

## 스피루리나를 첨가한 기능성 생면과 조리면의 품질 특성 및 항산화성

이윤진 · 연보라 · 김민희 · 김미리<sup>†</sup>

충남대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Raw and Cooked Noodles Amended with Spirulina

Yun-Jin Lee, Bo Ra Yeon, Min Hee Kim and Mee Ree Kim<sup>†</sup>

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

In this study, the antioxidant activities and quality characteristics of noodles amended with spirulina were evaluated. Wheat flour noodles were prepared using three levels of spirulina (0, 0.63, 1.25 and 2.5%). The moisture content of the noodles that contained spirulina was higher before and after cooking, and these increases occurred in a concentration dependant manner. Furthermore the Hunter L (lightness), a (redness) and b (yellowness) values of noodles that contained spirulina were higher before and after cooking, and these values increased as the concentration of spirulina increased. Moreover the textural properties, which included, hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, and chewiness, were significantly higher in noodles that contained than in the controls. Additionally, the antioxidant activity of noodles that contained spirulina increased in a concentration dependent manner. Specifically, the IC<sub>50</sub> values of the DPPH radical scavenging activity for raw noodle was 726.00 mg/g, whereas that of raw noodles that contained 1.25 and 2.5% spirulina was 449.96 mg/g and 439.44 mg/g, respectively. Finally, a sensory preference test revealed that cooked noodles that contained 1.25% spirulina had the highest color, odor, taste and overall preference scores. Taken together, these findings suggest that up to 1.25% of the wheat flour could be substituted with spirulina to improve the quality of the noodles.

**Key words :** Noodles, spirulina, antioxidant activity, sensory evaluation.

#### 서 론

국수는 밀가루를 비롯한 곡물의 가루와 소금, 물 등을 혼합하여 반죽하고 면대를 형성시킨 다음 일정한 크기로 절단하여 만든 식품(Jeon *et al* 2005)이다. 밀가루를 사용하여 제조한 국수는 글루텐의 독특한 성질에 의하여 만들어지며, 대표적인 밀 가공 식품 중의 하나로, 최근에는 식품의 편의화 추세에 따라 밀 가공 식품 중에서도 국수에 대한 수요량이 급증하고 있다(Jeon *et al* 2005). 식품공전(1994)에서는 국수를 건면류, 파스타류, 생면류, 숙면류, 즉석 면류 등으로 분류하고 있는데, 특히 냉장 유통 시스템이 보편화되고 건조에 따른 영양 성분, 향, 맛, 조직감 등의 변화를 최소화하며 조리시간을 단축하고, 가공 비용을 절감할 수 있는 생면 형태의 제품에 대한 관심이 고조되고 있다.

국수에 대한 연구로는 국산 자원을 활용한 국수 개발의 연구(Kim *et al* 1973), 밀의 종류(Lee *et al* 1977), 향도 특산물

(Hwang & Oh 1996)에 따른 연구가 이루어졌고, 주로 복합분을 이용하여 국수를 제조한 후 제면 특성, 조리 특성 및 영양 강화를 조사한 연구가 주를 이루고 있다. 복합분의 원료로는 보리(Cheigh *et al* 1976), 김(Lee *et al* 2000), 칩(Lee *et al* 2000), 유색미 가루와 현미가루(Lee & Jung 2002), 빵잎(Kim YA 2002), 목단피(Jo & Han 2003) 등을 첨가하였으며, 이외에도 대두단백질(Bae & Rhee 1998), 유청 분말(Lee & Kim 2000), 미강분(Kim *et al* 1997) 등의 부산물을 활용하여 제면성을 높인 보고들도 있다. 또한, 복합분의 구성에 따라 복합면의 특성은 반죽의 점탄성, 수분 흡수력, 점도 등의 변화가 있어 국수의 색이나 조리 품질, 조직감 및 관능적 특성에 직접적인 영향(Kwak *et al* 2002)을 미친다고 하였다.

스피루리나는 1827년 독일의 해조류학자인 Turpin이 최초로 분리하여 보고한 사이아노박테리아(cyanobacteria)에 속하는 나선형의 세균으로(스피루리나 연구회 2005), 영양 성분으로는 단백질 60~70%, 지방 6~9%, 탄수화물 15~20% 이외에도 다량의 무기질, 비타민, 섬유질 및 색소 성분을 함유하고 있다(Kay RA 1991). 스피루리나는 단백질의 함량이 높

<sup>†</sup> Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

을 뿐 아니라 8가지 필수아미노산을 포함하고 있으며, 지질 성분 중에 free fatty acid가 70~80%에 이르는데 linoleic acid  $\gamma$ -linolenic acid 등의 지방산이 높은 비율을 차지하고 있다 (Mahajan & Kamat 1995). 색소 물질로는 청색색소인 피코시아닌(phycoocyanin)을 비롯하여 클로로필, 카로티노이드 등도 풍부하다(Kim & Park 2003).

