*The Korean Journal of Culinary Research*
Vol. 21, No. 1, pp. 129~142 (2015)



# 토마토 분말 첨가 국수의 품질 특성

김동석[1] · 안준배[1] · 최우국[2] · 한경필[3] · 박미란[4] · 강병남[5] · 김동호[6] · 최석현[1]¶
서원대학교 호텔외식조리학과[1]¶ · ㈜강식품[2] · 위덕대학교 외식산업학부[3]
대구과학대학교 식품영양조리과[4] · 혜전대학교 호텔조리외식계열[5] · 혜전대학교 제과제빵과[6]

# Quality Characteristics of Noodles added with Tomato Powder

**Dong-Seok Kim[1]¶ · Jun-Bae Ahn[1] · Wu-Kuk Choi[2] · Gyeong-Phil Han[3] · Mi-Lan Park[4] · Byong-nam Kang[5] · Dong-Ho Kim[6] · Suk-Hyun Choi[1]¶**
*Dept. of Food Service & Culinary Arts, Seowon University[1]¶*
*Kang Food Co., Ltd.[2]*
*Division of Foodservice Industry, Uiduk University[3]*
*Dept. of Food and Nutrition and Cook, Taegu Science University[4]*
*Dept. of Hotel Culinary Ars, Hyejeon College University[5]*
*Dept. of Baking Technology, Hyejeon College University[6]*

Abstract

**As an effort to increase the use of tomato as a food ingredient, this study prepared noodle with adding tomato powder and measured its quality characteristics. In the noodle containing tomato powder (0.5~2% of flour in volume), the water content was lower in the 1.5% and 2% tomato powder addition groups, and with increase in the tomato powder addition ratio the crude protein content and the crude fat content decreased and the carbohydrate content increased. The weight and volume of boiled noodle decreased with increase in the tomato powder addition ratio, and the pH of the water that boiled the noodle decreased and its turbidity increased with increase in the tomato powder addition ratio. Value L went down, and as to value a, the tendency of (−) green was stronger in the tomato powder addition groups than in the control. In addition, value b went up with increase in the tomato powder addition ratio. All the measurements of mechanical texture became significantly higher with increase in the tomato powder addition ratio, and DPPH radical scavenging activity and the total polyphenol content also went up. As to sensory palatability, the tomato powder addition groups were significantly higher than the control group in color, chewiness, and overall palatability. Specifically, palatability in terms of color and chewiness was highest in the 1.5% and 2% tomato powder addition groups, and overall palatability was highest in the 1.5% tomato powder addition group.**

**Key words: tomato, functional, noodle, quality characteristics, sensory characteristic**

## Ⅰ. 서 론

토마토(tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill)는 일년생 가지과 식물로, 남아메리카의 서부 고

¶ : 최석현, +82-43-299-8462, mosimosi21@seowon.ac.kr, 충북 청주시 흥덕구 무심서로 377-3 서원대학교 호텔외식조리학과

원지대가 원산지이며, 전 세계적으로 널리 재배·소비되고 있는 채소이다(Mascio PD 등 1989). 토마토의 주성분은 당질이며, 비타민 A, 비타민 C, 무기질, 당, 식이섬유가 풍부하고 구연산, 사과산, 주석산 등의 유기산의 함량이 높아 신맛을 내고 에너지를 생성하는 작용을 한다(이영미 2004, Ha SK·Choi YH 1998). 또한, 맛난 맛을 내는 glutamic acid의 함량이 타 과일보다 월등한 것으로 알려져 있으며(Lee HB 등 1972), 토마토에는 항산화 활성이 뛰어난 라이코펜(lycopene)이 다량 함유되어 있다(Choi SH 등 2011, Mascio PD 등 1989). 라이코펜은 강력한 항산화제로서, 병과 노화의 원인이 되는 활성산소를 제거하는 역할을 할 뿐만 아니라, 남성 전립선암 예방에 효과가 있는 것으로 나타났다(Ben-Amotz A·Fisher R 1997, Hakala SH·Heinonen IM 1994; Hart DJ·Scott KJ 1995). 그 외에도 토마토의 tomatine 성분은 결장암과 간암에 효과가 있는 것으로 보고되었다(Gu JR 2007). 그 외에도 토마토의 다양한 생리활성 효과가 알려지면서 토마토의 수요가 증대되고 재배면적도 증가하고 있으나, 우리나라에서의 토마토 섭취형태는 주로 생식으로 섭취되는 등 매우 단순하여 토마토 소비 촉진을 위해 가공식품 제조에 토마토를 적극 활용할 필요성이 있다(Kim KH 등 2014). 그에 따라 최근 토마토를 이용한 가공식품에 대한 연구 또한, 꾸준히 이루어지고 있는데, 관련 연구로는 토마토 케첩을 첨가한 배추김치(Park NY 등 2006), 토마토 김치(Kim YJ·Han YS 2006), 토마토 소시지(Hoe SK 등 2006), 토마토 설기떡(Kim MY·Chun SS 2008), 토마토 잼(Kim KS·Chae YK 1997), 토마토 첨가 양갱(Kim KH 등 2014) 등이 보고되고 있다.

