

## 기능성 부재료를 첨가한 시판 국수류의 항산화 특성

손 종 연<sup>1</sup> · 강 근 옥<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>국립한경대학교 식품생물공학과, <sup>2</sup>국립한경대학교 영양조리학과

### Antioxidant Properties of Commercial Noodles Supplemented with Functional Ingredients

Jong-Youn Son<sup>1</sup> and Kun-Og Kang<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University, Ansong 456-748, Korea

<sup>2</sup>Department of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Ansong 456-748, Korea

#### Abstract

We investigated noodles supplemented with functional ingredients for their antioxidant properties, including total phenol, flavonoid contents, electron donating, nitrite scavenging abilities and ferrous ion chelating effect. The total polyphenol contents of functional noodles arranged in order of decreasing concentration were kudzu (7.98%) > green tea (4.99%) > pumpkin (5.03%) > mulberry leaves (4.99%) > mugwort (4.23%) > cactus (3.57%) > kelp (3.33). The total flavonoid contents in green tea noodles were the highest as 4.35%. The electron donating ability in mugwort noodle was the highest as 12.27% at 1,000 ppm. This amount was 4.85 times than that of wheat flour noodle (2.53%). The nitrite scavenging ability of functional noodles at pH 1.2 arranged in order of decreasing concentration were green tea (66.52%) > cactus (55.12%) > kudzu (52.67%) > pumpkin (50.50%) > mulberry leaves (43.58%) > kelp (41.41%) > mugwort (37.66). The nitrite-scavenging ability of green tea noodle was lower than ascorbic acid (natural antioxidant) 77.83%, while that of green tea noodle was similar with BHT (artificial antioxidant) 69.45%. The ferrous ion chelating effect of noodles containing kelp were the highest as 27.02%. All of the experimental results showed good antioxidant property. Thus, noodles supplemented with mulberry leaves, cactus, mugwort, green tea, pumpkin, kelp or kudzu, demonstrated to have good functional effects for human health.

Key words : Commercial noodle, functional ingredient, antioxidant property

#### 서 론

면류는 곡류와 전분을 주원료로 가늘고 길게 썰거나 뽑아 내어, 삶아먹거나 비벼먹는 음식을 총칭하는 것으로 용도에 따라 국수, 냉면, 당면 및 파스타류로 분류된다. 면류 시장의 전체 규모를 보면, 2009년 기준(라면 제외)으로 국내 생산량은 30만 톤, 출하액은 5,380억 원에 달하고 있으며, 이 중 출하액 비중은 국수가 69.0%로 가장 높다(한국식품공업협회 2011). 또한 2010년에는 전체 면류 매출 중 국수가 22.4%로 가장 많은 비율을 차지하고 있다(<http://finance.daum.net> 2013).

국수는 조리법이 단순하여 빨리 먹을 수 있을 뿐만 아니라, 여러 가지 부재료와 장국에 따라 쉽게 변화할 수 있는 장점이 있어 다양한 맛으로 사람들의 입맛을 채워줄 수 있으므로, 현대를 살아가는 사람들의 기호에 좋은 음식이라고 할 수 있다. 특히 평균 수명이 늘어감에 따라 건강에 대한 관심

이 그 어느 때보다 높아지고 있어, 영양 가치는 물론이거니와 건강지향적 기능성 물질들을 첨가한 국수류들에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 국수에 기능성 재료를 첨가하는 기술은 재료의 영양성분을 최대화하면서 국수의 식감을 저하시키지 않도록 하는 방향으로 개발되고 있으며, 다양한 색상(Kim *et al* 2008)과 기능성을 가진 국수에 관한 연구가 진행되었다(Park *et al* 2010, Song & Jung 2009, Jung *et al* 2009, Kim & Shim 2006, Kim ML 2006).

