

## 열처리 방법에 따른 표고버섯의 이화학적 특성 및 영양학적 분석

이중규<sup>1</sup> · 김광일<sup>1</sup> · 황인국<sup>2</sup> · 유선미<sup>2</sup> · 민상기<sup>3</sup> · 최미정<sup>1</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 생명자원식품공학과  
<sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부  
<sup>3</sup>건국대학교 바이오산업공학과

### Effects of Various Thermal Treatments on Physicochemical and Nutritional Properties of Shiitake Mushrooms

Jung-Gyu Lee<sup>1</sup>, Kwang-Il Kim<sup>1</sup>, In-Guk Hwang<sup>2</sup>, Seon-Mi Yoo<sup>2</sup>,  
Sang-Gi Min<sup>3</sup>, and Mi-Jung Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Bioresources and Food Science and <sup>3</sup>Department of Bioresource and Food Sciences, Konkuk University  
<sup>2</sup>National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

**ABSTRACT** In the food industry, thermal treatment is an important process for extending shelf-life of foods. However, heating process affects the physicochemical, nutritional, and microbial properties of foodstuff such as color, texture, pH, and proximate compositions. This study was conducted to select an optimal thermal treatment by observing physicochemical, nutritional, and microbial effects of shiitake mushrooms with different thermal treatment methods. Shiitake mushrooms were washed and sliced equally (5 cm×0.5 cm×0.5 cm) and then heat-treated by three methods. Samples were heated in 100°C boiling water, steamed for 10 min, or pan fried at 130°C for 4 min. Total color difference values showed significantly increasing tendency with treatment time. For pH values, boiling water-treated mushrooms showed increasing tendency according to increased thermal treatment. For the results of hardness, boiling water or pan frying-treated mushrooms showed reduced tendency within 1 min. In the case of steam-treated mushrooms, hardness values were maintained for 1 min. Organic acid contents of steam-treated sample showed the lowest value among treatments. For microbial counts, steam-treated samples for 3 min showed the lowest value. Consequently, the results of this study suggest that steam treatment could be the optimal thermal treatment to minimize quality loss of shiitake mushrooms.

**Key words:** shiitake mushroom, thermal treatment, microorganism, hardness, organic acid

## 서 론

최근 급속한 산업사회의 발전과 더불어 국민 소득의 증가, 다가구 세대 감소 및 1인 가구의 증가로 인해 외식 시장이 발달하고 있다(1). 2010년 통계청 발표에 따르면 1인 가구 수가 증가하고 있으며 2010년에는 전체가구 수의 24%를 차지한다고 보고했고, 이는 2000년 대비 8.4% 증가한 결과이다(2). 또한 싱글족 및 맞벌이 부부 등의 증가 현상에 따라 이러한 가구들은 외식을 하거나 조리된 음식을 구매해서 가정에서 식사하는 경우가 많아지게 되고, 가정식사대용식(HMR, home meal replacement) 제품 시장이 성장하고 있다(3,4). 현재의 HMR 제품들은 대부분 서양식이고 한국 음식들은 조리 과정이 복잡하여 HMR 제품보다 완제품의

상품을 이용하거나 외식을 통해서 먹는 것으로 나타났다(5). 또한 Han(6)의 연구에 따르면 HMR에 대한 불만족 사유를 제품 종류가 다양하지 않다고 조사하였으며, 다양한 맛의 HMR 제품 개발이 필요하다고 보고하였다. 이에 편의성을 갖춘 한식 HMR 상품을 개발하기 위해 한식에 사용되는 재료들에 대한 연구가 필요하다.

한식 재료 중에 표고버섯(*Lentinula edodes*)은 담자균강 주름버섯목에 속하며, 주로 동북아시아 및 동남아시아에서 재배, 소비된다(7). 표고버섯은 특유의 풍미와 질감뿐만 아니라 탄수화물, 단백질, 무기질 및 비타민 등의 영양소를 함유하고 있어 식용으로 사용되고 있다(8). 버섯류는 일반적으로 phenolic compounds, steroids 등과 같은 2차 대사산물을 축적하고 있으며(9), 항치매 기능을 가진 높은  $\beta$ -secretase 저해활성이 보고되었다(10). 또한 표고버섯에서 암, 뇌졸중, 심장질환 및 당뇨병 등의 만성 퇴행성 질환들의 예방, 개선(11)과 체중 및 체지방, 혈청지방 농도 개선에 효과가 있다고 보고되었다(12).

Received 30 January 2015; Accepted 24 April 2015

Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea  
E-mail: choimj@konkuk.ac.kr, Phone: +82-2-450-3048

버섯의 생리활성은 다른 농산물보다 높아(13) 짧은 저장 기간을 가지며 유통 중 부패율, 품질 저하가 높다(14). 또한 표고버섯은 단기간 저장 중에서도 수확 후 관리가 부적절할 경우 품질 변화가 심하게 발생하여 형태적 변형, 반점 생성 등으로 품질 저하되는 경우가 자주 발견된다(15).

식품이나 식재료들을 저장, 유통하기 위해서는 식품의 보존력이나 품질을 향상시키기 위해 다양한 열처리 공정과 저장 방법들이 있다. 이러한 열처리 과정은 품질 저하에 관련된 효소들이 불활성화되어 저장기간 동안 색상의 변화를 방지하고 조직의 연화를 최소화하기 위한 식품가공 공정이며, 또한 노화를 억제하고 저온장해나 살균 효과가 있으므로 저장을 위한 열처리 기술로 널리 이용되고 있다(16,17). 그러나 식재료에 열처리를 진행하면 제품을 연화하여 질감을 감소시키거나 색, 향, 맛의 변화, 수용성 성분의 손실과 같은 이화학적, 영양학적 변화가 일어나는 것으로 보고되어 있다(18). 따라서 열처리를 통해 성분 변화를 최소화하고 효소 불활성화를 진행할 수 있는 적합한 수준의 연구를 필요로 한다.