한편, 국수는 밀이나 곡류에 존재하는 글루텐의 독특한 점탄성을 이용하여 제조하는 것으로 가루에 소금과 물을 혼합하고 반죽하여 면대를 형성시킨 다음, 가늘고 길게 뽑은 식품을 총칭하는 우리말이며 한자로는 면(麵)이라 한다(윤서석 1991; Choi BH 2011; Park BH 등 2013). 국수는 제조가 간단하고, 가격이 싸기 때문에 한국을 비롯한 아시아에서 다양한 형태로 소비된다(Dick JW·Matsuo RR 1988). 특히 우리나라에서는 식생활에서 중요한 위치를 차지하고 있는 일상적인 분식형 음식으로 소비되고 있으며, 최근 저장, 생산 및 유통이 대형화되는 식품 산업의 발달 및 식품의 편의화 추세에 따라 밀 가공식품 및 국수의 수요는 급격히 증가하게 되고 있다(윤서석 1991, Cho HS 2010). 그러나 국수는 주로 탄수화물로 구성되어 있고, 일반적인 국수는 단순히 밀가루에 소금을 첨가하는 방법이 대부분으로 그에 따라 성인병과 비만의 위험성이 대두되고 있어, 국수의 영양적인 품질 향상을 위해 영양적으로 가치가 높고, 다양한 생리활성 효과를 가진 천연 부재료를 첨가한 국수 제조에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 이러한 경향에 맞추어 여러 가지 재료를 첨가한 다양한 제품들이 시판되고 있다(Kim YA 2002; Kim HR 등 2005). 이와 관련된 연구로는 동결 건조 자색고구마 가루를 첨가한 국수(Lee JS 2012), 연잎 국수(Park BH 등 2010), 건새우 첨가 국수(Cho HS· Kim KH 2009), 마가루 첨가 국수(Park BH·Cho HS 2006), 양파 분말 첨가 국수(Kim JG·Shim JY 2006), 동아즙 첨가 국수(Hong SP 등 2004), 클로렐라 첨가 국수(Park SI·Cho EJ 2004), 백년초 분말 첨가 국수(Chong HS·Park CS 2003), 파프리카 첨가 국수(Hwang JH·Jang MS 2001), 버섯 분말 첨가 국수(Kim YS 1998) 등이 있다. 그러나 토마토 분말을 첨가한 국수 제조에 관한 연구는 미흡한 실정으로, 영양적으로 매우 우수하고 뛰어난 생리활성효과를 지니지만 섭취형태가 매우 제한적인 토마토를 탄수화물에 편중된 국수 제조에 활용할 필요성이 있을 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 토마토를 이용한 국수제품을 개발하여 토마토를 우리나라 전통 음식에 실용적으로 활용할 수 있는 방법을 모색하고자 하였고, 토마토 분말을 첨가한 국수를 제조하여 품질특성 및 관능특성을 측정 및 조사하였으며, 현대인의 기호에 맞는 건강식품으

로 토마토 분말을 첨가한 국수의 제품화, 보급 및 발전 가능성을 검토하고자 하였다.

## Ⅱ. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 연구는 시료로 사용된 토마토는 Koko 품종으로 2013년 10월 부여토마토시험장에서 수확한 것으로 길이는 평균 3.1 cm이었으며, 폭은 평균 3.1 cm, 무게는 평균 17.1 g이었다. 토마토 분말을 첨가한 국수의 제조를 위하여 토마토는 수확 당일 동결건조(model PVTFD 10R, Ilsinbiobase Co., Ltd., Korea) 후 분말화 하여 시료로 사용하였다. 토마토 분말 첨가 국수는 삶기 전의 국수 건면과 건면 50 g을 500 mL의 끓는 증류수에 넣고, 3분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음, 철망으로 건져 3분간 방치하여 물을 뺀 상태의 조리 후의 면을 시료로 사용하였다.

### 2. 토마토 분말 첨가 국수의 제조

토마토 분말을 첨가한 국수의 적절한 재료 배합비를 위하여 Cho HS(2010), Kim YA(2002) 등의 선행연구를 참고하고, 수회의 예비실험을 거쳐 전체 재료량(500 g)에 대한 분말 토마토를 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 첨가한 국수를 제조하였다. 반죽에 사용한 증류수는 전체 재료량 500g에 대해 45%인 225g을 사용하였다. 토마토 분말 첨가 국수의 제조 배합비는 <Table 1>에 나타내었고, <Fig. 1>은 토마토 분말 첨가 국수의 건면 상태를 나타낸 것이며, <Fig. 2>는 토마토 분말 첨가 국수를 삶았을 때의 상태를 나타낸 것이다.

### 3. 일반성분 분석

시료의 일반성분 중 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 A.O.A.C.방법에 따라 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였으며, 특히 수분함량은 105 ℃ 상압가열건조법(AOAC 1995), 조단백질 함량은 Auto-Kjeldahl apparatus(B-316, Buchi Laborte-chnik AG., Flawil, Switzerland)을 이용한 방법, 조지방 함량은 Soxhlet법으로 측정하였다.

### 4. 조리 된 시료의 부피 및 무게

조리 된 토마토 분말 첨가 국수의 부피 및 무게를 측정하기 위해 삶은 국수 면의 무게 및 부피를 측정하였다. 국수 면의 무게는 토마토 분말 첨가 국수 건면 50 g을 증류수 500 mL의 끓는 증류수에 넣고, 3분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음 철망으로 건져 3분간 방치하여 물을 뺀 무게로 면의 중량을 계산하였다. 삶은 국수 면의 부피는 면의 중량을 측정한 직후 300 mL 증류수를 채운 500 mL용 메스실린더에 담근 후 증가하는 부피로 구하였다.

### 5. pH 및 탁도 측정

토마토 분말 첨가 국수의 pH 변화는 AOAC 방법을 적용하여 국수 10 g에 증류수 40 mL를 첨가하여 마쇄기로 1분간 마쇄한 후 pH meter를 이용하여 측정하였다. 또한, 탁도는 면을 삶은 국물을 실온에서 냉각한 후 분광광도계(UV-1601PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 675 nm에서 측정한 흡광도로 나타내었다.

### 6. 색도 측정

토마토 분말 첨가 국수의 조리 전후의 색도는 각 시료 3가닥을 1 cm 길이로 잘라 직경 3 cm, 높이 1 cm 투명용기에 나란히 담고, 색차계(JC-801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L; lightness), 적색도(a; redness), 황색도(b; yellowness) 값을 5회 반복 측정한 후, 평균값을 구하였다.

