 log CFU/g으로 케일 분말을 첨가한 것과 하지 않은 것에 큰 차이가 없었다. 시간이 지남에 따라 대조군은 점차적으로 세균 수가 증가하는 반면, 케일 분말을 첨가한 생면은 저장한 기간 동안 총 세균 수가 크게 변화하지 않았다($p < 0.001$). 케일 분말을 4, 8, 12%를 첨가한 생면을 비교하였을 때 12%를 첨가한 생면이 가장 총 세균수가 적게 나왔다($p < 0.001$). 이러한 결과로 미루어 보았을 때 케일 분말을 첨가한 것이 저장성을 증가시켰다고 생각된다. 매생이 분말을 첨가한 생면(Park JH 2010)의 경우, 6일 이전까지는 저장 기간이 경과함에 따라 매생이 분말 첨가군이 대조군에 비해 세균 수 증가 속도가 낮게 나타난 것으로 보아 본 실험 결과와 일치하였고, 천년초 열매 분말을 첨가한(Jung BM 2010) 경우에도 첨가군이 대조군에 비해 세균 수 증가 억제가 된 것을 보아 역시 본 실험 결과와 동일하였다.

요약 및 결론

본 연구는 케일 분말을 4, 8, 12% 비율로 첨가한 생면을 제조한 후 품질 특성과 기능성을 조사하였다. 케일 분말을 첨가한 생면의 색도 결과, 명도는 유의적으로 감소하는 경향을 보이며, a값은 -값으로 첨가량이 증가할수록 값이 유의적으로 감소하였다. b값은 대조군이 가장 낮은 18.04를 보였으며, 첨가량이 증가할수록 증가하다가 12%를 첨가한 군은 다시 감소하는 경향을 보였다. 물성 측정 결과, 부착성과 탄력성은 유의적인 차이가 없었으나, 씹힘성, 감성, 응집성은 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 관능평가 결과, 케일 첨가군이 대조군보다 높은 점수를 받았다. 케일 분말 첨가군

사이에 유의적인 차이는 없었으나, 케일분말을 8% 첨가한 군이 가장 높은 점수를 받아 기호도가 좋은 것으로 나타났다. 저장기간 동안 수분 함량은 저장 기간이 지남에 따라 모든 군이 점차 감소하는 경향을 보였으며, pH 측정 결과, 저장 기간이 지남에 따라 대조군에 비해 첨가군의 pH가 낮게 나타났다. 총균수는 저장기간 동안 대조군에 비해 크게 증가하지 않았다. 생면의 항산화능은 케일 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 본 연구 결과, 케일 분말을 8% 첨가한 생면이 기호도적인 면과 기능적인 면을 모두 충족시켜줄 수 있다고 생각된다. 또한 케일 분말을 첨가한 생면의 경우, 일반적인 면보다 저장성을 연장시킬 수 있을 것으로 생각된다.

References

- Bang JY. 2009. Antioxidative activity of *Heracleum moellendorffii hance* extracts and quality characteristics of heracleum moellendorffii hance raw noodle. Master's Thesis. Sookmyung women's Univ. Seoul. Korea
- Bark SW, Kim KBWR, Kim MJ, Kang BK, Park WM, Kim BR, Park HM, Choi JS, Choi HD, Ahn DH. 2013. Effects of autoclave and microwave treatments for quality of wet noodles. *Korean J Food Nutr* 26:850-856
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1190-1200
- Choi CS, Song ES, Kim JS, Kang MH. 2003. Antioxidative activities of *Castanea crenata* Flos. methanol extracts. *Korean*