사용하는 목적에 따라서 다양한 열처리 방법들이 있다. 열수 침지 처리나 증기 처리의 경우 식미의 변화가 주요 목적이 아닌 효소 불활성화를 통해 냉장, 냉동, 포장 등의 이후 공정과 연계하여 저장수명을 연장시킬 수 있다(19). 특히 열수 처리는 열전달이 빠르고 경제적이기 때문에 상업적으로 이용이 확대되고 있으며(20), 볶음 처리는 열수 침지나 증기 처리와는 달리 높은 온도로 짧은 시간 동안 갈변반응을 촉진시켜 독특한 향미가 형성되어 기호도를 높일 수 있는 방법으로(21), Lee 등(22)의 연구에 의하면 일본인들과 한국인들이 표고버섯을 가장 많이 조리해 먹는 형태이다.

본 연구는 한식에서 일반적으로 사용되는 채소들 중 표고버섯을 열수 침지, 증기 및 볶음 처리법의 예비 열처리 과정을 통해 발생하는 이화학적, 영양학적 및 미생물 변화를 통해 최적 예비 열처리 공정 과정을 관찰하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 실험에서 사용한 표고버섯은 E사 대형유통마트(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. Malic acid, succinic acid 및 fumaric acid 표준품은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 analytical 및 HPLC 등급을 구입하여 사용하였다.

### 열처리

표고버섯은 크기가 일정하고 상처가 없는 것을 선별하여 버섯 갓 부분을 취한 다음 흐르는 물에 수세 후 거즈로 물기를 제거하였다. 표고버섯의 갓을 5 cm×0.5 cm×0.5 cm(가로×세로×높이)의 직육면체 형태로 절단 후 각각 열수 침지, 증기 및 볶음 처리 방법을 통하여 열처리하였다. 열수 침지

(boiling water) 처리는 Choi(23)의 연구에서 산채류에 소금물을 처리하여 데치기 한 결과 용출되어 나오는 성분을 억제한다는 보고에 따라 100°C의 1% 소금물 2.5 L에 시료 500 g을 침지시켜 1분 간격으로 10분 동안 열처리하였으며, 증기 처리(steam)는 100°C의 끓는 증기에 시료를 1분 간격으로 10분 동안 열처리하였다. 볶음 처리(pan frying)는 식용유와 시료의 비율을 1:20으로 하였으며, 식용유로 프라이팬을 10초간 중불에서 달군 뒤 시료를 넣고 30초 간격으로 4분 동안 열처리하였다(24). 열수 침지, 증기 및 볶음 처리된 시료는 흐르는 냉수에 1분간 냉각하고 거즈로 물기를 제거한 다음 표고버섯의 품질 변화 관찰을 실시하였다.

### 색도 측정

색도는 상기의 방법대로 열처리된 버섯 시료의 측면을 color reader(CR-200, KONICA MINOLTA, Osaka, Japan)를 사용하여 3회 반복하여 color Lab를 측정하였으며, 명도(lightness, L\*-value), 적색도(redness, a\*-value) 및 황색도(yellowness, b\*-value)를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판의 명도 값이 77.1, 적색도 값이 2.1, 황색도 값이 2.2였다. 다양한 방법으로 열처리된 표고버섯의 색차(ΔE)는 다음과 같은 공식에 대입하여 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

L<sub>1</sub>, a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>=열처리 전 표고버섯 시료의 명도, 적색도, 황색도 값

L<sub>2</sub>, a<sub>2</sub>, b<sub>2</sub>=열처리 후 표고버섯 시료의 명도, 적색도, 황색도 값

### pH 측정

pH는 시료와 증류수의 비율을 1:9로 넣어 Homogenizer(T25 digital, IKA, Staufen, Germany)에서 12,000 rpm으로 2분간 균질한 후 pH meter(Orion 3-star, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)로 3회 반복 측정하였다.

### 경도 측정

경도 측정에 사용된 시료는 5 cm×0.5 cm×0.5 cm(가로×세로×높이)의 직육면체 형태로 절단 후 표고버섯의 경도(hardness)는 Texture Analyzer(CT3-1000, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. Compression 방식을 사용하여 target value는 5.0 mm였으며, trigger load는 300 g, test speed는 2.5 mm/s의 속도로 측정하였다. 길이가 70 mm, 폭이 0.3 mm인 칼날 형태의 plain vee probe(Brookfield Engineering Laboratories)와 TA-SBA fixture(Brookfield Engineering Laboratories, Inc.)를 사용하였다. 위의 조건들을 사용하여 경도 값을 측정하였다. 각 처리구마다

이화학적 분석은 5회 이상 반복 실험하여 결과값을 나타내었다.

### 일반성분 분석

열처리한 시료의 일반성분 분석은 AOAC(25)에 준하여 측정하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 550°C 직접 회화법을 사용하여 측정하였다.

### 무기질 함량 측정

무기질 함량은 AOAC(25)에 따라서 건식법을 사용하여 측정하였다. 즉 550°C에서 시료 1 g을 회화한 뒤 0.5 N HNO<sub>3</sub> 10 mL를 넣고 GF/C 여과지(90 mm, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과한다. 여과된 시료를 0.5 N HNO<sub>3</sub> 25 mL로 정용하여 inductively coupled plasma spectrometer(Thermo Jarrell Ash ICP 9000, Thermo Jarrell Ash, Franklin, MA, USA)로 분석하였다.

### 유기산 함량 측정

유기산 함량은 Kim 등(26)의 방법을 변경하여 측정하였다. 즉 건조된 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 200 rpm, 3시간 진탕 추출한 후 Whatman No. 2 filter(Whatman International Ltd.)로 여과한 뒤 50 mL로 정용하였다. 추출물은 HPLC system(Agilent Technologies 1200 series, Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA)으로 분석하였다. 칼럼은 ion exclusion column(Aminex Ion exclusion HPX-87H 300×7.8 mm, Bio-Rad Lab., Richmond, CA, USA)을 사용하였고, 검출기는 UV detector(Agilent Technologies Inc.)로 210 nm에서 검출하였으며, 이동상은 0.008 N sulphuric acid 용액을 0.6 mL/min 유속으로 흘려주었고 1회 주입량은 20 µL를 주입하여 분석하였다. 표준물질로 malic acid, succinic acid 및 fumaric acid를 사용하였다.