### 7. 기계적 조직감 측정

토마토 분말 첨가 국수의 기계적 조직감을 측정하기 위하여 시료 20 g은 조리특성 분석에 제시된 조건대로 삶은 후, texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd, Surrey, UK)를 사용하

〈Table 1〉 Formulas for preparation of noodle added with tomato powder g(%)

| Ingredients | Control (0%) | 0.5% | 1% | 1.5% | 2% |
|---|---|---|---|---|---|
| Wheat flour(g) | 482.5(96.5) | 480.0(96.0) | 477.5(95.5) | 475.0(95.0) | 472.5(94.5) |
| Tomato powder(g) | 0.0( 0.0) | 2.5( 0.5) | 5.0( 1.0) | 7.5( 1.5) | 10.0( 2.0) |
| Salt(g) | 15.0( 3.0) | 15.0( 3.0) | 15.0( 3.0) | 15.0( 3.0) | 15.0( 3.0) |
| Oil(g) | 2.5( 0.5) | 2.5( 0.5) | 2.5( 0.5) | 2.5( 0.5) | 2.5( 0.5) |
| Total(g) | 500.0(100.0) | 500.0(100.0) | 500.0(100.0) | 500.0(100.0) | 500.0(100.0) |
| Distilled water(g) | 225 | 225 | 225 | 225 | 225 |

1) Each numbers in front of TN mean the added amount % of tomato powder in noodle.

Control(0%) 0.5% 1% 1.5% 2%

〈Fig. 1〉 Dried noodles added with tomato powder.

Control(0%) 0.5% 1% 1.5% 2%

〈Fig. 2〉 Cooked noodles added with tomato powder.

여 TPA(texture profile analysis) 특성을 10회 반복 측정하여 평균치를 구하였다. 조리 특성 평가에서 제시된 조건대로 삶은 시료를 5 cm 길이로 자른 5가닥의 시료를 plate에 평행하게 배열시켜 올려 놓고 측정하여 얻어진 force-time graph로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess)를 구하였다. 조직감의 측정조건은 pre-test speed 5 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 10.0 mm/sec, strain deformation은 25%로 하였다.

## 8. 항산화 효과 측정

### 1) 시료 전처리

토마토 분말 첨가 국수의 항산화 효과 측정을 위하여 각 시료 5 g은 80% ethanol 50 mL를 첨가하여 교반기에 150 rpm, 6 hrs의 조건으로 추출 후 4,000 rpm, 20 mins의 조건으로 원심분리하고,

감압여과기로 여과 정용하여 DPPH radical 소거능과 total polyphenol 함량, total flavonoid 함량 측정 시료로 사용하였다.

### 2) DPPH Radical 소거능 측정

시료 50 mL에 0.2 mM DPPH 1 mL를 첨가하여 섞은 다음, 30분간 반응시킨 후 520 nm에서 측정하였다. Blank는 증류수를 사용하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하였다.

### 3) Total Polyphenol 함량 측정

시료 200 μL와 2% $Na_2CO_3$ 4 mL를 가한 다음, 3분 후 50% F-C 시약을 200 μL 첨가하여 섞는다. 실온에서 30분 동안 반응시킨 후, 750 nm에서 흡광도(UV-Probe Shimadzu, Japan)를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준곡선으로부터 % tannic acid 당량으로 환산하였다.

### 4) Total Flavonoid 함량 측정

시료 250 μL에 증류수 1 mL 5% $NaNO_2$ 75 μL를 넣고 5분간 방치한 다음, 10% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 150 μL를 넣고 6분 동안 방치시킨다. 여기에 1M NaOH 500 μL를 넣고 30분간 방치한 다음, 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준곡선으로부터 % (+)-catechin 당량으로 환산하였다.

## 9. 관능검사

관능검사의 경험이 있는 패널 20명(내국인, 연령대 21~30세, 남 9명, 여 11명)을 선정하여 관능검사를 실시하기 전 각각의 항목에 대해 잘 인지하도록 충분히 설명하고 훈련한 후, 패널들이 공복감을 느끼는 시간을 피해 오후 2시부터 3시까지 관능검사를 실시하였다. 관능검사용 국수는 관능검사 시작 전에 건면 100 g을 끓는 물 500 mL에 3분간 넣어 저어가면서 삶고, 1분간 흐르는 물에 냉각시킨 후, 관능검사용 사기그릇에 담아 제공하였다. 평가내용은 색(color), 향(oder), 맛(taste), 부드러운 정도(softness), 쫄깃한 정도(chewiness) 및 전반적 기호도(overall acceptance)의 6가지를 측정하였으며, 1에서 9까지의 점수를 사용한 9점 기호 척도법으로 '1'은 매우 나쁘다(very poor), '3'은 나쁘다, '5'는 보통(fair), '7'은 좋다(good), '9'는 매우 좋다(very good)로 구분 평가하였다(김광옥 · 이영춘 2006).

## 10. 통계처리

실험결과에 대한 데이터 분석은 SPSS(Statistics

<Table 2> **Proximate composition of noodles added with tomato powder** (%)

| Item / Adding ratio(%) | Moisture | Crude ash | Crude protein | Crude lipid | Carbohydrate |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 (Control) | 13.68±0.06$^{a}$ | 3.63±0.07 | 11.37±0.01$^{a}$ | 0.35±0.02$^{c}$ | 70.97±0.13$^{c}$ |
| 0.5 | 14.06±0.45$^{a}$ | 3.84±0.08 | 11.36±0.03$^{a}$ | 0.37±0.01$^{c}$ | 70.37±0.42$^{d}$ |
| 1.0 | 13.99±0.05$^{a}$ | 3.76±0.13 | 11.39±0.12$^{a}$ | 0.51±0.01$^{a}$ | 70.35±0.02$^{d}$ |
| 1.5 | 12.85±0.04$^{b}$ | 3.81±0.02 | 10.64±0.05$^{b}$ | 0.46±0.01$^{b}$ | 72.25±0.05$^{b}$ |
| 2.0 | 12.47±0.21$^{b}$ | 3.73±0.05 | 10.59±0.04$^{b}$ | 0.23±0.03$^{d}$ | 72.98±0.24$^{a}$ |
| *F*-value | 30.05$^{***}$ | 3.15 | 137.60$^{***}$ | 126.84$^{***}$ | 84.03$^{***}$ |

* Mean±SD (n=3).

* $^{***}p<0.001$.

* $^{a\sim e}$ Means with letters within a column are significantly different from each other at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.