한편, 선진화 및 고령화 사회로 진입하면서 우리나라에서도 건강기능식품인 스피루리나에 대한 관심이 높아지고 있다. Shim EK(2008)은 스피루리나를 첨가하여 기능성과 저장성을 향상시킨 스피루리나 첨가 쌀엿 강정을 개발하였고, Shin YM(2008)은 스피루리나를 이용한 요구르트 개발에 관한 연구가 이루어졌으나, 식품의 첨가 재료로 폭넓게 사용하기 위한 적용 연구는 드문 실정이다.

따라서 본 연구는 생리활성과 식품영양학적 특성이 우수한 스피루리나를 활용하여 기능성 생면을 제조하여 이의 품질 특성 및 항산화성에 대하여 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에서는 국수의 재료로 밀가루(백설 찰밀가루, 중력분), 소금(그린꽃소금, 영진그린식품)을 사용하였으며, 스피루리나는 (주) ES 바이오텍에서 제공받아 사용하였다.

### 2. 시료의 제조

스피루리나를 첨가한 생면은 Park & Cho(2004)의 방법에 따라 생면 1인 1회 분량인 150 g 중 스피루리나 1일 권장 섭취량인 4 g을 고려하여 Table 1과 같은 배합 비율로 제조하였다. 밀가루에 스피루리나를 밀가루 무게의 0%, 0.63%, 1.25%, 2.50%가 되도록 첨가하고, 소금물 8%를 가하여 20°C의 실온에서 10분간 반죽한 후 반죽을 비닐백에 넣어 실온에서 12시간 숙성시켰다. 완성된 반죽들은 제면기(BE-6200 벨엘산업)를 이용하여 두께 4.0 mm의 조면대를 만들고, 이를 복합하

여 다시 4.0 mm 두께의 면대를 형성한 다음 4.0 mm, 2.8 mm, 1.8 mm의 3단계 물을 거쳐 면대의 두께를 점차로 감소시켰으며, 최종 두께 1.8 mm, 너비 4.0 mm의 국수 가닥으로 제조하고 30 cm 길이로 잘라 시료로 사용하였다.

### 3. 중량, 부피, 함수율 측정

스피루리나를 첨가한 조리면의 중량은 생면 30 g을 300 mL의 끓는 물에 넣고 5분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 1분간 냉각시키고 10분간 물을 뺀 무게로 계산하였다. 생면의 부피는 중량을 측정된 직후 300 mL의 증류수를 담은 500 mL의 메스실린더에 담근 후 증가하는 물의 부피로 계산하였다. 조리면의 함수율은 삶아서 건져낸 국수를 10분간 물기를 제거한 후 측정된 조리면의 중량에서 생면의 중량을 빼고 다시 생면의 중량으로 나누어 준 후 100을 곱하여 구하였다.

### 4. 수분 함량 측정

스피루리나를 첨가한 생면의 수분 함량은 생면 가닥을 10 mm 길이로 잘라서 적외선 수분 측정기(Sartorius, Germany)를 사용하여 측정하였다.

### 5. 국수의 색도 측정

스피루리나를 첨가한 생면과 조리면의 색도는 생면과 조리면의 국수 가닥을 10 mm 길이로 잘라서 페트리디쉬에 담아 색차계(Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)를 측정하였다. 표준색은 L=90.45, a=0.13, b=3.35인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

### 6. 국수의 텍스처 측정

스피루리나를 첨가한 생면과 조리면의 텍스처는 국수를 일정 크기 10 mm로 잘라 Texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Cco., England)로 각 6회 반복 측정하였으며, probe를 2회 연속적으로 눌렀을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness)을 측정하였으며, 기기의 작동 조건은 Table 2와 같다.

### 7. 국수의 피코시아닌 색소

스피루리나를 첨가한 생면 및 조리면 10 g에 증류수 100 mL를 넣어 1분간 혼합시켜 15시간 교반 후 4°C에서 원심분리(30,000 rpm, 30 min)하여 상등액을 취해서 spectrophotometer(Model 80-2088-64, Pharmacia Biotech Co., England)를 사용하여 620 nm, 652 nm, 562 nm에서의 흡광도의 값으로 아

Table 1. Formula for noodle dough prepared with various concentrations of spirulina

Spirulina (%)	Wheat flour (g)	Spirulina (g)	Water of salt (mL)	Total weight (g)
0	110	0	50	160
0.63	109	1	50	160
1.25	108	2	50	160
2.50	106	4	50	160

**Table 2. Condition of texture analyser**

Force threshold	5 g
Acquisition rate	400 pps
Contact area	490.62 mm <sup>2</sup>
Contact force	5.0 g
Pre-test speed	0.2 mm/s
Post-test speed	0.2 mm/s
Test speed	0.2 mm/s
Strain	75.00%
Time	0.50 s
Trigger type	Auto 10 g

래의 식에 의해 계산하여 나타내었다(Shim EK 2008).