시판되고 있는 일부 기능성 국수류의 첨가 부재료 특성을 살펴보면, 우선 빵잎에 존재하는 주요 성분은 비휘발성 성분인 rutin, quercetin, isoquercetin 등의 플라보노이드로, 이 중에서 rutin은 인체 내 모세혈관 강화 작용과 수축 작용을 나타내는 순환계 질환 치료제와 혈압 강화제로 이용되고 있다(Makam KR 1989, Lim *et al* 2007). 녹차에는 flavonol, flavonone, flavonoid, phenolic acid 등을 포함한 폴리페놀성 화합물이 함유되어 있어 강한 항산화 작용을 나타내며, 이들 화합물의 대부분은 catechin으로 알려진 플라보노이드류인 것으로 알려져 있다(Park *et al* 1998). 썩은 국화과의 썩속(*Arte-*

\* Corresponding author : Kun-Og Kang, Tel : +82-31-670-5181, Fax : +82-31-670-5187, E-mail : cocco-9522@hanmail.net

*misia*)에 속하는 번식력이 강한 다년생 초본으로 국내에서 인진쑥, 약쑥, 참쑥, 산쑥 등을 소재로 다양한 연구가 이루어지고 있는데, 이 중 인진쑥은 항산화, 항암, 체내 지질대사 촉진 및 간독성 저하 효과 등이 보고되어 있다(Jin *et al* 2008). 또한 Kaufman *et al*(1997)은 칩뿌리에 아이소플라본(isoflavone)의 하나인 puerarin이 상당량 존재하여 이의 새로운 공급원으로 이용될 수 있다고 하였다. 그럼에도 불구하고 이렇듯 기능이 우수한 부재료를 첨가하여 제조된 국수류에서 어느 정도 항산화 효과를 얻을 수 있는지를 밝힌 연구는 아직 수행된 바 없다.

이러한 맥락에서 본 연구에서는 국내에서 시판되고 있는 국산 건국수류의 종류를 조사하고, 이 중 빵잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마, 칩 등을 첨가한 건국수를 시료로 선정하여 이들의 항산화 특성을 비교함으로써 기능성 국수 제조 및 소비자들의 구매에 대한 기초 자료로 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

국내에서 시판되고 있는 국산 건국수류의 현황 조사 결과, 주재료 및 부재료 첨가 종류별로 총 58개 제품을 확인하고, 이를 첨가 재료의 종류에 따라 1) 주재료에 따른 국수류, 2) 곡류 및 서류 첨가 국수류, 3) 기능성 소재 첨가 국수류, 4) 기타 소재 첨가 국수류로 분류하였다. 이 중 기능성 소재를 첨가하여, 건국수 형태로 제조된 제품을 실험 대상으로 정하고, 2012년 1월 시중의 마트와 인터넷 쇼핑몰을 통해 구입한 시료로 사용하였다. 선정한 국수는 빵잎, 백련초, 녹차, 다시마, 칩국수와 대조구로 사용한 밀국수는 구포국수(부산), 쑥국수는 거창국수(거창), 호박국수는 성실국수(서울) 등이었다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 일반 성분의 분석

일반 성분은 AOAC 법(AOAC 1995)에 따라 행하였다. 즉, 수분은 105℃ 상압건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백은 semi micro Kjeldahl 법(Nx5.70), 조회분은 550℃ 회화법, 조섬유는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH 법으로 정량하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분을 뺀 값으로 하였다.

#### 2) 추출물의 제조

시료 분말 50 g을 칭량하고, 200 mL의 99.5% methanol을 각각 첨가한 후, 70℃에서 5시간 동안 3반복 추출하였다. 추출물은 여과지(Whatman No. 2)로 여과하고, 감압 회전 증발기로 40±1℃에서 농축 건조한 후 다시 동결건조하여 시료로

사용하였다. 추출수율의 측정은 추출에 사용한 건면에 대한 추출물의 총 고형분 함량의 백분비로 하였다. 제조된 시료는 냉동실(-40℃)에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

추출 수율(%) =

$$\frac{\text{시료 추출 후의 수기 무게(g)} - \text{수기의 함량(g)}}{\text{시료의 채취량(g)}} \times 100$$

### 3) 총 페놀성 화합물 함량 측정

총 폴리페놀 화합물 함량은 Folin-Dennis 법(Folin & Denis 1912)에 의하여 분석하였다. 즉, Folin-Dennis 시약은 sodium tungstate 10 g, phosphomolybdic acid 2g, phosphoric acid 5 mL를 100 mL 용량 플라스크에 넣고 증류수로 정용한 후, 삼각 플라스크에 옮겨 2시간 동안 환류 조작하여 사용하였다. 실험 방법으로는 캡튜브에 증류수 7 mL, 시료 용액(100 µg/mL) 1 mL를 넣은 후 Folin-Dennis 시약 0.5 mL를 첨가하여, 정확히 3분 후에 sodium carbonate 포화 용액 1 mL, 증류수 0.5 mL를 넣고 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준 검량 곡선은 탄닌산(tannic acid, Sigma Co., St. Louis, USA)을 사용하여 작성하였으며, 표준 곡선 작성에 이용한 tannic acid의 농도는 25, 50, 75 및 100 µg/mL이었다.