Package for the Social Science, Ver. 18.0 for Window) package를 이용하여 평균 및 표준편차를 구하고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 통계적 유의성을 검증하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 토마토 분말 첨가 국수의 일반성분

토마토 분말을 첨가한 국수의 일반성분 측정결과는 <Table 2>에 나타낸 바와 같다. 수분함량은 토마토 1.5% 첨가구, 2% 첨가구가 유의적으로 낮게 측정되었다($p$<0.001). 이는 토마토 분말이 국수 반죽의 수분결합력을 방해한 것으로 사료된다. 회분함량은 3.63~3.84의 범위를 나타내어 각 시료간 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 조단백질 함량은 1.5% 첨가구, 2% 첨가구가 유의적으로 낮게 측정되었다($p$<0.001). 탄수화물은 2% 첨가구가 가장 높게 측정되었으며, 그 다음이 1.5% 첨가구로 측정되었다($p$<0.001). 이상의 결과로 보아, 회분과 조지방 함량을 제외하고는 토마토 1.5% 첨가구, 2% 첨가구가 수분함량과 조단백질 함량이 낮게 측정되었고, 탄수화물은 다른 시료에 비해 상대적으로 높게 측정되었다.

### 2. 조리된 토마토 분말 첨가 국수의 무게 및 부피

조리된 토마토 분말을 첨가한 국수의 무게 및 부피에 관한 측정결과는 <Table 3>에 나타낸 바와 같다. 각 조건별 토마토 분말 첨가 삶은 국수면의 중량은 토마토 첨가비율이 증가할수록 감소하여 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었으며, 그 중에서도 토마토 분말 무첨가구(control)가 가장 높은 수치를 나타내었고, 토마토 첨가구는 상대적으로 낮은 수치를 나타내었다($p$<0.001). 건면과 조리면의 중량 차이를 살펴보았을 토마토 분말의 첨가량이 많을수록 용출되는 고형분이 증가한다. 즉, 이는 국수 조리 시의 고형분 손실량은 국수 제조할 때 밀가루 외 가루 부재료의 첨가량 증가에 따른 결과라 사료된다. 또한, 국수를 삶았을 때 중량이 건면의 2.7~2.9배 정도라는 보고(Kim YA 2002)에 비하여, 본 연구에서는 건면 50 g일 때보다 토마토 분말 무첨가구(control)가 3.0배 증가하였고 토마토 분말 첨가구는 2.47~2.83배 정도 증가한 것으로 측정되었다. 또한, 삶은 국수면의 부피는 토마토 분말 무첨가구(control)가 144.0 mL로 가장 컸으며, 그 다음이 토마토 분말 0.5% 첨가구가 123.41 mL였고, 토마토 분말 1, 1.5, 2% 첨가구가 112.80~114.78 mL의 범위로

**<Table 3> Cooking properties of noodles added with tomato powder**

| Item / Adding ratio(%) | Weight of cooked noodle (g) | Volume of cooked noodle (mL) |
|---|---|---|
| 0 (Control) | 150.09±0.83$^{a}$ | 144.00±2.26$^{a}$ |
| 0.5 | 141.37±0.12$^{b}$ | 123.41±2.89$^{b}$ |
| 1.0 | 137.14±0.75$^{c}$ | 113.93±3.32$^{c}$ |
| 1.5 | 133.25±0.24$^{d}$ | 114.78±0.34$^{c}$ |
| 2.0 | 123.68±0.68$^{e}$ | 112.80±2.59$^{c}$ |
| $F$-value | 802.66$^{***}$ | 82.15$^{***}$ |

* Mean±SD(n=3).
* $^{***}p$<0.001.
* $^{a\sim e}$ Means with letters within a column are significantly different from each other at $p$<.05 by Duncan's multiple range test.

<Table 4> pH and turbidity values of noodles boiled water added with tomato powder

| Item / Adding ratio(%) | pH | Turbidity(mm) |
|---|---|---|
| 0 (Control) | 5.20±0.03[a] | 0.64±0.03[c] |
| 0.5 | 5.07±0.01[b] | 0.80±0.01[b] |
| 1.0 | 4.75±0.03[c] | 0.81±0.01[b] |
| 1.5 | 4.78±0.01[c] | 0.82±0.01[ab] |
| 2.0 | 4.65±0.01[d] | 0.85±0.01[a] |
| *F*-value | 575.15*** | 69.80*** |

* Mean±SD(n=3).
* ***$p$<0.001.
* [a~d] Means with letters within a column are significantly different from each other at $p$<.05 by Duncan's multiple range test.

시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p$< 0.001).

이상의 결과와 관련하여 밤가루 국수(Park KD 1997)와 들깨가루 국수(Sin DH · Ha KH 1999)에 관한 연구에서는 대조구에 비하여 중량 및 부피가 감소하였음을 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었고, 반면 복어 분말 첨가 국수에 관한 연구(Park BH 등 2013)에서는 복어 분말의 첨가량이 증가할수록 조리면의 무게와 부피가 증가되는 것으로 나타났음을 보고하였으며, 매생이 첨가 국수(Jung BM 등 2009)에 관한 연구에서도 조리한 국수의 무게 증가는 부피 증가와 정의 상관관계를 보였음을 보고하여 본 연구결과와 다른 경향을 나타내었다.

## 3. 토마토 분말 첨가 국수의 pH 및 탁도

토마토 분말을 첨가한 국수를 삶은 물의 pH 및 탁도 측정결과는 <Table 4>에 나타낸 바와 같다. 토마토 분말을 첨가한 국수를 삶은 물의 pH는 토마토 분말의 첨가비율이 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내어 각 시료 간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p$<0.001).

국수를 삶은 물의 탁도는 토마토 분말 무첨가구(control)가 가장 낮았으며, 토마토 첨가구가 상대적으로 높게 나타나, 각 시료간 유의적인 차이를 나타내었다($p$<0.001). 이는 토마토 분말을 첨가한 국수가 토마토 분말 무첨가구(control)에 비하여 삶는 과정에서 면을 구성하는 가루가 더 많이 떨어지기 때문이라고 생각되며, 국수 제조 시 부재료의 첨가비율이 증가할수록 고형분의 손실량이 커져 탁도가 높게 나타났음을 보고한 클로렐라 첨가 국수(Park SI · Cho EJ 2004), 건새우 첨가 국수(Cho HS · Kim KH 2009), 파래 분말 첨가 국수(Cho HS 2010), 어성초 분말 첨가 국수(Park WP 2014) 등의 연구결과와 같은 경향을 나타내었다.