C-Phycocyanin(mg/mL) : [A620-0.474(A652)]/5.34

Allophycocyanin(mg/mL) : [A652-0.208(A620)]/5.09

Phycocerythrin(mg/mL) : [A652-2.41(PC)-0.849(APC)]/9.62

### 8. 국수의 DPPH(1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)라디칼 소거능

스피루리나를 첨가한 생면 및 조리면 1.5 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 1분간 잘 교반하여 3,000 rpm으로 4°C에서 10 분간 원심분리한 후 얻어진 상등액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 1 mL methanol을 첨가하여 50 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하였다. 제조된 시료 용액을  $1.5 \times 10^{-4}$  M DPPH 용액에 30분간 반응시키고 515 nm에서 흡광도를 측정하였다(Shin *et al* 2008).

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \times 100$$

### 9. 관능 검사

스피루리나를 첨가한 국수에 대하여 9점 척도법을 사용하여 차이 식별 검사와 기호도 검사를 실시하였다. 기호도 검사를 위한 패널은 충남대학교 대학생 30명을 대상으로 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대해서 평가하였고, 구입 의향을 조사하였다. 차이 식별 검사를 위한 패널은 식품영양학과 학생 20명을 선정하여 시료의 평가 방법 및 평가 특성에 대한 교육을 한 후 관능 검사를 실시하였다. 또한, 기호도 검사는 각 시료는 3자리 난수를 표기한 코팅된 일회용 컵에 담아서 제시하였다. 평가 항목은 외관, 냄새, 맛, 조직감에 대한 강도 특성 평가를 실시하였다.

### 10. 통계 처리

스피루리나를 첨가한 국수의 모든 실험은 3회 반복하였으며, 실험 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 스피루리나를 첨가 국수의 조리 특성

스피루리나 첨가하여 제조한 생면의 조리 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같았다. 조리면의 중량, 부피, 흡수율, 탁도는 대조구에 비해 스피루리나 첨가량이 증가할수록 점차 증가하였다. 전반적으로 조리 후의 중량이 클수록 부피도 증가하는 경향이 나타났다.

조리하는 동안 조리면의 수분 흡수율은 대조구가 70.00%로 나타났고, 스피루리나 첨가량이 증가할수록 수분 흡수율은 크게 증가하여 대조구에 비해 매우 높은 수분 흡수율을 보였다. 조리 중 고형분의 손실 정도를 나타내는 국물의 탁도는 대조구에 비해 스피루리나 첨가량이 증가할수록 증가하며, 1.25%와 2.50%는 대조구에 비해 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났다.

### 2. 국수의 수분 함량

밀가루에 스피루리나를 첨가하여 만든 생면과 조리면의 수분 함량의 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 생면의 수분 함량은 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 20.55, 22.45, 24.67, 25.53%로 유의적으로 증가하였고, 조리면의 수분 함량 역시 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 각각 65.57, 66.81, 68.35, 70.38%로 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있었다.

**Table 3. Cooking properties of cooked noodles added spirulina**

Spirulina (%)	Weight (g)	Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of cooking water (A 675)
0	51.00±0.00 <sup>c</sup>	45.00±0.00 <sup>b</sup>	70.00±0.00 <sup>c</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>
0.63	52.00±1.00 <sup>bc</sup>	47.00±0.00 <sup>ab</sup>	73.33±3.35 <sup>bc</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>
1.25	52.93±1.21 <sup>ab</sup>	48.77±3.75 <sup>a</sup>	76.37±3.93 <sup>ab</sup>	0.22±0.25 <sup>a</sup>
2.50	53.77±0.25 <sup>a</sup>	50.00±0.00 <sup>a</sup>	79.20±0.85 <sup>a</sup>	0.27±0.36 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup> Means in the same columns with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Moisture contents of dough and cooked noodles added spirulina**

Spirulina (%)	Raw noodles (%)	Cooked noodles (%)
0	20.55±0.10 <sup>d</sup>	65.57±0.99 <sup>d</sup>
0.63	22.45±0.40 <sup>c</sup>	66.81±0.08 <sup>c</sup>
1.25	24.67±0.19 <sup>b</sup>	68.35±0.20 <sup>b</sup>
2.50	25.53±0.11 <sup>a</sup>	70.38±0.22 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Means in the same columns with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

### 3. 국수의 색도

스피루리나를 첨가한 생면 및 조리면의 색도 변화를 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 생면의 L값은 대조구가 78.90으로 가장 높게 나타났고, 스피루리나 첨가구는 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 38.34, 34.53, 25.82의 값으로 대조구에 비해 낮아졌다. 조리면의 L값은 생면과 유사하게 대조구