### 4) 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Kang *et al*(1996)의 방법으로 행하였다. 즉, 시료 용액(200 µg/mL) 1 mL와 diethylene glycol 10 mL를 혼합하고, 여기에 1 N NaOH 용액 1 mL를 가하여 잘 혼합하고, 37℃에서 1시간 반응시킨 후, 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준 검량 곡선은 quercetin(Sigma Chemical Co., USA)을 사용하여 작성하였으며, 표준 곡선 작성에 이용한 quercetin의 농도는 50, 100, 150 및 200 µg/mL이었다.

### 5) DPPH에 의한 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois 방법(Blois MS 1958)을 응용하여 각 시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거 활성을 측정하였다. 시험관에 8×10<sup>-3</sup> M DPPH 용액 3 mL와 methanol에 녹인 시료(0.1 mg/mL, 0.5 mg/mL 및 1.0 mg/mL) 0.15 mL를 넣고 잘 혼합한 후, 실온에서 30분간 방치한 다음 516 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 따로 blank 시험을 하여 대조구의 흡광도를 같은 조건에서 측정하였다. 이들 측정값을 다음 식에 대입하여 DPPH radical 소거활성을 계산하였다. 또한 항산화제인 BHT와 ascorbic acid를 동일한 농도로 첨가하여 비교, 측정하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = 1 - \frac{\text{시료의 흡광도} - \text{시료의 공시험 흡광도}}{\text{대조구 흡광도}} \times 100$$

6) 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능은 Gray & Dugan(1975)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 2 mL에 시료액(2 mg/mL) 1 mL를 가하고, 0.1 N HCl(pH 1.2), 0.2 M 구연산 완충액(pH 3.0 및 pH 6.0)으로 각각 pH 1.2, 3.0 및 6.0으로 조정 한 후 반응액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL씩 취하고, 2% 초산 용액 5 mL와 Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 이 혼합액을 15분간 실온에서 방치한 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 함량을 구하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 동일하게 행하였다. 아질산염 소거작용은 시료를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율로 나타내었다.

$$\text{아질산염 소거능} = 1 - \frac{\text{시료의 흡광도} - \text{시료 대조구}}{\text{공시험 흡광도} - \text{공시험 대조구}} \times 100$$

7) Ferrous Ion Chelating 효과

Ferrous ion chelating 효과는 Marcocci *et al*(1994)의 방법으로 측정하였다. 즉, 각 시료 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM FeCl<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O(iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine [3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA] 용액 0.1 mL를 순서대로 첨가하여 혼합한 다음, 실온에서 10분

간 반응시켜 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. Chelating 효과는 아래의 수식에 따라 산출하였으며, 각 시료의 ferrous ion chelating 효과를 비교하기 위하여, 100 ppm의 EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid; Sigma Chemical Co., USA)를 대조군으로 사용하였다.

$$\text{Chelating activity(\%)} = 1 - \frac{A}{B} \times 100$$

A : 시료 첨가군의 흡광도  
B : 용매 첨가군의 흡광도

8) 통계 처리

실험 결과는 SAS package(release 8.01)를 이용하여 평균± 표준 편차로 표시하였고, 평균값의 통계적 유의성은 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 일반 성분

밀국수 및 빵잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마, 칩 등을 각각 첨가하여 제조한 기능성 국수의 일반 성분을 분석한 결과는 Table 1과 같았다. 국수의 수분 함량은 10.25~11.86%로 백련초 첨가 국수에서 가장 높았으며, 대조구인 밀국수(9.52%)에 비해 모든 국수에서 높은 함량을 나타내었다. 단백질 함량은 8.16~11.32%로 쑥 첨가 국수에서 가장 높고, 녹차 첨가 국수에서 가장 낮았다. 조지방의 함량은 0.55~1.76%로 백련초 첨가 국수에서 가장 낮았다. 조회분의 함량은 1.97~5.37%로 다시마 첨가 국수에서 가장 높았으며, 호박 첨가 국수에서 가장 낮았다. 조섬유의 함량은 0.48~0.95% 범위였고, 칩 첨가 국수(0.94%)에서 가장 높았으며, 이어 쑥 첨가 국