### 미생물 측정

멸균식염수 225 mL와 시료 25 g을 멸균팩에 넣고 첨가하여 1분간 스토마커(WS-400, Shanghai Zhisun Equipment Co., Shanghai, China)로 처리한 후 여과액 1 mL를 취하여 멸균수로 각 시료를 10배 희석법으로 희석하였다. 고온성 및 중온성균 측정은 희석액 1 mL를 Petrifilm Aerobic Count Plate(3M<sup>TM</sup> Petrifilm<sup>TM</sup>, St. Paul, MN, USA)에 접종하여 incubator에서 각각 50°C와 37°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 집락수를 계수하였다. 대장균군은 Petrifilm Coliform Count plates(3M<sup>TM</sup> Petrifilm<sup>TM</sup>)에 희석액 1 mL를 접종한 다음 37°C에서 24시간 incubator에서 배양한 뒤 기포가 형성된 집락수를 계수하였다. 효모 및 곰팡이는 Petrifilm Yeast and Mold Count plates(3M<sup>TM</sup> Petrifilm<sup>TM</sup>)에 희석액 1 mL를 접종한 다음 25°C에서 72시

간 incubator에서 배양한 뒤 집락수를 계수하였다. 각 실험은 3회 반복하여 진행되었다.

### 통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Ver. 22.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, ANOVA 분석을 통하여 Duncan's multiple range test를  $P < 0.05$  수준에서 실시하여 각 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 색도 측정

열수 침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 표고버섯의 색도는 Table 1과 같다. 본 실험에서 측정된 생 표고버섯의 색도 값의 평균값은 명도가 73.87, 적색도가 13.60, 황색도가 18.50으로 나타났다. 명도의 경우 처리 방법에 관계없이 열처리 시간이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 150초 이상 볶음 처리한 표고버섯의 경우 갈변 현상이 눈에 띄게 진행되어 명도가 급격하게 감소하는 결과를 나타내었으며, 같은 처리 시간에 비해서 증기 처리한 시료의 명도가 가장 생 시료와 가깝게 나타났다. 적색도의 경우 열수 침지 처리 시 열처리 시간에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. 황색도의 경우 증기 처리가 2분이 될 때까지는 처리 시간이 증가하면서 황색도가 증가하였으나, 이후 처리 시간이 증가하면서 17~20 사이의 값을 나타내었다. 열수 침지 처리 시에는 15~19의 값을 보였다. 색차 값의 경우 같은 시간 동안 열처리를 진행했을 때 증기 처리의 색차 값이 가장 낮은 결과를 나타냈다. 특히 볶음 처리의 경우 120초 이상에서 급격하게 값이 증가하는 결과를 보였다.

Lespinard 등(27)의 연구에 의하면 버섯을 열수 침지 처리하였을 때 온도가 높을수록 L값은 감소하였다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 나타냈다. Qiu 등(28)은 버섯의 갈변현상은 멜라닌 생합성에 의해서 이루어진다고 보고하였다. 또한 열처리는 천연색소들을 파괴시켜 식품의 특징적인 색깔을 상실하게 하며(22), 이로 인해 색도 값이 변한 것으로 사료된다.

### pH 측정

열수 침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 표고버섯의 pH는 Fig. 1과 같다. 생 표고버섯의 pH는 4.81이었으며, 세 가지 열처리 방법 모두 열처리 이후 pH가 증가하는 결과를 보였다. 열수 침지 처리는 1~3분 처리 시 5.41~5.48 범위의 결과를 나타내었으며, 이후 열처리 시간이 증가함에 따라서 pH 값 또한 증가하는 경향을 나타내었다. 증기 처리를 거친 표고버섯의 경우 열처리 직후 pH 값이 5.26으로 증가하였으며, 이후 열처리 시간이 증가하여도 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $P > 0.05$ ). 볶음 처리한 표고버섯은 1분 처리 시

Table 1. Change in hunter color value of shiitake mushrooms depending on thermal treatments and time