**Table 5. Color of noodles and cooked noodles added with spirulina**

	Spirulina (%)	Lightness	Redness	Yellowness
Raw noodles	0	78.90±0.65 <sup>a</sup>	0.94±0.28 <sup>a</sup>	18.65±0.15 <sup>b</sup>
	0.63	38.34±0.16 <sup>b</sup>	-2.74±0.31 <sup>b</sup>	11.08±0.08 <sup>a</sup>
	1.25	34.53±2.27 <sup>c</sup>	-3.43±0.39 <sup>c</sup>	9.17±0.51 <sup>b</sup>
	2.50	25.82±0.38 <sup>d</sup>	-3.75±0.27 <sup>c</sup>	6.21±0.25 <sup>d</sup>
Cooked noodles	0	66.71±2.24 <sup>a</sup>	-1.49±0.30 <sup>a</sup>	13.37±0.34 <sup>a</sup>
	0.63	38.74±1.41 <sup>b</sup>	-1.64±0.17 <sup>ab</sup>	11.76±0.60 <sup>b</sup>
	1.25	32.42±0.48 <sup>c</sup>	-1.76±0.03 <sup>ab</sup>	9.13±0.30 <sup>c</sup>
	2.50	24.88±0.05 <sup>d</sup>	-1.80±0.05 <sup>b</sup>	5.65±0.13 <sup>d</sup>

<sup>a-d</sup> Means in the same columns with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 6. Texture of cooked noodles added spirulina**

Spirulina (%)	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
0	1071.2±59.5 <sup>d</sup>	0.343±0.041 <sup>a</sup>	0.425±0.029 <sup>b</sup>	454.7±12.6 <sup>b</sup>	186.5± 2.9 <sup>b</sup>
0.63	1322.9±17.6 <sup>c</sup>	0.390±0.012 <sup>a</sup>	0.455±0.017 <sup>ab</sup>	577.6±16.9 <sup>ab</sup>	217.4±41.8 <sup>ab</sup>
1.25	1464.4±52.6 <sup>b</sup>	0.400±0.069 <sup>a</sup>	0.476±0.023 <sup>ab</sup>	615.2±105.9 <sup>a</sup>	246.1±53.6 <sup>ab</sup>
2.50	1683.1±47.5 <sup>a</sup>	0.416±0.051 <sup>a</sup>	0.502±0.037 <sup>a</sup>	672.7±75.1 <sup>a</sup>	280.1±14.6 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Means in the same columns with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

가 66.71을 나타내었고, 첨가구는 38.74, 32.42, 24.88의 값으로 측정되었다. 생국수의 a값도 대조구가 0.94인 것에 비해 첨가구는 각각 -2.74, -3.43, -3.75으로 점점 적색도가 유의적으로 감소하였다. 조리면의 a값도 대조구 -1.49에 비해 첨가구는 각각 -1.64, -1.76, -1.80으로 감소하였다. 생면의 b값은 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 대조구 18.65, 0.63% 첨가구는 11.08, 1.25% 첨가구는 9.17, 2.5% 첨가구는 6.21로 감소하였으며, 조리면의 b값 역시 대조구 13.37, 0.63% 첨가구는 11.76, 1.25% 첨가구는 9.13, 2.5% 첨가구는 5.65로 감소하였다. Park & Cho(2004)는 클로렐라를 첨가하여 제조한 국수의 색상이 L값과 a값은 줄어드는 반면 b값은 증가한다고 보고하였고, 이와 달리 Jeon *et al*(2005)은 솔잎 분말을 첨가한 국수 연구에서 적색도와 황색도는 증가하나 명도는 유의성 있게 감소하는 것으로 보고하였고, Park *et al*(2006)은 마가루를 첨가할수록 L, b값은 크게 감소하고 a값은 증가하는 것으로 보고하였다. 따라서 각 기능성 식품 재료가 갖는 고유의 색상에 따라 제품의 색도 특성이 달라지는 것으로 사료된다.

### 4. 국수의 조직감

스피루리나 첨가 국수를 조리한 후 texture analyzer를 사용하여 텍스처를 측정 한 결과를 Table 6에 나타내었다. 조리면의 경도, 응집성, 탄성, 겹성, 씹힘성은 대조구에 비해 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 이와 같은 결과는 버섯 분말을 첨가한 생면의 품질 특성(Kim YS 1998)에서 표고버섯 첨가 시 경도, 응집성, 씹힘성이 대조구에 비해 표고버섯을 첨가할수록 증가한 결과와 유사하였다. 한편, 클로렐라 추출물을 첨가한 국수의 조리 후 경도, 응집성, 탄성, 겹성, 씹힘성은 대조구에 비해 클로렐라 첨가량이 증가할수록 크게 낮아져 조직감이 부드러워지는 것으로 나타나(Park & Cho 2004) 스피루리나 첨가 국수의 텍스처와 차이를 보였다.