## 4. 토마토 분말 첨가 국수의 색도

식품에서 색은 기호성을 증가시키고 식욕을 증진시키는 역할을 할 뿐만 아니라, 식품의 신선도, 성숙도, 품질 등을 판단하는 지표가 된다(Kong SH · Lee JS 2010).

토마토를 첨가한 국수 삶은 면의 색도측정 결과는 <Table 5>에 나타낸 바와 같다. 명도를 나타내는 L값(lightness)은 토마토의 첨가비율이 증가할수록 낮아져, 각 시료간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p$<0.001). 이는 국수보다 상대적으로 어두운 토마토의 색이 국수에 침착되어 명도가

**<Table 5> Hunter's color values of cooked noodles added with tomato powder**

| Item / Adding ratio(%) | L | a | b |
|---|---|---|---|
| 0 (Control) | 64.37±0.01[a] | −2.61±0.02[e] | 2.11±0.01[e] |
| 0.5 | 58.87±0.01[b] | −0.23±0.04[a] | 5.62±0.02[d] |
| 1.0 | 57.48±0.01[c] | −0.36±0.03[b] | 6.48±0.01[c] |
| 1.5 | 56.00±0.01[d] | −0.43±0.04[c] | 7.36±0.00[b] |
| 2.0 | 53.05±0.01[e] | −0.60±0.02[d] | 8.68±0.01[a] |
| *F*-value | 877,221.56*** | 2,914.01*** | 18,3794.23*** |

* Mean±SD (n=3).
* ***$p$<0.001.
* [a~e] Means with letters within a column are significantly different from each other at $p$<.05 by Duncan's multiple range test.

낮아진 것으로 사료된다. 적색도를 나타내는 a값(redness)은 토마토 무첨가구, 첨가구 모두 (−)의 수치를 나타내어 녹색의 경향을 나타내었으며, 각 시료간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p$<0.001). 그 중에서도 토마토 분말 무첨가구(control)가 토마토 분말 첨가구에 비해 녹색의 경향이 가장 강했다. 황색도를 나타내는 b값(yellowness)은 토마토 첨가비율이 증가할수록 매우 유의적으로 높아져 각 시료간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p$<0.001). 이는 토마토의 첨가비율이 증가할수록 토마토의 특유의 색성분인 카로틴이 국수에 침착되었기 때문인 것으로 사료된다.

## 5. 기계적 조직감

국수의 조직감은 밀이나 곡류의 단백질 성분인 글리아딘의 점성과 글루테닌의 탄성이 물과 소금을 혼합하여 물리적 힘을 가하면 독특한 망상구조에 의해 점탄성의 조직감이 만들어진다(Park SI · Cho EJ 2004). 토마토 분말 첨가 국수의 기계적 조직감 측정결과는 <Table 6>에 나타낸 바와 같다.

**<Table 6> Texture values of cooked noodles added with tomato powder**

| Item / Samples | Hardness | Cohesiveness | Springiness | Gumminess | Chewiness |
|---|---|---|---|---|---|
| 0%(Control) | 16.30±0.07[e] | 0.45±0.01[d] | 0.86±0.02[c] | 7.42±0.04[e] | 6.24±0.02[e] |
| 0.5% | 20.25±0.00[d] | 0.55±0.02[c] | 0.90±0.00[b] | 10.63±0.99[d] | 10.11±0.56[d] |
| 1.0% | 22.45±0.00[c] | 0.62±0.01[b] | 0.90±0.00[ab] | 14.01±0.64[c] | 12.53±0.89[c] |
| 1.5% | 25.39±0.23[b] | 0.65±0.02[b] | 0.90±0.01[ab] | 15.27±0.05[b] | 14.49±0.72[b] |
| 2.0% | 27.07±1.17[a] | 0.71±0.01[a] | 0.91±0.00[a] | 17.69±0.39[a] | 16.66±0.76[a] |
| *F*-value | 189.25*** | 112.15*** | 20.93*** | 156.83*** | 110.26*** |

* The value is mean±SD(n=3).
* ***$p$<0.001.
* [a~e] Means with different letters within a column are significantly different from each other by Duncan's multiple range test.

토마토 분말 첨가 국수의 기계적 조직감 중 경도(hardness)는 토마토 분말의 첨가비율이 증가할수록 유의적으로 높아지는 경향을 나타내었다($p<0.001$). 이와 관련하여 동아즙 첨가 국수(Hong SP 등 2004), 마가루 첨가 국수(Park BH · Cho HS 2006), 비파잎 첨가 국수(Park ID · Cho HS 2011). 양파 분말 첨가 국수(Kim JG · Shim JY 2006), 연잎 국수(Park BH 등 2010)에서도 첨가되는 부재료의 양이 증가될수록 경도가 높아진다고 보고한 바 있어, 본 결과와 유사한 경향이었다.

토마토 분말 첨가 국수의 응집성(cohesiveness)은 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 높아져 각 시료간 매우 유의적인 차이를 나타내었으며($p<0.001$), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 또한, 토마토 분말 첨가비율 증가에 따라 유의적으로 높아졌다($p<0.001$).

## 6. 토마토 분말 첨가 국수의 생리활성 효과

### 1) DPPH 라디컬 소거능

DPPH 라디컬 소거능은 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화 작용의 지표(Kim HK 등 1995)이며, 토마토 분말을 을 첨가한 국수의 DPPH 라디컬 소거능을 측정한 결과는 <Fig. 3>에 나타낸 바와 같다.

토마토 첨가비율이 증가할수록 소거능이 우수하게 나타나는 경향을 나타내어 2% 토마토 첨가구가 7.85 mg/100g으로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 토마토 무첨가구(control)와 토마토 0.5% 첨가구가 각각 3.48 mg/100g, 2.72 mg/100g으로 측정되어 상대적으로 낮은 수치를 나타내었다($p<0.001$).