Table 1. Approximate composition of the noodles containing functional ingredient (Unit : %)

Items	Kinds of functional noodles							
	Control	Mulberry leaves	Cactus	Mugwort	Green tea	Pumpkin	Kelp	Kudzu
Moisture	9.52±0.004 <sup>d</sup>	10.79±0.08 <sup>c</sup>	11.86±0.07 <sup>a</sup>	11.51±0.11 <sup>a</sup>	11.15±0.11 <sup>b</sup>	10.25±0.08 <sup>c</sup>	11.15±0.15 <sup>b</sup>	11.21±0.16 <sup>b</sup>
Crude protein	11.58±0.08 <sup>a</sup>	10.45±0.00 <sup>b</sup>	11.12±0.05 <sup>a</sup>	11.32±0.13 <sup>a</sup>	8.16±0.08 <sup>c</sup>	11.29±0.00 <sup>a</sup>	10.52±0.01 <sup>b</sup>	10.39±0.05 <sup>b</sup>
Crude lipid	0.96±0.01 <sup>b</sup>	1.76±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.01 <sup>c</sup>	0.77±0.01 <sup>c</sup>	1.03±0.09 <sup>b</sup>	0.63±0.05 <sup>c</sup>	0.59±0.05 <sup>c</sup>	1.73±0.02 <sup>a</sup>
Crude ash	2.20±0.08 <sup>d</sup>	4.22±0.01 <sup>b</sup>	5.15±0.04 <sup>a</sup>	4.25±0.14 <sup>b</sup>	3.80±0.05 <sup>c</sup>	1.97±0.14 <sup>d</sup>	5.37±0.10 <sup>a</sup>	4.69±0.16 <sup>b</sup>
Crude fiber	0.46±0.05 <sup>c</sup>	0.60±0.02 <sup>b</sup>	0.74±0.02 <sup>b</sup>	0.94±0.02 <sup>a</sup>	0.52±0.03 <sup>c</sup>	0.74±0.02 <sup>b</sup>	0.48±0.02 <sup>c</sup>	0.95±0.06 <sup>a</sup>
Carbohydrate	75.28±0.26 <sup>a</sup>	72.17±0.13 <sup>b</sup>	70.59±0.18 <sup>c</sup>	71.18±0.42 <sup>b</sup>	75.34±0.36 <sup>a</sup>	75.12±0.29 <sup>a</sup>	71.89±0.34 <sup>b</sup>	71.03±0.45 <sup>b</sup>

Control : 100% wheat flour noodle.  
Values are Mean±S.D.(n=3)

<sup>a~d</sup> Values with different superscript within a same row are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

수(0.94%), 백련초 및 호박 첨가 국수(0.74%), 뽕잎 첨가 국수(0.60%), 녹차 첨가 국수(0.52%)의 순이었고, 밀국수는 0.46%로 가장 함량이 낮았다. 탄수화물은 대조구, 녹차 첨가 국수 및 호박 첨가 국수에서 75% 정도로 유사한 함량을 나타내었고, 백련초 국수는 70% 정도로 가장 함량이 낮았다.

2. 추출수율

뽕잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩을 각각 첨가하여 제조한 국수의 추출수율은 Table 2와 같이, 5.34, 5.10, 5.43, 5.50, 5.23, 6.05 및 5.60%로 다시마 첨가 국수의 경우, 가장 높은 추출수율을 보였고, 백련초 첨가 국수에서 가장 낮은 추출수율을 나타내었으며, 기능성 부재료를 첨가하지 않은 대조구인 밀국수의 추출수율은 3.90으로 모든 시료 중 가장 낮은 수율을 보였다( $p < 0.05$ ).