### 5. 국수의 항산화성

스피루리나 첨가에 따른 국수의 항산화성은 DPPH 라디칼 소거능으로 측정하였다. 스피루리나를 첨가한 생면의 DPPH

라디칼 소거능 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub> 값은 대조구가 726.00 mg/g, 스피루리나 0.63% 첨가구가 493.31 mg/g, 스피루리나 1.25% 첨가구가 449.96 mg/g, 그리고 스피루리나 2.50% 첨가구가 439.44 mg/g으로 스피루리나 첨가 농도가 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub> 값이 낮아지는 경향으로 나타나 국수의 항산화력이 높아지는 것을 알 수 있었다. 대조구와 비교해 볼 때 첨가구의 DPPH 라디칼 소거능 IC<sub>50</sub> 값이 모두 낮게 나타났으므로 첨가구의 항산화력이 모두 대조구보다 높음을 알 수 있었다. 또한, 스피루리나 첨가 조리면의 결과는 Fig. 2와 같다. DPPH 라디칼 소거능은 대조구가 766.25 mg/g, 스피루리나 0.63% 첨가구가 579.96 mg/g, 스피루리나 1.25% 첨가구가 350.13 mg/g, 스피루리나 2.50% 첨가구가 122.74 mg/g으로 스피루리나 첨가 농도가 높아질수록 DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub> 값이 낮아지는 경향을 나타내었으므로 스피루리나 첨가량이 증가할수록 조리면의 항산화력이 높아지는 것을 알 수 있었다. Kim & Park(2003)은 스피루리나 정제 복용 전후의 항산화 상태를 측정 한 결과, 복용 후 유의적으로 증가하는 결과를 얻었고, 이는 스피루리나 색소 성분이 항산화 역할을 하기 때문인 것으로 보고되고 있다.

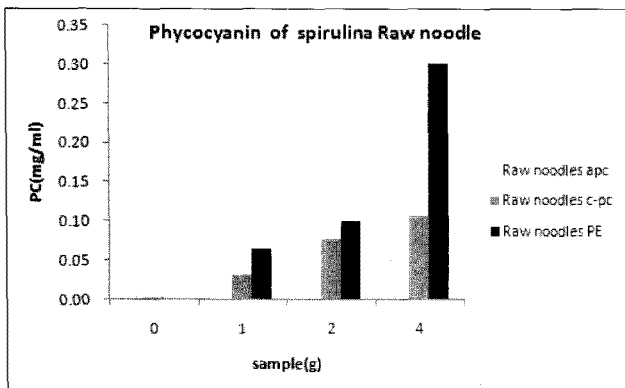


Fig. 1. Phycocyanin of spirulina raw noodle.

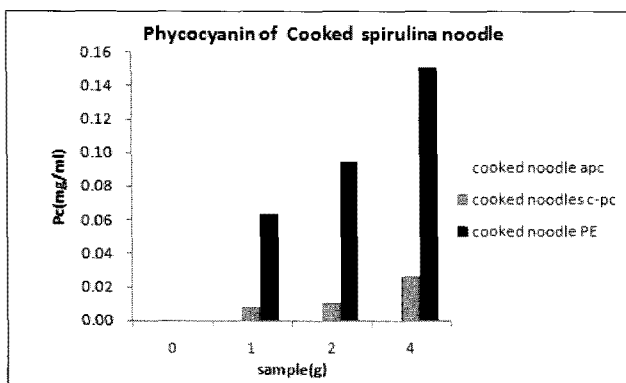


Fig. 2. Phycocyanin of cooked spirulina noodle.

### 6. 국수의 피코시아닌 색소

피코시아닌은 다른 녹조류에는 없는 스피루리나 특유의 청색 색소로서, 색소 기능 이외에도 광합성을 담당하여 영양소를 공급하는 중요한 작용을 한다. 일반적으로 색소 화합물은 항산화 효과가 있는 것으로 알려져 있는데, 피코시아닌의 항산화 효과는 다른 색소보다 우수한 것으로 보고되고 있다. 피코시아닌의 항산화 활성은 플라보노이드나 폴리페놀로 보고되어(스피루리나 연구회 2005) 스피루리나 생면의 항산화능에 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다. 이를 검토하기 위하여 스피루리나 첨가 국수를 삶은 시료와 생면을 시료로 하여 피코시아닌 색소를 측정하였다. 스피루리나 첨가 국수의 생면의 피코시아닌 색소 결과는 Fig. 3과 같다. C-PC(C-phycocyanin)는 대조구가 0 mg/mL 스피루리나 0.63% 첨가구가 0.03 mg/mL, 스피루리나 1.25% 첨가구가 0.08 mg/mL, 그리고 스피루리나 2.50% 첨가구가 0.11 mg/mL로 스피루리나 첨가량이 높아질수록 C-PC 값이 증가하였다. APC(allophycocyanin)와 PE(phycocerythrin) 역시 C-PC와 같은 경향을 나타내었다.

또한, 스피루리나 첨가 조리면의 결과는 Fig. 4와 같다. 스피루리나 첨가량이 증가할수록 C-PC 값은 각각 0.01, 0.01, 0.03 mg/mL, APC값은 0.01, 0.01, 0.03 mg/mL, PE 값은 0, 0.06, 0.09 0.15 mg/mL로 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로부터 피코시아닌 색소는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 피코시아닌 색소가 스피루리나 국수의 기능적 효과를 기대할 수 있다고 본다.