Treatments	Time (s)										
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	
Boiling water	L*	56.83±1.33 <sup>ab</sup>	58.60±2.35 <sup>a</sup>	52.23±1.45 <sup>ab</sup>	53.50±3.08 <sup>ab</sup>	56.50±1.31 <sup>ab</sup>	56.07±0.64 <sup>ab</sup>	51.53±2.27 <sup>ab</sup>	53.43±1.29 <sup>ab</sup>	51.23±5.34 <sup>b</sup>	51.70±0.61 <sup>ab</sup>
	a*	14.10±0.66 <sup>a</sup>	13.67±0.85 <sup>a</sup>	12.20±2.25 <sup>a</sup>	12.67±2.37 <sup>a</sup>	13.00±0.44 <sup>a</sup>	13.30±0.30 <sup>a</sup>	12.77±0.86 <sup>a</sup>	12.90±1.18 <sup>a</sup>	12.33±0.93 <sup>a</sup>	14.00±0.53 <sup>a</sup>
	b*	20.77±0.40 <sup>a</sup>	19.77±1.00 <sup>a</sup>	17.13±1.67 <sup>ab</sup>	17.33±3.12 <sup>ab</sup>	19.00±1.25 <sup>ab</sup>	18.47±0.59 <sup>ab</sup>	17.67±1.29 <sup>ab</sup>	18.07±0.64 <sup>ab</sup>	15.47±0.72 <sup>b</sup>	18.60±0.75 <sup>ab</sup>
	ΔE	17.21±1.26 <sup>ab</sup>	15.35±2.39 <sup>b</sup>	21.84±1.42 <sup>ab</sup>	20.66±3.18 <sup>ab</sup>	17.42±1.31 <sup>ab</sup>	17.81±0.63 <sup>ab</sup>	22.41±2.17 <sup>ab</sup>	20.48±1.25 <sup>ab</sup>	22.89±5.35 <sup>a</sup>	22.18±0.61 <sup>ab</sup>
Steam	L*	62.80±1.41 <sup>a</sup>	59.00±2.29 <sup>ab</sup>	54.77±4.19 <sup>bcd</sup>	56.30±2.84 <sup>abc</sup>	48.07±2.78 <sup>d</sup>	51.73±0.84 <sup>cd</sup>	52.53±1.51 <sup>bcd</sup>	51.83±2.14 <sup>cd</sup>	50.10±1.01 <sup>cd</sup>	52.83±1.17 <sup>bcd</sup>
	a*	14.57±0.57 <sup>a</sup>	13.30±0.87 <sup>ab</sup>	13.93±0.45 <sup>ab</sup>	12.90±0.87 <sup>ab</sup>	11.57±0.60 <sup>b</sup>	13.23±0.83 <sup>ab</sup>	12.00±0.66 <sup>ab</sup>	12.97±0.49 <sup>ab</sup>	12.13±0.95 <sup>ab</sup>	12.33±1.36 <sup>ab</sup>
	b*	21.57±1.10 <sup>ab</sup>	22.23±0.38 <sup>ab</sup>	20.90±0.30 <sup>abc</sup>	18.90±0.92 <sup>cde</sup>	17.10±0.61 <sup>c</sup>	19.40±0.61 <sup>bcd</sup>	17.97±0.47 <sup>de</sup>	18.23±0.12 <sup>de</sup>	17.57±1.05 <sup>de</sup>	18.77±1.15 <sup>cde</sup>
	ΔE	11.59±1.16 <sup>d</sup>	15.35±2.26 <sup>cd</sup>	19.27±4.11 <sup>abc</sup>	17.62±2.81 <sup>bcd</sup>	25.93±2.80 <sup>a</sup>	22.17±0.83 <sup>ab</sup>	21.41±1.51 <sup>abc</sup>	22.05±2.11 <sup>abc</sup>	23.86±1.10 <sup>ab</sup>	21.12±1.19 <sup>abc</sup>
Pan frying	L*	60.40±3.41 <sup>a</sup>	55.47±3.14 <sup>a</sup>	54.30±4.93 <sup>a</sup>	52.20±1.18 <sup>a</sup>	40.83±2.72 <sup>b</sup>	30.37±4.40 <sup>c</sup>	21.40±1.65 <sup>cd</sup>	17.93±3.87 <sup>d</sup>		
	a*	13.70±0.52 <sup>b</sup>	12.87±0.55 <sup>b</sup>	13.43±0.55 <sup>b</sup>	13.33±0.38 <sup>b</sup>	17.20±1.48 <sup>ab</sup>	18.87±1.50 <sup>a</sup>	15.10±3.64 <sup>ab</sup>	5.73±0.51 <sup>c</sup>		
	b*	22.63±1.06 <sup>ab</sup>	20.50±0.92 <sup>ab</sup>	19.53±1.42 <sup>bc</sup>	20.27±0.61 <sup>ab</sup>	26.20±0.89 <sup>a</sup>	22.83±4.04 <sup>ab</sup>	13.50±3.47 <sup>c</sup>	6.80±1.32 <sup>d</sup>		
	ΔE	14.15±3.19 <sup>d</sup>	18.55±3.05 <sup>d</sup>	19.64±4.87 <sup>d</sup>	21.75±1.21 <sup>d</sup>	34.12±3.00 <sup>c</sup>	44.21±3.81 <sup>b</sup>	52.88±1.99 <sup>ab</sup>	57.68±4.08 <sup>a</sup>		

Each value is expressed as mean±standard deviation of multiple determinations (n=3). The L\*, a\*, and b\* values of the raw shiitake mushrooms were 73.87±0.96, 13.60±0.40, and 18.50±1.61, respectively. a-e Means with different letters within the same row are significantly different (P<0.05).

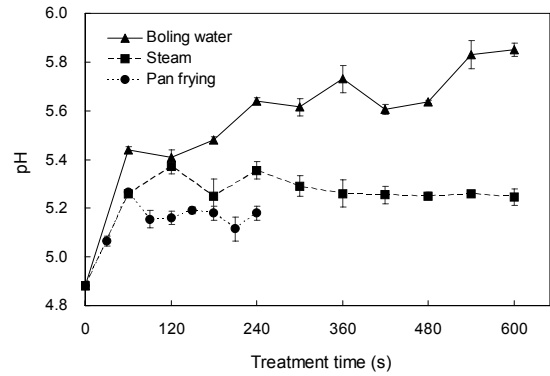


Fig. 1. Changes in pH of shiitake mushrooms depending on thermal treatments and time.

5.26으로 증기와 비슷한 결과를 보였으나 열처리가 증가함에 따라 pH가 감소하여 5.15~5.19의 값을 보이며 유의적인 차이가 나타나지 않았다(P>0.05). Chae 등(29)의 연구에 따르면 참나물을 열수 침지 및 증기 처리를 하였을 때 열수 침지한 참나물의 pH가 높으며, 증기 처리한 참나물의 pH 값은 낮았다고 보고하였다. 당근의 경우 데치기 후 당근과 처리구 간의 유의성은 나타나지 않았다. Kim 등(30)의 연구에서 오이, 애호박, 피망, 당근, 무를 가열 조리한 경우 pH가 증가한다고 보고하여 본 연구와 비슷한 경향을 보였다. 이는 표고버섯 내 유기산 함량이 감소한 결과와 비교하여 불 때 열처리 과정에서 표고버섯 내의 유기산이 용출되어 pH가 증가한 것으로 판단된다.

경도 측정

열수 침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 표고버섯의 경도는 Fig. 2와 같다. 생 표고버섯 5 mm를 절단하는 데 필요한 힘은 1.8 kg/mm<sup>2</sup>였고, 열처리된 시료를 절단하는 데 필요한 힘은 증기 처리, 열수 침지 처리, 볶음 처리 순으로 높았다. 증기의 경우 처리구 간의 유의적인 차이를 나타나지 않았다. 열수 침지 처리와 볶음 처리 방법에서 1분 동안 열처리한 표고버섯의 경도 값은 각각 1.3 kg/mm<sup>2</sup>와 1.1 kg/mm<sup>2</sup>로 감소하는 경향을 나타냈으며(P<0.05), 열수 처리와 볶음

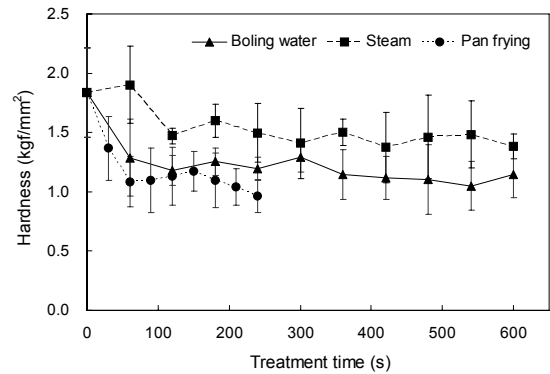


Fig. 2. Change in hardness of shiitake mushroom depending on thermal treatments and time.