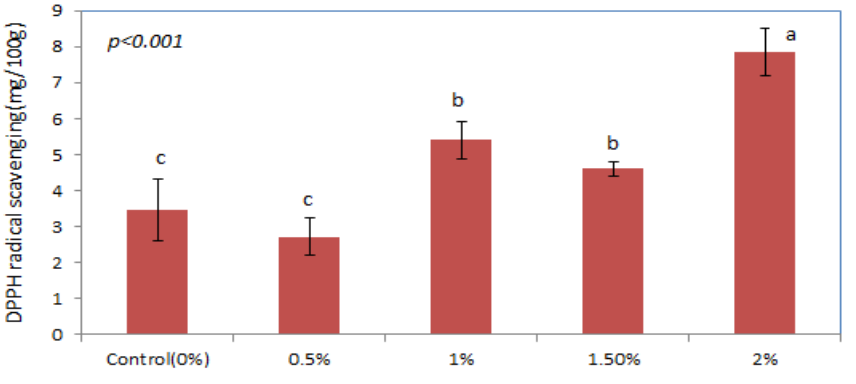
### 2) Total Polyphenol 함량

토마토 분말 첨가 국수의 total polyphenol 함량을 측정한 결과는 <Fig. 4>에 나타낸 바와 같다. 토마토 분말 무첨가구(control)가 토마토 분말 첨가구(0.5~2%)보다 유의적으로 total polyphenol 함량이 낮게 측정되었고(92.00 mg/100g), 토마토 분말 첨가구(0.5~2%)는 110.92~120.97 mg/100 g의 범위를 나타내어 토마토 첨가비율이 증가할수록 함량이 높아지는 경향을 나타내었으나, 토마토 가구 간의 통계적인 유의성은 나타나지 않았다($p<0.01$). 일반적으로 polyphenol 함량이 증가함에 따라 DPPH 라디컬 소거능도 증가한다는 것으로 알려져 있는데(Kim HK 등 1995), 본 연구결과에서도 동일한 경향이었다. 따라서 토마토 분말 첨가에 따른 항산화 효과가 향상된 국수의 제조가 가능할 것으로 판단되었다.

### 3) Total Flavonoid 함량

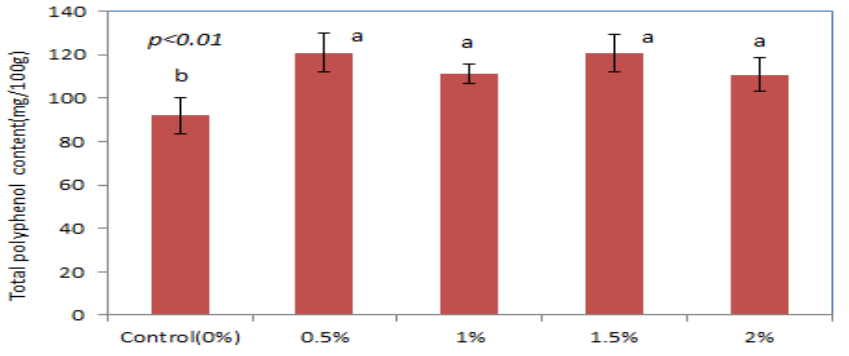
토마토 분말 첨가 국수의 total flavonoid 함량을 측정한 결과는 <Fig. 5>에 나타낸 바와 같다.

토마토 첨가유무 및 첨가비율의 증가와는 관계



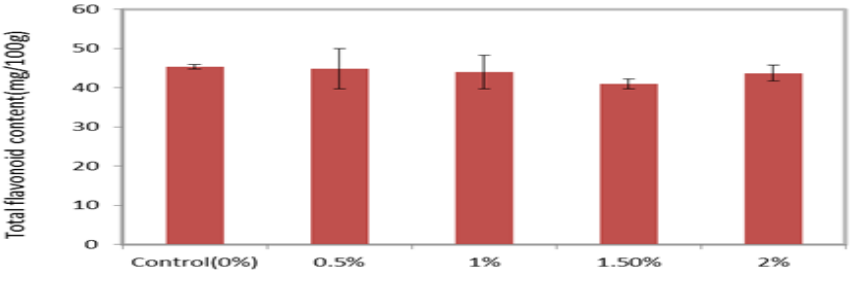

* Mean±SD(n=3).

**<Fig. 3> DPPH radical scavenging activity of noodles added with tomato powder.**




* Mean±SD(n=3).

〈Fig. 4〉 **Total polyphenol content of noodles added with tomato powder**




* Mean±SD(n=3).

〈Fig. 5〉 **Total flavonoid contents of noodles added with tomato powder.**

〈Table 7〉 **Sensory preference of cooked noodle with various level of tomato powder**

| Samples \ Item | Color | Texture | Taste | Chewiness | Overall preference |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | 4.10±1.33$^{a}$ | 4.90±1.02 | 4.70±1.13 | 3.45±0.83$^{a}$ | 4.00±1.41$^{c}$ |
| 0.5% | 5.05±0.51$^{b}$ | 5.25±1.21 | 4.80±1.11 | 4.70±1.26$^{b}$ | 4.70±1.08$^{bc}$ |
| 1% | 4.80±0.62$^{b}$ | 4.95±0.94 | 4.80±0.95 | 4.65±0.88$^{b}$ | 5.20±0.70$^{b}$ |
| 1.5% | 6.15±1.04$^{c}$ | 5.30±1.49 | 4.90±2.02 | 6.35±1.04$^{c}$ | 6.70±1.17$^{a}$ |
| 2% | 5.95±1.00$^{c}$ | 4.85±1.23 | 4.30±1.45 | 6.05±0.89$^{c}$ | 5.40±1.27$^{b}$ |
| *F*-value | 15.88$^{***}$ | 0.62 | 0.57 | 28.19$^{***}$ | 14.96$^{***}$ |

* The value is mean±SD (n=20).
* $^{***}p<.001$.
* $^{a\sim d}$ Means with different letters within a column are significantly different from each other by Duncan's multiple range test.

없이 41.01~45.40 mg/100g의 범위를 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

## 7. 관능 기호도 평가

토마토 분말 첨가 국수의 관능 기호도 평가 결과는 〈Table 7〉에 나타낸 바와 같다.