### 7. 국수의 관능검사

스피루리나를 첨가한 조리면의 식별 검사의 결과는 Table 7과 같다. 외관의 청색은 대조구가 1.1점, 스피루리나 0.63%

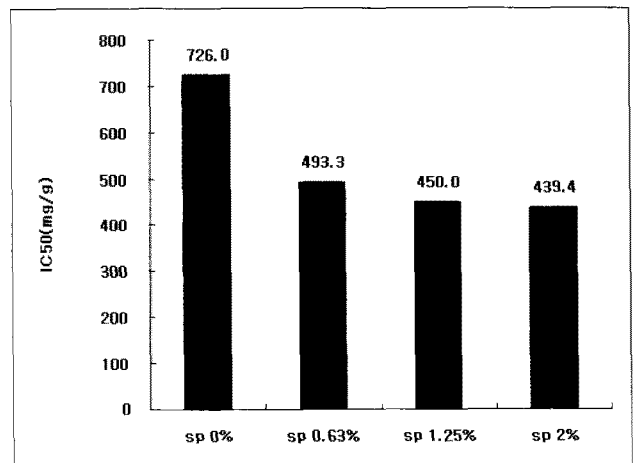


Fig. 3. The antioxidative activity by DPPH( $\alpha,\alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylphenylazyl) of spirulina noodle.

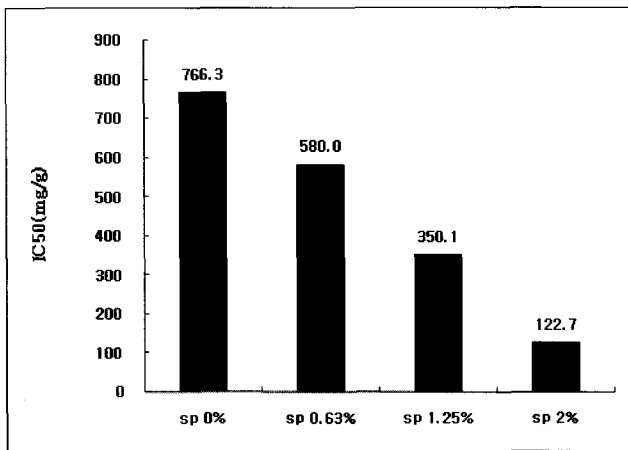


Fig. 4. The antioxidative activity by DPPH(a,a'-diphenyl-β-picrylphenylazyl) of cooked spirulina noodle.

첨가구가 1.9점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 3.7점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.7점으로 점점 증가하는 경향을 보였으며, 첨가구는 대조구에 비해 유의적으로 청색도가 높았다 ( $p < 0.05$ ). 외관의 윤기는 대조구가 2.0점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 3.0점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 4.5점, 스피루리나

나 2.50% 첨가구가 6.0점으로 점점 증가하는 경향을 보였으며, 대조구에 비해 1.25%, 2.50% 첨가구가 유의적으로 윤기가 있었다( $p < 0.05$ ). 냄새는 스피루리나 냄새와 밀가루 냄새로 나누어 평가하였다. 스피루리나 냄새에 대한 결과는 대조구가 0.0점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 2.6점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 4.1점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.4점으로 점점 증가하는 경향을 보였으며, 대조구와 비교하여 0.63% 첨가구는 유의적으로 '많이 약하다'로 평가되었고, 1.25% 첨가구는 유의적으로 '약간 약하다', 2.50% 첨가구는 유의적으로 '보통'인 것으로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 밀가루 냄새에 대한 결과는 대조구가 8.3점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 7.1점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 6.6점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.5점으로 보였으며, 시료간에 유의적으로 차이가 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ).

맛 특성은 스피루리나 맛과 구수한 맛으로 나누어 평가하였다. 스피루리나 맛에 대한 결과는 대조구가 1.3점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 3.3점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 5.2점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 7.0점으로 대조구와 비교하여 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 구수한 맛에 대한 결과는 대조구가 7.0점, 스피루리나 0.63% 첨