3. 총 페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량

일반적으로 하나 이상의 수산기로 치환된 방향족 환을 가지고 있는 식물성분을 페놀(phenol)성 화합물이라고 하며, 보통 페놀성 화합물은 에스터 결합에 의하여 당이나 단백질과 결합하여 배당체로서 존재하는 경우가 많아 극성용매에 잘 녹는다(Woo WS 1995). 이러한 페놀성 화합물에는 유리 래디칼(free radical)들과 쉽게 수소 교환 반응을 일으킬 수 있는 활성을 가진 수소원자가 존재하며, 공명으로 안정화될 수 있는 구조를 가지고 있다. 또한 래디칼 생성 촉진 물질인 금속이온(Fe, Cu)과도 쉽게 결합하여 유리 래디칼의 생성을 억제하므로, 천연에 존재하는 많은 페놀성 화합물이 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 페놀 화합물의 주된 역할 중 하나는 자유 래디칼을 소거하는 것이며, 따라서 페놀성 화합물인 플라보노이드나 페놀산 등의 페놀 함량은 항산화 활성을 나타내는 중요한 인자로 작용한다. 일반적으로 항산화 활성이 증가함에 따라 총 페놀 함량도 증가한다고 알려져 있다(Halliwel & Gyttterige 1990).

뽕잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩을 각각 첨가하여 제조한 국수의 총 페놀 화합물의 함량은 Fig. 1과 같이 각각 4.99, 3.57, 4.23, 5.93, 5.03, 3.33 및 7.98%로 칩 첨가 국수

에서 가장 높았으며, 다음은 녹차 > 호박 > 뽕잎 > 쑥 > 백련초 > 다시마 첨가 국수의 순이었다. 이는 밀국수의 3.19%와 비교해 볼 때, 칩 첨가 국수는 약 2.5배, 녹차 첨가 국수는 약 1.86배의 페놀 함량 증가를 보이는 것이다.

총 플라보노이드의 함량은 뽕잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩 첨가 국수에서 각각 0.17, 2.03, 3.25, 4.35, 1.80, 0.17 및 1.57%로 녹차 > 쑥 > 백련초 > 호박 > 칩 > 뽕잎, 다시마 첨가 국수의 순으로 나타나, 녹차와 쑥 첨가 국수에서 높은 함량을 보였고, 밀국수는 1.39%의 함량을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). 이상의 결과에서 녹차, 칩 및 쑥을 첨가하여 국수를 제조할 경우, 페놀성 화합물 함량이 비교적 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 전자공여능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 화합물 내 질소 중심의 안정화된 구조의 radical로 존재하지만, 반응계에서 전

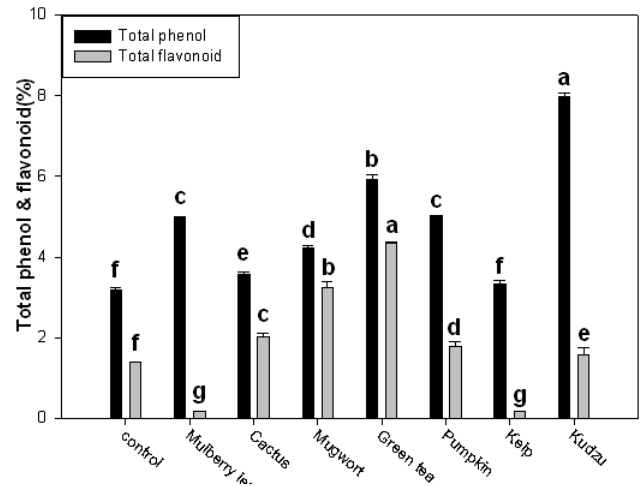


Fig. 1. Total phenol and flavonoid content of the noodles containing functional ingredient. Control: 100% wheat flour noodle. Values are mean±S.D.(n=3) a~g Values with different letters the row are significantly different( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple test.

Table 2. Extraction yields of the noodles containing functional ingredient

Items	Kinds of functional noodles							
	Contro	Mulberry leaves	Cactus	Mugwort	Green tea	Pumpkin	Kelp	Kudzu
Extraction yields(%)	3.90±0.02 <sup>e</sup>	5.34±0.03 <sup>c</sup>	5.10±0.05 <sup>d</sup>	5.43±0.04 <sup>b</sup>	5.50±0.06 <sup>b</sup>	5.25±0.04 <sup>c</sup>	6.05±0.06 <sup>a</sup>	5.60±0.06 <sup>b</sup>

Control : 100% wheat flour noodle. Values are mean±S.D.(n=3)

a~e Values with different letters the row are significantly different( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple test.

자를 공여하면 고유의 청남색이 옅어지는 특성이 있기 때문에 이 흡광도의 감소 비율을 517 nm에서 비색 정량하여 시료의 전자공여능(electron donating ability, EDA)을 측정할 수 있다. 따라서 전자공여능은 free radical에 전자를 공여하여 식품 중의 지질 산화를 억제하는 척도로 널리 사용되고 있다 (Shin *et al* 2005).