처리 모두 처리 시간에 따른 정도의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 전체적인 열처리에 따른 표고버섯의 경도는 열수 침지 처리, 증기 처리, 볶음 처리 순으로 많이 감소하는 경향을 보였다. Kim 등(31)의 연구에서도 생 표고버섯, 건 표고버섯, 느타리버섯, 양송이버섯을 열수 처리, 증기 처리, 볶음으로 튀기는 처리를 하였을 때 열처리를 가한 이후 경도가 감소하는 경향을 보였다. 또한 Lee 등(32)의 연구에서 대파를 열처리 했을 때 그리고 Lee 등(33)은 취나물을 열수 침지 처리하였을 때 열처리 온도가 높고 열처리 시간이 증가함에 따라 경도가 감소했다고 보고하였으며, 본 실험에서도 열처리 후에 경도가 감소하는 유사한 결과를 확인할 수 있었다. 이는 가열 처리에 따라서 버섯 조직이 연화되어 이에 따라 경도가 감소한 것으로 생각된다.

### 일반성분 분석

앞의 결과에서 각 열처리 법에 따라 상품 품질을 결정하는 1차적인 요소인 색도, pH 및 경도의 결과로 두 가지 열처리 시간을 선별하였다. 선별된 조건으로는 열수 처리의 경우 pH 및 경도 값이 급격히 변화는 60초 처리 시간과 변화 값이 일정해지는 120초 처리 시간으로 선정하였고, 증기 처리의 경우에도 pH 및 경도가 급격히 변화는 구간인 60초 열처리 시간과 일정한 값으로 유지되는 처음 처리 구간인 180초로 선정하여 성분 분석을 실시해 주었다. 볶음 처리의 경우도 같은 선정 기준으로 열처리 시간을 선정하였다. 처리된 표고버섯의 영양학적 및 미생물 검사를 실시하였다. 선별된 처리 조건의 기준은 각 열처리 방법에 따라서 색도, 경도 조직 관찰 및 pH 측정 결과를 토대로 원물과 특성이 가장 유사한 시간과 특성 변화가 시작하는 시간, 두 가지의 시간을 선별하여 이후의 실험들을 진행하였다. 열수 침지는 1분과 2분을 설정하였으며, 증기 처리 방법은 1분과 3분, 볶음 처리는 30초와 90초를 설정하였다.

열수 처리, 증기 처리 및 볶음 처리에 따른 표고버섯의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 생 표고버섯의 일반성분 함량은 수분 87.42%, 조단백질 2.90%, 조지방 0.24% 및 조회분 0.81%였다. 각 열처리 방법으로 열처리 한 표고버섯의 일반성분 함량은 수분 85.14~91.50%, 조단백질 1.96~2.43%, 조지방 0.20~0.90% 및 조회분 0.36~0.55%

범위로 나타났다. 열수 침지와 증기 처리된 표고버섯의 수분 함량은 유의적으로 증가하였으며, 볶음 처리 시 감소하는 것으로 나타났다. 이는 열수 침지와 증기 처리 시 첨가되는 수분으로 인해 증가한 것으로 사료된다. 조단백질 및 조회분 함량은 열처리 후에 감소하였다. 조단백질 함량은 볶음 처리에서 감소폭이 가장 적었다. 조단백 및 조회분은 수분에 용출되어 이 같은 결과가 나타난 것으로 사료된다. 조지방 함량은 열수 침지 및 증기 처리에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며 볶음 처리의 경우 증가하였는데, 이는 볶음 처리한 시료의 조지방 함량은 조리 과정 중에 첨가된 기름으로 인해 증가한 것으로 판단된다. Kim 등(34)의 연구는 양파를 열수 및 증기 처리 시 수분 함량이 증가하였으며, 볶음 처리는 감소하였다고 보고하였다. Kim 등(35)의 연구에서는 마늘을 열수 침지 처리와 볶음 처리하였을 때 열수 침지 처리의 경우 수분이 증가하며 조단백질 함량과 조지방 함량이 감소하는 경향을 나타냈으며, 볶음 처리한 마늘에서 수분 함량과 조단백질 함량이 감소하였으며 조지방 함량은 증가하여 본 연구와 같은 경향을 나타내었다. 전체적으로 증기 처리한 시료의 일반성분 함량이 가장 생 표고버섯과 비슷하게 유지하는 결과를 보였다.

### 무기질 함량 측정

열수 처리, 증기 처리 및 볶음 처리에 따른 표고버섯의 무기질 함량 분석 결과는 Table 3과 같다. 생 표고버섯의 Na, Mg, Fe 및 Ca 함량은 각각 49.8, 138.3, 4.0 및 31.8 mg/kg 이었다. 열수 침지 처리 후 Na, Mg, Fe 및 Ca 함량은 각각 293.4~320.3, 81.2~86.6, 2.6~3.6 및 22.4~23.3 mg/kg 범위, 증기 처리 후 각각 48.1~55.3, 90.5~95.3, 2.4~2.6 및 22.6~22.8 mg/kg 범위, 볶음 처리 후 각각 50.5~51.5, 93.2~105.7, 3.1 및 21.2~24.1 mg/kg 범위로 나타났다. 열수 침지 처리 시 Na 함량이 생 표고버섯에 비해 유의적으로 증가하였다. 이는 열수 침지 처리 시 사용한 소금물로부터 해리된 Na이 버섯에 함유된 것으로 사료된다. 또한 증기 및 볶음 처리 시에는 유의적인 차이가 없었다. Mg과 Ca 함량은 열처리 후 감소하는 경향을 나타냈으며, Fe 함량은 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다( $P < 0.05$ ). Chae 등(29)의 연구에 따르면 참나물에 열수 침지 처리와 증기