- J Food Sci Technol* 35:1216-1220
- Choi SH. 2015. Quality characteristics of muffins added with kale powder. *Korean J Cul Res* 21:187-200
- Chung SY, Kim HW, Yoon S. 1999. Analysis of antioxidant nutrients in green yellow vegetable juice. *Korean J Food Sci Technol* 31:880-886
- Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Jeong HS, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of wet noodle combined with cheongyang hot pepper(*Capsicum annuum* L.) juice. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 40:860-866
- Hwang JH, Jang MS. 2001. Effect of paprika(*Capsicum annuum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodles (I). *Korean J Soc Food Cook Sci* 17:373-379
- Jung BM. 2010. Quality characteristics and storage properties of wet noodle with added *Chennyuncho* fruit powder. *Korean J Food Cook Sci* 26:821-830
- Im SJ. 2002. Screening for antioxidant activity and antimutagenic effect of 15 vegetables. Master's Thesis. Hannam Univ. Daejeon. Korea
- Kim DH. 2006. Effect of addition of polymannuronic acid on the quality of wet noodles. *Korean J Food Nutr* 19:261-266
- Kim JD, Lee OH, Lee JS, Jung HY, Kim BK, Park KY. 2014. Safety effects against nitrite and nitrosamine as well as antimutagenic potential of kale and *Angelica keiskei* vegetable juices. *J Korean Soc Food Sci Nur* 43:1207-1216
- Kim JS, Song SI. 2011. Quality characteristics of fresh pasta noodles with perilla leaves. *Korean J Cul Res* 17:209-220
- Kim SY, Kang MY, Kim MH. 2008. Quality characteristics of noodle added with browned oak mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J Food Cook Sci* 24:665-671
- Kim SY. 2012. Comparison of nutritinal composition and antioxidant activities of building blocks in *Shinseoncho* and kale green vegetable juices. *Prev Nur Food Sci* 17:269-273
- Kim YS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30:1373-1380
- Kwon IB, An BJ, Yu JH, Lee SY. 1993. Structure determination of anti-plaque agents for prevention of dental cares from cacao bean husk. *Korean J Biotechnol Bioeng* 8:69-72
- Lee JA. 2015. Quality characteristics of cookies added with kale powder. *Korean J Cul Res* 21:40-52
- Lee KH. 2011. Antioxidative activity of butterbur extracts and quality characteristics of butterbur noodles. Master's Thesis. Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Lee YJ, Wok SC, Kim HJ, Lee JH, Kim MR. 2009. Quality characteristics of raw and cooked spirulina added noodles during storage. *Korean J Food Preserv* 16:23-32
- Park NB, Lee SY, Yoon SY, Kim KBWR, Song EJ, Lee SJ, Lee CJ, Jung JY, Kwak JH, Lee HD, Choi HD, Ahn DH. 2010. Effect of extracts from *Morus alba* L. and *Curcuma aromatica* on shelf-life and quality of wet noodle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:750-756
- Park BH, Cho HS, Bae KY. 2008. Quality characteristics of dried noodle made with lotusroot powder. *Korean J Food Cook Sci* 24:593-600
- Park JH, Kim SY, Chung EJ, Yoon S, Lee-Kim YC. 2005. Effect of freeze-dried green vegetable extract on lipid profiles and antioxidant status in the rat. *Korean J Nutr* 38:11-19
- Park JH. 2010. Antioxidant activity of maesangi(*Capsosiphon fulvescens*) powder by different drying methods and characteristics of wet noodle added maesangi powder. Ms Thesis. Sejong Univ. Seoul. Korea
- Seo HS, Chung BH, Cho YG. 2008. The antioxidant and anticancer effects of butterbur (*Petasites japonicus*) extracts. *Korean J Plant Res* 21:265-269
- Sung SY, Kim MH, Kang MY. 2008. Quality characteristics of noodles containing *Pleurotus eryngii*. *Korean J Food Cook Sci* 24:405-411
- Swain T, Hills WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10:63-68
- Tanaka M, Kuie CW, Nagashima YAA, Taguchi T. 1998. Application of antioxidative maillard reaction products from histidine and glucose to sardine product. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54:1409-1414
- Yildirin A, Mari A, Kara AA. 2001. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *J Agric Food Chem* 49:4083-4089

Received 20 November, 2017

Revised 24 May, 2018

Accepted 05 June, 2018