콩잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩 첨가 국수의 전자공여능을 측정된 결과는 Table 3과 같이 1,000 ppm에서 각각 2.82, 5.38, 4.50, 12.27, 4.56, 7.28 및 8.69%로, 녹차 첨가 국수가 가장 높은 전자공여능을 보였다. 밀국수 2.53%와 비교할 때, 녹차 첨가 국수의 전자공여능은 약 4.85배 증가하였으며, 칩 첨가 국수는 3.43배 증가하는 것으로 나타났다. 콩잎 첨가 국수는 1.11배, 백련초 첨가 국수는 2.13배, 쑥 첨가 국수는 1.78배 증가하였다.

5. 아질산염 소거능

아질산염은 위장 내의 강산성 조건에서 단백질성 식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 2급 및 3급 amine 그리고 그 amide와 nitroso화 반응을 하여 발암 물질로 알려진 nitrosoamine을 생성하는 것으로 보고되어 있다. Nitroso화 반응을 억제하기 위해서는 nitrosoamine 생성 기질인 amine의 생성을 억제하거나 아질산염을 소거해야 한다(Ju *et al* 2005). 식품에서 일어나는 니트로사민 생성반응은 nitrite와 반응할 수 있는 화합물에 의해 억제될 수 있으며, 니트로사민 생성을 억제하는 대표적인 물질들로 비타민 C, 토코페롤, 폴리페놀 화합물 등이 있다. 이들은 nitrosamine agent를 빠르게 파괴하거나 반응성이 없는 물질로 환원시키는 역할을 담당한다(Gray & Dugan 1975, Byers & Perry 1992).

콩잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩 첨가 국수의 아질산염 소거능은 Fig. 2와 같이 pH 1.2에서 각각 43.58, 55.12, 37.66, 66.52, 50.50, 41.41 및 52.67%로 녹차 첨가 국수에서 가장 강한 아질산염 소거능을 보였는데, 이러한 수치는 BHT 69.45와 ascorbic acid 77.83보다는 다소 낮지만, 매

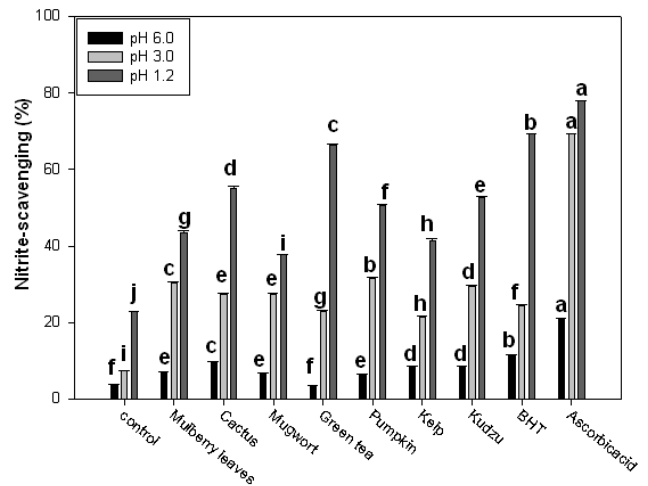


Fig. 2. Nitrite-scavenging abilities of the noodles containing functional ingredient.

Control : 100% wheat flour noodle.

Values are mean±S.D.(n=3)

<sup>a~g</sup> Values with different letters the row are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

우 우수한 소거능을 나타낸다.

6. Ferrous Ion Chelating 효과

Peroxy와 alkoxy 라디칼은 분자 재구성을 통해 여러 형태의 과산화물로 전환되고, 그중 지질과 산화물은 그 자체로는 상당히 안정적이거나 철 이온과 같은 전이금속에 의해 분해가 촉진되어 생성된 지질과 산화 분해산물들은 다양한 유해 작용을 한다고 알려져 있다(Halliweill B 1991, Fridovich I 1995). Table 4와 같이 밀국수의 ferrous ion chelating 효과는 17.35%이었고, 콩잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩 첨가 국수의 ferrous ion chelating 효과는 각각 23.68, 15.19, 8.89, 5.59, 4.68, 27.02 및 13.34%로 다시마 첨가 국수에서 가장 높은 ferrous ion chelating 효과를 보였다. 다음은 콩잎 첨가 국수에서 높았으며, 호박 첨가 국수의 ferrous ion chelating