**Table 2.** Changes in the general composition of shiitake mushrooms depending on thermal treatments and time

Treatments	Time (s)	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
Raw		87.42±0.01 <sup>c</sup>	2.90±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.03 <sup>b</sup>	0.81±0.01 <sup>a</sup>
Boiling water	60	91.50±0.01 <sup>a</sup>	2.21±0.01 <sup>d</sup>	0.24±0.07 <sup>b</sup>	0.42±0.01 <sup>c</sup>
	120	90.88±0.01 <sup>c</sup>	1.96±0.00 <sup>f</sup>	0.20±0.01 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>f</sup>
Steam	60	91.39±0.01 <sup>b</sup>	1.96±0.00 <sup>f</sup>	0.22±0.04 <sup>b</sup>	0.51±0.01 <sup>c</sup>
	180	88.93±0.01 <sup>d</sup>	2.41±0.00 <sup>c</sup>	0.22±0.04 <sup>b</sup>	0.47±0.01 <sup>d</sup>
Pan frying	30	86.76±0.00 <sup>f</sup>	2.19±0.00 <sup>e</sup>	0.90±0.03 <sup>a</sup>	0.54±0.02 <sup>b</sup>
	90	85.14±0.02 <sup>e</sup>	2.43±0.01 <sup>b</sup>	0.86±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.01 <sup>b</sup>

Each value is expressed as mean±standard deviation of multiple determinations (n=3).

<sup>a-e</sup>Means with different letters within the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 3.** Changes in the mineral contents of shiitake mushrooms depending on thermal treatments and time

Treatments	Time (s)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)
Raw		49.8±2.7 <sup>c</sup>	138.3±0.5 <sup>a</sup>	4.0±0.3 <sup>a</sup>	31.8±2.1 <sup>a</sup>
Boiling water	60	293.4±3.1 <sup>b</sup>	86.6±1.3 <sup>d</sup>	2.6±0.5 <sup>a</sup>	23.3±0.7 <sup>bc</sup>
	120	320.3±8.9 <sup>a</sup>	81.2±1.4 <sup>e</sup>	3.6±0.3 <sup>a</sup>	22.4±0.9 <sup>bc</sup>
Steam	60	48.1±4.9 <sup>c</sup>	90.5±1.0 <sup>cd</sup>	2.4±0.0 <sup>a</sup>	22.6±0.1 <sup>bc</sup>
	180	55.3±1.1 <sup>c</sup>	95.3±2.2 <sup>c</sup>	2.6±0.1 <sup>a</sup>	22.8±0.8 <sup>bc</sup>
Pan frying	30	51.5±0.8 <sup>c</sup>	93.2±4.5 <sup>c</sup>	3.1±0.1 <sup>a</sup>	24.1±0.9 <sup>b</sup>
	90	50.5±0.5 <sup>c</sup>	105.7±0.6 <sup>b</sup>	3.1±0.7 <sup>a</sup>	21.2±0.3 <sup>c</sup>

Each value is expressed as mean±standard deviation of multiple determinations (n=3).

<sup>a-c</sup>Means with different letters within the same column are significantly different ( $P<0.05$ ).

처리를 하였을 때 무기성분 중 Na 함량은 증가하였고, Mg 함량은 감소하는 경향을 보였다. Fe 함량은 감소하였으나 유의적인 차이는 존재하지 않았다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 열처리 과정 중 버섯의 조직이 파괴되어 무기성분들이 조리 과정 중 용출되거나 파괴된 것으로 판단된다.

#### 유기산 함량 측정

열수 침지, 증기, 볶음 등 열처리에 따른 표고버섯의 유기산 함량은 Table 4와 같이 malic acid, succinic acid 및 fumaric acid가 검출되었다. 생 표고버섯의 malic acid, succinic acid 및 fumaric acid 함량은 각각 2,168.4, 18,961.8 및 312.9 mg/kg이었다. 표고버섯의 malic acid 함량은 열수 침지 처리에서 808.8 mg/kg으로 가장 크게 감소하였으며, 증기 처리군에서 1,238.6 mg/kg으로 가장 적은 감소폭을 드러내었다. 표고버섯의 succinic acid 함량은 열수 침지 처리 시 1,600.3 mg/kg으로 감소하였으며, 열처리 방법 중에 가장 높은 감소율을 보였다. 열수 침지 및 증기 처리한 표고버섯의 fumaric acid 함량은 1분 처리 시 공통적으로 257.8~261.8 mg/kg의 함량을 나타냈으며, 열처리 시간이 증가함에 따라서 열수 침지 처리 후 감소하는 경향을 보였다. 특히 succinic acid의 경우 60초 처리 시에도 succinic acid의 함량이 2,091 mg/kg으로 감소한 결과를 확인할 수 있었다. Chung 등(36)은 볶음 처리한 울무, 볶음 온도가 190°C 이상에서 침출액의 pH가 낮아졌다고 보고하였다. Choi 등(37)의 연구에 의하면 고수 잎과 뿌리 부분에서 유기

산은 malic acid와 tartaric acid가 검출되었으며, 열수 침지 처리하였을 때 각 유기산 및 총 유기산 함량이 감소하였다고 보고하였다.

#### 미생물 측정

열수 침지, 증기 및 볶음 처리 등 열처리에 따른 표고버섯의 일반세균, 내열성 세균, 대장균군, 곰팡이 및 효모 등 미생물 소장을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 생 표고버섯 및 열처리한 표고버섯에서는 고온균, 대장균군, 곰팡이 및 효모는 검출되지 않았다. 생 표고버섯의 일반세균수는 3.62 log CFU/g이었다. 각각의 열처리 직후 일반세균수는 2.22~2.55 log CFU/g 범위를 보였으며, 열처리 시간이 증가함에 따라서 열수 침지 방법의 경우 2.08 log CFU/g, 증기 처리의 경우 1.98 log CFU/g, 볶음 처리의 경우 2.24 log CFU/g으로 감소하는 결과를 나타냈다. Kim 등(38)의 연구에 따르면 열처리를 한 취나물의 미생물 수를 측정할 결과 현저한 살균 효과를 확인할 수 있었다고 보고하였으며, 본 연구에서도 열처리한 시료에서 살균 효과가 나타나는 유사한 결과를 보였다. 그중에서 3분 동안 증기 처리를 하였을 때 사멸 효과가 가장 높은 것을 관찰할 수 있다.