색에 대한 기호도(color)는 토마토 분말 1.5% 첨가구와 2% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타

내었으며, 토마토 분말 무첨가구(control)가 가장 낮은 기호도를 나타내었고, 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 우수한 기호도를 나타내었다($p<0.001$). 일반적으로 국수의 색상은 소비자들의 국수구매 시 가장 중요한 요인 중 하나로(Lee CD 등 1985), 소비자들은 어두운 색보다 밝고 흰색의 국수를 선호하는 것으로 알려져 있으나, 본 연구 결과에서는 토마토 분말의 첨가비율이 증가하여 기계적 색도 측정치가 낮아질수록 오히려 기호도가 높아지는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 보아, 최근 다양한 기능성 천연재료를 첨가하여 제조한 유색 국수에 대한 소비자의 선호도가 높아지면서(Cho HS · Kim KH 2009, Park BH 등 2010) 기존의 흰색 위주 국수에 대한 고정 관념이 변화하고 있는 것으로 사료된다(Cho HS 2010).

조직감에 대한 기호도(texture)는 기계적인 조직감 측정결과에서 각 시료간 매우 유의적인 차이를 나타내었던 것에 반해, 토마토 분말 첨가 유무, 첨가비율에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 맛의 기호도(taste) 또한, 전체 시료에서 4.30~4.90 범위의 기호도를 나타내어 각 시료간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 씹힘성에 대한 기호도(chewiness)는 토마토 분말 1.5% 첨가구와 토마토 분말 2% 첨가구가 가장 높은 점수를 나타내어 각 시료간 매우 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.001$). 전반적인 기호도에 대한 항목에서는 토마토 분말 1.5% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 그 다음이 토마토 분말 1% 첨가구, 2% 첨가구였고 토마토 분말 무첨가구(control)와 0.5% 첨가구는 상대적으로 낮은 점수를 나타내었다($p<0.001$).

이상의 결과로 보아, 색과 씹힘성에 대한 기호도에서 우수한 기호도를 나타내었던 토마토 분말 1.5% 첨가구와 2% 첨가구 중 통계적 유의성은 나타나지 않았으나, 더 높은 점수를 나타내었던 토마토 분말 1.5% 첨가구가 전반적인 기호도에서 가장 우수한 기호도를 나타내었으므로, 토마토 분말을 첨가한 국수를 제조할 시에는 관능적인 측면을 고려하여 밀가루 양 대비 토마토 1.5%를 첨가하는 것이 가장 적합할 것으로 사료된다.

## Ⅳ. 요약 및 결론

뛰어난 생리활성 효과를 나타내는 토마토의 식품가공재료로서의 활용도를 높이기 위한 일환으로 토마토 분말을 첨가한 국수를 제조하여 품질특성을 측정하고, 제품화의 가능성을 살펴보았다.

밀가루 양 대비 0.5%, 1%, 1.5%, 2%의 동결건조 토마토 분말을 첨가하여 제조한 국수의 수분함량은 토마토 분말 1.5%, 2% 첨가구가 낮게 측정되었으며, 회분함량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 조단백질 함량과 조지방 함량은 감소하였고, 탄수화물 함량은 증가하였다. 토마토 분말 첨가 비율이 증가할수록 삶은 후의 국수 중량과 부피가 감소하였으며, 국수 삶은 물의 pH는 낮아지고, 탁도는 높아졌다. 토마토 분말 첨가 국수의 색도 중 토마토 분말 첨가 비율이 증가할수록 L값은 낮아지고, a값은 토마토 분말 무첨가구(control)가 토마토 분말 첨가구에 비해 (−)녹색의 경향이 가장 강했고, b값은 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다. 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 기계적 조직감은 경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성의 모든 항목에서 유의적으로 높아졌으며, DPPH 라디컬 소거능과 총 폴리페놀 함량 또한, 높아졌다. 반면 총 플라보노이드 함량은 토마토 분말 첨가 유무 및 첨가비율에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 관능 기호도는 색과 씹힘성, 전반적인 기호도에서 토마토 분말 첨가구가 무첨가구에 비해 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으며, 그 중에서도 색과 씹힘성에 대한 기호도는 토마토 분말 1.5%, 2% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었고, 전반적인 기호도에서는 토마토 분말 1.5% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때, 최근 천연식품

이나 농산물에 함유된 파이토케미컬(phytochemical)의 생리활성을 이용한 다양한 웰빙 국수제품들이 제조 판매되고 있는 시점에서 토마토 분말을 첨가한 국수는 소비자의 선호가 클 것으로 기대되며, 국수 제조시의 토마토 분말 첨가는 영양적, 건강적인 측면이 보완된 국수제품을 제조하는데 기여할 수 있을 것으로 생각되며, 토마토 분말 첨가 국수의 제품화 가능성 또한, 밝은 것으로 사료된다. 그 중에서도 최적의 토마토분말 첨가비율은 밀가루 양 대비 1.5%를 첨가하는 것이 가장 적합할 것으로 판단되었다.

## 한글 초록

토마토의 식품가공재료로서의 활용도를 높이기 위해 토마토 분말을 첨가한 국수를 제조하고, 품질특성을 측정하였다. 토마토 분말 첨가(밀가루 양 대비 0.5-2%) 국수의 수분함량은 토마토 분말 1.5%, 2% 첨가구가 낮게 측정되었으며, 조단백질 함량과 조지방함량은 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 감소하였고, 탄수화물 함량은 증가하였다. 삶은 후의 국수 중량과 부피는 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 감소하였으며, 국수 삶은 물의 pH는 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 낮아지고, 탁도는 높아졌다. 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 색도의 L값은 낮아지고, a값은 토마토 분말 무첨가구(control)가 토마토 분말 첨가구에 비해 (−)녹색의 경향이 가장 강했고, b값은 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 높아졌다. 기계적 조직감은 모든 항목에서 토마토 분말 첨가비율이 증가할수록 유의적으로 높아졌고, DPPH 라디컬 소거능과 총 폴리페놀 함량도 높아졌다. 관능 기호도는 색과 씹힘성, 전반적인 기호도에서 토마토 분말 첨가구가 무첨가구에 비해 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으며 그 중에서도 색과 씹힘성에 대한 기호도는 토마토 분말 1.5%, 2% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었고, 전반적인 기호도에서는 토마토 분말 1.5% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었다.

## 참고문헌

김광옥, 이영춘 (2006). 식품의 관능검사. 학연사, 12-47, 서울.