Table 3. Electron donating abilities of the noodles containing functional ingredient

Items	Kinds of functional noodles								BHT	Ascorbic acid
	Control	Mulberry leaves	Cactus	Mugwort	Green tea	Pumpkin	Kelp	Kudzu		
100 ppm	1.52±0.00 <sup>f</sup>	0.22±0.00 <sup>g</sup>	2.93±0.10 <sup>e</sup>	3.37±0.10 <sup>d</sup>	5.65±0.02 <sup>c</sup>	1.30±0.00 <sup>f</sup>	3.69±0.01 <sup>d</sup>	3.15±0.01 <sup>d</sup>	10.32±0.08 <sup>b</sup>	47.00±0.08 <sup>a</sup>
500 ppm	1.88±0.06 <sup>f</sup>	0.43±0.00 <sup>g</sup>	3.04±0.01 <sup>e</sup>	3.82±0.09 <sup>d</sup>	6.97±0.09 <sup>c</sup>	1.74±0.10 <sup>f</sup>	4.89±0.01 <sup>d</sup>	5.11±0.01 <sup>d</sup>	36.60±0.01 <sup>b</sup>	95.87±0.10 <sup>a</sup>
1,000 ppm	2.53±0.06 <sup>g</sup>	2.82±0.01 <sup>g</sup>	5.38±0.05 <sup>e</sup>	4.50±0.15 <sup>f</sup>	12.27±0.08 <sup>c</sup>	4.56±0.10 <sup>f</sup>	7.28±0.02 <sup>d</sup>	8.69±0.09 <sup>c</sup>	56.23±0.10 <sup>b</sup>	99.28±0.06 <sup>a</sup>

Control : 100% wheat flour noodle.

Values are mean±S.D.(n=3)

<sup>a~g</sup> Values with different letters the row are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

Table 4. Ferrous ion chelating effects of the noodles containing functional ingredient

Items	Kinds of functional noodles								EDTA
	Control	Mulberry leaves	Cactus	Mugwort	Green tea	Pumpkin	Kelp	Kudzu	
1,000 ppm	17.35±0.79 <sup>c</sup>	23.68±0.72 <sup>b</sup>	15.19±0.33 <sup>c</sup>	8.89±0.99 <sup>d</sup>	5.59±0.07 <sup>e</sup>	4.68±0.92 <sup>f</sup>	27.02±0.03 <sup>b</sup>	13.34±0.20 <sup>c</sup>	99.28±0.07 <sup>a</sup>

Control : 100% wheat flour noodle.

Values are mean±S.D.(n=3)

<sup>a~f</sup> Values with different letters the row are significantly different( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple test.

효과는 미약한 것으로 나타났다. 그리고 금속이온 chelating agent인 EDTA보다 Fe<sup>2+</sup> chelating 효과는 낮지만, 체내에 생성된 Fe<sup>2+</sup>를 효과적으로 제거시킬 수 있는 천연물로 활용할 수 있을 것으로 생각되었다.

### 요약 및 결론

시판되고 있는 국산 건국수류 중 팥잎, 백련초, 쑥, 녹차, 호박, 다시마 및 칩 등을 부재료로 첨가한 기능성 국수의 항산화성을 알아보았다. 기능성 국수의 총 페놀화합물 함량은 칩 첨가 국수에서 7.98%로 가장 높았으며, 다음은 녹차 > 호박 > 팥잎 > 쑥 > 백련초 > 다시마 첨가 국수 순이었다. 총 플라보노이드의 함량은 녹차 첨가 국수에서 4.35%로 가장 높았으며, 다음은 쑥 > 백련초 > 호박 > 칩 > 팥잎, 다시마 순으로 나타났다. 전자공여능은 쑥 첨가 국수의 1,000 ppm 농도에서 12.27%로 가장 높았는데, 이는 밀국수의 2.53%보다 4.85배 더 많은 함량이었다.

pH 1.2에서 측정된 아질산염 소거능은 팥잎 43.58, 백련초 55.12, 쑥 37.66, 녹차 66.52, 호박 50.50, 다시마 41.41, 칩 52.67로 녹차 첨가 국수에서 가장 높았으며, 그 효과는 비교군인 ascorbic acid의 77.83보다는 낮지만, BHT의 69.45와는 유사하여 생체 내에서 효과적인 아질산염 소거 작용을 통해 nitrosamine의 생성을 억제할 수 있을 것으로 사료되었다. 그리고 ferrous ion chelating 효과는 다시마 첨가 국수에서 27.02%로 가장 높은 것으로 나타났다.