#### 요 약

본 연구는 열수 침지, 증기 및 볶음 처리가 표고버섯에 미치는 이화학적 분석 및 영양성분 분석을 통해 최적 열처리 조건을 확립하고자 진행하였다. 소비자들이 상품을 평가할 때

**Table 4.** Changes in the organic acid contents of shiitake mushrooms depending on thermal treatments and time

Treatments	Time (s)	Malic acid (mg/kg)	Succinic acid (mg/kg)	Fumaric acid (mg/kg)
Raw		2,168.4±5.8 <sup>a</sup>	18,961.8±837.0 <sup>a</sup>	312.9±2.9 <sup>b</sup>
Boiling water	60	1,001.1±5.2 <sup>e</sup>	2,091.1±20.8 <sup>ef</sup>	261.8±1.1 <sup>c</sup>
	120	808.8±2.3 <sup>f</sup>	1,600.3±55.3 <sup>f</sup>	188.0±0.4 <sup>d</sup>
Steam	60	1,439.6±19.2 <sup>b</sup>	11,690.6±321.2 <sup>b</sup>	257.8±4.7 <sup>c</sup>
	180	1,238.6±2.0 <sup>d</sup>	2,568.6±156.4 <sup>e</sup>	331.6±0.4 <sup>a</sup>
Pan frying	30	1,370.3±88.8 <sup>c</sup>	10,886.3±382.2 <sup>c</sup>	258.5±15.3 <sup>c</sup>
	90	1,213.1±36.6 <sup>d</sup>	6,545.1±142.3 <sup>d</sup>	340.9±9.0 <sup>a</sup>

Each value is expressed as mean±standard deviation of multiple determinations (n=3).

<sup>a-f</sup>Means with different letters within the same column are significantly different ( $P<0.05$ ).

**Table 5.** Changes in the microorganism of shiitake mushrooms depending on thermal treatments and time

Treatments	Time (s)	Microorganisms (log CFU/g)				
		Thermophilic bacteria	Mesophilic bacteria	Coliform	Mold	Yeast
Raw		ND <sup>1)</sup>	3.62±0.07 <sup>a</sup>	ND	ND	ND
Boiling water	60	ND	2.55±0.06 <sup>b</sup>	ND	ND	ND
	120	ND	2.08±0.07 <sup>de</sup>	ND	ND	ND
Steam	60	ND	2.37±0.12 <sup>c</sup>	ND	ND	ND
	180	ND	1.98±0.05 <sup>e</sup>	ND	ND	ND
Pan frying	30	ND	2.22±0.11 <sup>cd</sup>	ND	ND	ND
	90	ND	2.24±0.09 <sup>cd</sup>	ND	ND	ND

Each value is expressed as mean±standard deviation of multiple determinations (n=3).

<sup>a-c</sup>Means with different letters within the same column are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>1)</sup>ND: not detected.

1차적으로 먼저 관찰되는 색도와 경도를 측정하고 추가로 pH 측정 등으로 인한 이화학적 결과로 최적 조건을 선정 한 뒤에 그 조건들에 대해서 영양학적 및 미생물 검사를 실시 하였다. 색도는 열처리 시간이 길어질수록 색의 변색 정도가 증가하여 뚜렷한 차이를 나타내었다. pH 값은 열수 침지 처리의 경우 pH 증가량이 가장 높았으며 처리 시간이 지속될 수록 pH가 증가하는 경향을 나타내었다. 다른 처리군의 경우 일정 시간의 처리 시간 이후에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 온도에서는 열수 침지와 볶음 처리의 경우 1분 이내의 열처리만으로도 경도가 감소하는 경향을 보였으며, 증기 처리의 경우 1분 동안 경도가 유지되는 결과를 보였다. 일반 성분 분석 결과는 증기 처리가 가장 원물에 가까운 결과를 나타냈다. 유기산 함량은 증기 처리에서 유기산 함량 감소율이 가장 낮았다. 또한 3분간 증기 처리를 하였을 때 미생물의 사멸 효과가 가장 높았다. 열수 침지 처리나 볶음 처리의 경우 전체적으로 증기 처리한 시료에 비해서 영양성분 함량이 줄어드는 경향을 나타냈다. 따라서 표고버섯을 증기 처리 방법으로 열처리하는 것이 다른 열처리군에 비해서 최적으로 나타났다. 하지만 본 연구에서는 물리화학 및 영양학적 성분의 변화만을 분석하였기 때문에 실제 식품 산업이나 공정에 적용하기 위해서는 대용량 처리 시에 발생하는 문제들과 관련된 추가적인 연구를 필요로 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호 PJ009440)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Kim JY, Kwon IK, Ha SY, Hong CH. 2005. Change of contamination level of *Listeria* spp. during the processing environments in Kimbab restaurants. *J Fd Hyg Safety* 20: 232-236.
- Statistics Korea. 2012. Property and current situation of single-person household at Population and Housing Census. Statistics Korea, Daejeon, Korea. [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=269194&pageNo=44&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=269194&pageNo=44&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=) (accessed Dec 2012).
- Kim JY, Song HJ, Park SS. 2005. Segmentation of the home meal replacement (HMR) market by lifestyle: The case of S department store in Kang-nam, Seoul. *J Foodservice Manag Soc Korea* 8: 137-155.
- Kim SH, Kwon SM, Shim BS. 2007. A study on the effects of using HMR customer's selection attribute on expenditure and purchasing frequency: Focus on customers using food-court in Seoul. *J Foodservice Manag Soc Korea* 10: 91-110.
- Lim JB, Seo BS, Lee HG, Chang YK. 1990. Life style and dietary pattern. *Fam Environ Res* 28: 33-52.
- Han MS. 2007. A study on the actual status of use of the home meal replacement (HMR) and the users' satisfaction about it. *MS Thesis*. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.
- Sung JM, Yoo YB, Cha DR. 1998. *Mushroom science*. Kyohaksa, Seoul, Korea. p 64.
- Yim SB, Kim MO, Koo SJ. 1991. Determination of dietary fiber contents in mushrooms. *Korean J Soc Food Sci* 7: 69-76.
- Ishikawa Y, Morimoto K, Hamasaki T. 1984. Flavoglaucin, a metabolite of *Eurotium chevalieri*, its antioxidation and synergism with tocopherol. *J Am Oil Chem Soc* 61: 1864-1868.
- Seo DS, Lee EN, Seo GS, Lee JS. 2008. Screening and optimal extraction of a new antideementia  $\beta$ -secretase inhibitor-containing mushroom. *Mycology* 36: 195-197.
- Lee MR, Oh DS, Wee AJ, Yun BS, Jang SA, Sung CK. 2014. Anti-obesity effects of *Lentinus edodes* on obese mice induced by high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 194-199.
- Chihara G, Maeda Y, Hamuro J, Sasaki T, Fukuoka F. 1969. Inhibition of mouse sarcoma 180 by polysaccharides from *Lentinus edodes* (Berk.) sing. *Nature* 222: 687-688.
- Hardenburg RE, Watada AE, Yang CY. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *USDA Handbook* 66: 41-42.
- Lee HD, Yoon HS, Lee WO, Jeong H, Cho KH, Park WK. 2003. Estimated gas concentrations of MA (modified atmosphere) and changes of quality characteristics during the MA storage on the oyster mushrooms. *Korean J Food Preserv* 10: 16-22.
- Lee K, Lee J, Han K, Hwang Y, Song J. 1997. Optimum conditions for keeping the fresh quality of shiitake (*Lentinus edodes*) by low-temperature and frozen storage. *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agri Products* 4: 115-122.
- Maharaj V, Sankat CK. 1996. Quality changes in dehydrated