윤서석 (1991). 한국의 국수문화의 역사. 한국식문화학회지 6:85-94.

이영미 (2004). 잘 먹고 잘 사는법 토마토. 김영사, 22-49, 경기도.

AOAC (1995). Official Methods of Analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists. 125-132, Washington, D.C, USA.

Ben-Amotz A, Fisher R (1997). Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis β-carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chem* 62(4):515-520.

Cho HS (2010). Rheological properties of dried noodles with added *Enteromorpha intenstinalis* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(4): 567-574.

Cho HS, Kim KH (2009). Assessment of quality characteristics of dried shrimp noodles for elderly food service operations. *Korean J Food Cookery Sci* 25(3):267-274.

Choi BH (2011). Effect of adding amaranth powder on noodle quality. *Korean J Food & Nutr* 24(4):664-669.

Choi SH, Kim DH, Kim DS (2011). Comparison of ascorbic acid, lycopene, β-carotene and α-carotene contents in processed tomato products, tomato cultivar and part. *Korean J Culinary Research* 17(4):263-272.

Chong HS, Park CS (2003). Quality of noodle added powder of *Opntia ficus-indica* var. *saboten*. *Korean J of Food Pre* 10(2):200-205.

Cho YB, Kang BN (2003). Effect of analysis in the taste and quality freeze-dried *Kimchi* pow-

der adding of noodles. *Korean J Culinary Research* 9(2):115-126.

Dick JW, Matsuo RR (1988). Durum wheat and pasta products. *Chemistry and Technology* 2 (3):507-547.

Gu JR (2007). Effect of storage temperature and package methods on the quality of tomato. MS thesis, Pukyong National University, Busan, Korea. p 3-5.

Ha SK, Choi YH (1988). Rheological characteristics and viscosity prediction models of tomato ketchup suspensions. *Korean J Food SCI Technol* 20(6):812-819.

Hakala SH, Heinonen IM (1994). Chromatographic purification of natural lycopene. *J Agric Food Chem* 42(6):1314-1316.

Hart DJ, Scott KJ (1995). Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem* 54(1):101-111.

Hoe SK, Park KH, Yang MR, Jeong KJ, Kim DH, Choi JS, Jin SK, Kim IS (2006). Quality characteristics of low-fat emulsified sausage containing tomatoes during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26(3):297-305.

Hong SP, Jun HI, Song GS, Kwon KS, Kwon YJ, Kim YS (2004). Characteristics of wax gourd juice-added dry noodles. *Korean J Food Sci Technol* 36(5):795-799.

Hwang JH, Jang MS (2001). Effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodle(1). *Korean J Food Cookery Sci* 17(4):373-379.

Jung BM, Park SO, Shin TS (2009). Development and quality characteristics of rice noodles made with added *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25(1):180-188.

Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY (1995). Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medical plants. *Korean J Food Sci Technol* 27(1):80-85.

Kim HR, Hong IS, Choi ES, Han GJ, Kim TY, Kim SB, Chun HK (2005). Properties of wet noodle changed by the addition of *Sanghwang* mushroom (*Phellinus linteus*) powder and extract. *Korean J Food Sci Technol* 37(4):579-583.

Kim JG, Shim JY (2006). Quality characteristics of wheat flour noodle added with onion powder. *Food Engineering Progress* 10(4):269-274.

Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS (2014). Quality characteristics of *Yanggaeng* added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(7):1042-1047.

Kim KS, Chae YK (1997). The effects of addition of oligosaccharides on the quality characteristics of tomato jam. *Korean J Soc Food Sci* 13(3):348-355.

Kim MY, Chun SS (2008). Quality characteristics of *sulgidduk* with tomato powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24(3):412-418.

Kim YA (2002). Effects of mulberry leaves powder on the cooking characteristics of noodle. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18(6):632-636.

Kim YJ, Han YS (2006). Preparation of tomato *kimchi* and its characteristics. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 22(4):535-544.

Kim YS (1998). Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30(6):1373-1380.

Kong SH, Lee JS (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

(2):274-280.

Lee CD, Lee CH (1985). The quality of Korean dried noodle made from Australian wheats. *Korean J Food Sci Technol* 17(3):163-169.

Lee HB, Yang CB, Yu TJ (1972). Studies on the chemical composition of some fruit vegetables and fruits in Korea(I) -On the free amino acid and sugar contents in tomato, watermelon, muskmelon, peach and plum. *Korean J Food Technol* 4(1):36-43.

Lee JS (2012). Quality characteristics of wet noodles added with freeze-dried purple sweet potato powder. *Korean J Culinary Research* 18 (5):279-292.

Mascio PD, Kaiser S, Sies H (1989). Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch Biochem Biophys* 274 (2):532-538.

Park BH, Cho HS (2006). Quality characteristics of dried noodles made with *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22(2):173-180.

Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS (2010). Quality characteristics of dried noodle added with lotus leaf powder. *Korean J Food Culture* 25(2):225-231.

Park BH, Yoo JY, Cho HS (2013). Quality characteristics of dried noodle with added *Lagocephalus lunaris* powder. *Korean J Food Culture* 28(3):312-319.

Park ID, Cho HS (2011). Quality characteristics of dried noodles with added loquat leaf powder. *Korean J Food Culture* 26(6):709-716.

Park KD (1997). Characteristics of noodle added with chestnuts flour. *Korean J Food Nutr* 10 (3):339-343.

Park NY, Park KN, Lee SH (2006). Effects of tomato ketchup on fermentation and quality of *kimchi. Korean J Food Sci Technol* 38(5):655-658.

Park SI, Cho EJ (2004). Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J Food Nutr* 17(2):120-127.

Park WP (2014). Quality characteristics of noodles added with *Houttuynia cordata* Thunb. powder. *Korean J Food Preserv* 21(1):34-39.

Sin DH, Ha KH (1999). Characteristics of noodle made with composite flours of perilla and wheat. *Korean J Food Sci Technol* 28(6):1256-1259.

2014년 10월 15일 접수
2014년 12월 30일 1차 논문수정
2015년 01월 30일 2차 논문수정
2015년 02월 05일 3차 논문수정
2015년 02월 15일 논문게재확정