이상과 같이 국수 섭취 시 기능성 효과를 얻고자 제조된 시판 기능성 국수의 항산화성을 분석한 결과, 기능성 부재료를 첨가하지 않은 밀국수에 비해 모든 시료에서 항산화력이 좋은 것으로 조사되어 다양한 기능성 국수의 섭취가 건강 증진에 효과가 있을 것으로 사료되었다.

### 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 한식세계화사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### Reference

- 식품공업협회 (2011) 가공식품 세분화 시장 현황조사. 농수산물유통공사 pp 15-30.
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC USA pp 69-74.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Byers T, Perry G (1992) Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidant in human cancers. *Annu Rev Nur* 12: 135-139.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- Fridovich I (1995) Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annu Rev Biochem* 64: 97-112.
- Gray JI, Dugan LR (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-984.
- Halliweill B (1991) Reactive oxygen species in living systems: source, biochemistry, and role in human disease. *Ame J Med* 91: 14-19.
- Halliweil B, Gytterige JM (1990) Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods Enzymol* 186: 1-85.
- Jin YX, Yoo YS, Han EK, Kang IJ, Chung CK (2008) *Artemisia capillaris* and *Paecilomyces japonica* stimulate lipid metabolism and reduce hepatotoxicity induced carbon tetrachloride in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 548-554.
- Ju IO, Jung GT, Ryu J, Choi JS, Choi YG (2005) Chemical components and physiological activities of bamboo(*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts prepared with different methods. *Korean J Food Sci Technol* 4: 542-548.
- Jung BM, Park SO, Shin TS (2009) Development and quality characteristics of rice noodle made with added *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 180-

- 188.
- Kang YH, Park YK, Lee GD (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
- Kaufman PB, Duke JA, Brielmann H, Boik J, Hoyt E (1997) A comparative survey of leguminous plants as sources of the isoflavones, genistein and daidzein: Implications for human nutrition and health. *J Altern Complement Med* 3: 7-12.
- Kim EO, Oh JH, Lee KT, Im JG, Kim SS, Suh HS, Choi SW (2008) Chemical compositions and antioxidant activity of the colored rice cultivars. *Korean J Food Preserv* 15: 118-124.
- Kim JG, Shim JY (2006) Quality characteristics of wheat flour noodle added with onion powder. *Food Engineering Progress* 10: 269-274.
- Kim ML (2006) Antioxidative activity of extracts from *Gardenia jasminoids* and quality characteristics of noodle added *Gardenia jasminoids* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 237-243.
- Lim MJ, Bae YI, Jeong CH, Cho BR, Choi JS (2007) Phytochemical components of mulberry leaf tea by different roasting processes. *J Agric Life Sci* 41: 17-24.
- Makam KR (1989) Methods in plant biochemistry in flavone. *Flavonols & Their Glycosides* 1: 197-235.
- Marcocci L, Maguire JJ, Droy-Lefaix MT, Packer L (1994) Nitric oxide scavenging by curcuminoids. *Biochem Biophys Res Comm* 201: 748-755.
- Park BH, Jeon ER, Kim SD (2010) Quality characteristics of dried noodle added with lotus leaf powder. *Korean J Food Culture* 25: 225-231.
- Park JH, Choi HK, Park KH (1998) Chemical components of various green teas on market. *J Korean Tea Soc* 4: 83-92.
- Shin JH, Lee JY, Ju JC, Lee SJ, Cho HS, Sang N (2005) Chemical properties and nitrate scavenging ability of citron (*Citrus junos*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 496-502.
- Song SH, Jung HS (2009) Quality characteristics of noodle(*Garakguksu*) with *Curcuma longa* L. powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 199-205.
- Woo WS (1995) Phenolic compound. In *Natural Product Chemistry Method*. 2<sup>nd</sup> ed. Seoul National University, Seoul. pp 61-157.
- <http://finance.daum.net/news/fund/all/MD20120226161105359>. daum Accessed October 8, 2013.

---

접 수: 2013년 11월 14일  
 최종수정: 2014년 1월 2일  
 채 택: 2014년 4월 14일