Table 7. Sensory scores of cooked noodles added spirulina

Sensory characteristics	Spirulina(%)				
	0	0.63	1.25	2.5	
Intensity	Color	1.1±0.3 <sup>d</sup>	1.9±0.3 <sup>c</sup>	3.7±1.3 <sup>b</sup>	5.7±0.8 <sup>a</sup>
	Glossy	2.0±0.0 <sup>c</sup>	3.0±1.3 <sup>c</sup>	4.5±1.7 <sup>b</sup>	6.0±1.2 <sup>a</sup>
	Spirulina odor	0.0±0.0 <sup>d</sup>	2.6±1.4 <sup>c</sup>	4.1±1.9 <sup>b</sup>	5.4±1.2 <sup>a</sup>
	Wheat flour odor	8.3±0.5 <sup>a</sup>	7.1±0.6 <sup>b</sup>	6.6±1.3 <sup>b</sup>	5.5±1.4 <sup>c</sup>
	Off-flavor	1.5±1.1 <sup>c</sup>	3.5±1.2 <sup>b</sup>	4.0±1.0 <sup>b</sup>	6.0±0.8 <sup>a</sup>
	Spirulina taste	1.3±0.5 <sup>d</sup>	3.3±1.1 <sup>c</sup>	5.2±1.0 <sup>b</sup>	7.0±0.9 <sup>a</sup>
	Delicate taste	7.0±0.5 <sup>a</sup>	6.2±0.8 <sup>a</sup>	5.1±1.2 <sup>b</sup>	6.9±1.1 <sup>a</sup>
	Chewiness	3.9±1.4 <sup>b</sup>	3.4±1.2 <sup>b</sup>	4.2±0.9 <sup>ab</sup>	5.2±1.2 <sup>a</sup>
Preference	Color	4.9±1.8 <sup>b</sup>	5.4±1.1 <sup>b</sup>	7.0±0.7 <sup>b</sup>	5.6±1.1 <sup>a</sup>
	Odor	5.1±1.7 <sup>ab</sup>	5.2±1.2 <sup>ab</sup>	5.9±0.6 <sup>b</sup>	4.3±0.9 <sup>a</sup>
	Taste	5.2±1.0 <sup>a</sup>	5.3±1.2 <sup>a</sup>	5.7±1.3 <sup>a</sup>	3.4±1.4 <sup>b</sup>
	Chewiness	4.6±1.3 <sup>b</sup>	4.2±1.4 <sup>b</sup>	5.3±0.9 <sup>b</sup>	6.7±1.3 <sup>a</sup>
	Hardness	3.6±1.4 <sup>c</sup>	4.4±1.6 <sup>bc</sup>	5.4±1.2 <sup>b</sup>	6.8±1.5 <sup>a</sup>
	viscidness	4.8±1.3 <sup>b</sup>	5.9±1.7 <sup>ab</sup>	6.0±2.5 <sup>ab</sup>	7.2±1.2 <sup>a</sup>
	Overall preference	4.6±1.4 <sup>b</sup>	5.3±0.8 <sup>b</sup>	8.0±1.2 <sup>a</sup>	5.2±1.2 <sup>b</sup>
	Buying intension	4.8±1.4 <sup>b</sup>	5.0±0.8 <sup>b</sup>	8.5±1.2 <sup>a</sup>	5.0±1.2 <sup>b</sup>

<sup>a-d</sup> Means in the same row with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

가구가 6.2점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 5.1점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 6.9점으로 대조구와 비교하여 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 국수의 씹힘성은 대조구가 3.9점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 3.4점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 4.2점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.2점으로 대조구와 비교하여 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 또한, 쫄깃한 정도에 대한 결과는 대조구가 5.1점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 4.9점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 4.8점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 4.5점으로 대조구와 비교하여 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ).

기호도 점사의 결과는 Table 7과 같다. 색에 대한 기호도는 대조구가 4.9점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 5.4점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 7.0점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.6점으로 1.25% 첨가구가 유의적으로 높은 '보통 좋다'로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 냄새에 대한 기호도는 대조구가 5.1점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 5.2점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 5.9점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 4.3점으로 대조구와 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ).

맛에 대한 기호도는 대조구가 5.2점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 5.3점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 5.7점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 4.3점으로 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 조직감에 대한 기호도는 씹힘성, 단단한 정도, 쫄깃한 정도로 나누어 평가하였다( $p < 0.05$ ). 씹힘성은 대조구가 4.6점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 6.13점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 6.30점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.70점으로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 단단한 정도는 대조구가 3.6점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 4.4점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 5.4점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 6.8점으로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 쫄깃한 정도는 대조구가 4.8점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 5.9점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 6.0점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 7.2점으로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 조직감에 대한 기호도는 대조구와 비교시 유의적인 차이는 보이지 않았다.

전반적인 기호도는 대조구가 4.6점, 스피루리나 0.63% 첨가구가 5.3점, 스피루리나 1.25% 첨가구가 8.0점, 스피루리나 2.50% 첨가구가 5.2점으로 스피루리나 1.25% 첨가구가 '매우 좋다'로 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 구입 의사에 대한 점수는 대조구가 '약간 싫다'로 평가된 것에 비해 1.25% 첨가구가 '매우 좋다'로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 따라서 스피루리나 첨가구를 1.25%로 하는 것이 가장 적합한 것으로 사료된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 국수에 건강 기능 식품인 스피루리나를 첨가하여 국수의 영양가 및 항산화 기능성을 증진시키고자 스피루리나를 0.63%, 1.25%, 2.50% 수준으로 첨가하여 제조한 생면 및 조리면의 품질 특성, 항산화성에 관하여 분석하였다.