- dasheen leaves: effects of blanching pre-treatments and drying conditions. *Food Res Int* 29: 563-568.
17. Kang JS, Cho HR, Han JS, Hur SH. 2003. Hot water dipping treatment to improve storage quality of green red pepper. *Korean J Food Preserv* 10: 261-266.
  18. Jung JY, Lim JH, Jeong EH, Kim BS, Jeong MC. 2007. Effect of blanching conditions and salt concentrations on the quality properties of *Aster scaber*. *Korean J Food Preserv* 14: 584-590.
  19. Kim SG, Kang JO, Kim CH, Moon KD, Park YG, Eun YB. 2010. *A new system food processing*. Hyangmunsa, Seoul, Korea. p 29-36.
  20. Fallik E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biol Technol* 32: 125-134.
  21. Park MH, Sohn HJ, Jeon BS, Kim NM, Park CK, Kim AK, Kim KC. 1999. Studies on flavor components and organoleptic properties in roasted red ginseng marc. *J Ginseng Res* 23: 211-216.
  22. Lee JS, Lee KA, Ju YC, Lim GJ, Choi SK, Lee JS. 2004. A study on consumer behavior for mushrooms by consumers of Korea, China and Japan. *J Mushroom Sci Prod* 2: 102-108.
  23. Choi NS. 2000. The study on change of quality properties and biological activities of Korean wild vegetables by cultivation, blanching and drying method. *MS Thesis*. Ewha Womans University, Seoul, Korea.
  24. Sioen I, Haak L, Raes K, Hermans C, De Henauw S, De Smet S, Van Camp J. 2006. Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chem* 98: 609-617.
  25. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 8-35, 777, 780, 788.
  26. Kim MH, Jang HL, Yoon KY. 2012. Changes in physicochemical properties of *Haetsun* vegetables by blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 647-654.
  27. Lespinard AR, Goñi SM, Salgado PR, Mascheroni RH. 2009. Experimental determination and modelling of size variation, heat transfer and quality indexes during mushroom blanching. *J Food Eng* 92: 8-17.
  28. Qiu L, Chen QH, Zhuang JX, Zhong X, Zhou JJ, Gou YJ, Chen QX. 2009. Inhibitory effects of  $\alpha$ -cyano-4-hydroxycinnamic acid on the activity of mushroom tyrosinase. *Food Chem* 112: 609-613.
  29. Chae HS, Lee SH, Jeong HS, Kim WJ. 2013. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of *Pimpinella brachycarpa* Nakai with treatments methods. *Korean J Food & Nutr* 26: 125-131.
  30. Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J Culinary Res* 18: 40-53.
  31. Kim JS, Han JS, Lee JS. 1995. A study for the mechanical and sensory characteristics of mushrooms by various cooking method. *Korean J Soc Food Sci* 11: 44-50.
  32. Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Yoon DH, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen welsh onion (*Allium fistulosum* L.) according to various blanching treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 43: 426-431.
  33. Lee HO, Kim JY, Kim GH, Kim BS. 2012. Quality characteristics of frozen *Aster scaber* according to various blanching treatment condition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 246-253.
  34. Kim KI, Hwang IG, Yu SM, Min SG, Lee SY, Choi MJ. 2014. Effect of various pretreatments methods under physicochemical and nutritional properties of onions. *Food Eng Prog* 18: 382-390.
  35. Kim YD, Seo JS, Kim KJ, Kim KM, Hur CK, Cho IK. 2005. Component analysis by different heat treatments of garlic (*Allium saivum* L.). *Korean J Preserv* 12: 161-165.
  36. Chung HS, Kim JK, Youn KS. 2006. Effect of roasting temperature on phytochemical properties of Job's tears (*Coix Lachryma jobi* L. var *ma-yeun*) powder and extracts. *Korean J Food Preserv* 13: 477-482.
  37. Choi OJ, Kim KS, Jung HS. 2002. Variation of flavor components of *Coriandrum sativum* L. by blanching. *Korean J Human Ecology* 5: 94-106.
  38. Kim BJ, Lee YD, Park JH. 2014. Microbial analysis of *Aster scaber* blanched with NaCl for storage. *Korean J Food & Nutr* 4: 551-557.