스피루리나 첨가 국수는 조리시 중량, 부피, 함수율, 고품분 용출량이 대조구보다 높게 나타났다. 색도는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 L값, a값, b값이 감소되었으며, 조리시 역시 모두 감소하는 경향을 보였다. 스피루리나 첨가 국수의 조리후 경도, 응집도, 탄성, 껌성, 씹힘성과 같은 텍스처 특성은 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. 스피루리나 첨가량이 증가할수록 피코시아닌 색소량과 DPPH 라티칼 소거능도 증가하였다. 관능 검사 결과 1.25%가 전반적인 기호도에서 유의적으로 높게 평가되었다. 따라서 최근 기능성 식품으로 주목 받고 있는 스피루리나를 생면에 첨가하여 관능적 기호성 향상 및 항산화성이 증가된 기능성 국수의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 2단계 BK21과 (주)이에스바이오텍의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

## 문헌

- 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 (1997) 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울. pp 124-127.
- 스피루리나 연구회 (2005) 완전식품 스피루리나. 한가람서원, 서울. pp 21-25.
- 한국식품공업협회 (1994) 식품공전. pp 313-317.
- 한국식품공업협회 (2003) 식품공전. pp 404-405.
- Bae SH, Rhee C (1998) Effect of soybean protein isolate on the properties of noodle. *J Food Sci Technol* 30: 1301-1306.
- Bang SJ, Shin IS, Kim SM (2006) Optimum process condition of noodles with sea tangle single cell detritus (SCD). *Korean J Food Sci Technol* 38: 68-74.
- Cho H, Yang YH, Lee KJ, Cho YS, Chun HK, Song KB, Kim MR (2005) Quality characteristics of low fat salad dressing with spirulina during storage. *Korean J Food Preserv* 12: 329-335.
- Cheigh HS, Chung HR, Kwon TW (1976) Preparation and evaluation of dried noodles using barley-wheat and barley soybean flours. *Korean J Food Cookery Sci* 8: 236-241.
- Jeon JR, Kim HH, Park GS (2005) Quality characteristics of noodles prepared with pine needle powder and extract during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 685-692.
- Jo JS, Han YS (2003) Effects of mokdanpi (*Paeonia suffruticosa*)

- ticosa*) addition on the shelf-life and the characteristics of rice cake and noodle. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 114-120.
- Hwang IJ, Oh YJ (1996) Development of regional noodles using agricultural and fishery products of Cheju Island. *Korean J Soc Food Sci* 12: 361-366.
- Kay RA (1991) Microalgae as food and supplement. *Crit Rev Food Sci* 30: 555-573.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Physical and sensory characteristics of wet noodles prepared by adding Ge-Geol radish powder. *Korean J Food Sci Technol* 39: 283-288. composite.
- Kim HS, Lee KY, Kim SK, Lee SR (1973) Development of composite flours and their products utilizing domestic raw nutritional test of composite flour materials. *Korean J Food Cookery Sci* 5: 6-15.
- 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 *Cardenia jasminoides* and quality characteristics of noodle added *Cardenia jasminoides* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 237-243.
- Kim WY, Park JY (2003) The effect of spirulina on lipid metabolism, antioxidant capacity and immune function in Korean elderlies. *J East Asia Soc Dietary Life* 36: 287-297.
- Kwak DY, Kim JH, Choi VIS, Shin SR, Moon KD (2002) Effect of hat water extract powder form safflower(*Carthamus linctorius* L.) seed on quality of noodle. *Korean J Food Sci Technol* 31: 460-464.
- Kim YA (2002) Effects of mulberry leaves powder on the cooking characteristics of noodle. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 632-636.
- Kim YS (1998) Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1373-1380.
- Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY (1997) Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. *J Food Sci Technol* 29: 90-95.
- Lee JW, Kee HJ, Park YK, Rhim JW, Jung ST, Ham KS, Kim IC, Kang SG (2000) Preparation of noodle with laver powder and its characteristics. *Korean J Food Sci Technol* 32: 298-305.
- Lee KH, Kim KT (2000) Properties of wet noodle changed by the addition of whey powder. *J Food Sci Technol* 32: 1073-1078.
- Lee SY, Hur HS, Song JC, Park NK, Chung WK, Nam JH, Chang HG (1977) Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat. *Korean J Food Cookery Sci* 29: 44-50.
- Lee WJ, Jung JK (2002) Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean Journal of Culinary Research* 8: 267-275.
- Lee YS, Lim NY, Lee KH (2000) A study on the preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flours utilizing arrowroot starch. *Korean J Soc Food Sci* 16: 681-688.
- Mahajan G, Kamat M (1995)  $\gamma$ -Linolenic production from *Spirulina platensis*. *Appl Microbio and Biotechnology* 43: 466-469.
- Park BH, Cho HS (2006) Quality characteristics of dried noodle made with *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 173-180.
- Park SI, Cho EJ (2004) Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J Nutr* 17: 120-127.
- Shin YM, Son CW, Sim HJ, Kim MH, Kim MY, Kwon OY, Kim MR (2008) Quality characteristics and antioxidant activity of spirulina added yogurt. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 68-75.
- Shim EK (2008) Physicochemical and sensory characteristics of riceyeotgangjung added spirulina powder. *Ms Thesis* Chungnam National University, Daejeon. pp 11-34.  
(2008년 11월 6일 접수, 2008년 12월 5일 채택)