

## 경도 기반 조리 조건을 달리한 표고버섯의 산화방지 및 영양특성 연구

임소리 · 천용기<sup>1</sup> · 양소정 · 한정아\*  
상명대학교 외식영양학과, <sup>1</sup>한국식품연구원

### Antioxidative and nutritional characteristics of Shiitake mushrooms when cooked using different methods

Sori Im, Yong-Gi Chun<sup>1</sup>, Shaoting Liang, and Jung-Ah Han\*

Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University  
<sup>1</sup>Korea Food Research Institute

**Abstract** The textural and antioxidant properties, as well as the changes in functional constituents of shiitake mushrooms cooked by three different methods (boiling, steaming, and frying) were analyzed. The hardness of the mushrooms did not change significantly at the end time of cooking for each method. The antioxidant properties determined by measuring the free-radical scavenging activity and total phenolic content were the highest in the control (uncooked shiitake), and these properties were adversely affected after cooking, especially by boiling. Both the riboflavin and eritadenine contents were the highest in the control, but decreased upon cooking, in the following order: frying > steaming > boiling. The ergocalciferol content after frying was less than that in other samples. Although uncooked shiitake mushroom showed a higher concentration of functional constituents, it needs to be cooked adequately owing to its tough texture. If the hardness of the mushrooms cooked by different methods is the same, frying is considered the most acceptable method.

**Keywords:** shiitake mushroom, antioxidant properties, eritadenine, riboflavin, ergocalciferol

## 서 론

표고는 활엽수에 기생하는 담자균 주름버섯목 느타리과에 속하는 버섯으로 독특한 향미와 조직감을 갖고 있으며, 식이섬유, 비타민, 무기질 함량은 많은 반면 지방함량은 낮아(1) 현대인들의 관심이 급증하고 있다. 특히, 버섯의 자실체와 균사체에서 항암작용, 면역 증강작용 및 성인병 예방 등의 효과가 밝혀짐에 따라 식품뿐 아니라 의약품의 소재로도 주목 받고 있다(2).

표고버섯의 항산화 효과에 대한 연구로는 추출조건을 달리하여 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 관련 항산화 활성을 비교한 연구(3,4), 표고버섯의 건조 방법을 달리한 후 그 추출물의 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 등을 조사하여 그들의 항산화 활성을 비교한 연구(5) 등이 있으며, 추출용매에 따른 항균 활성을 비교한 연구(6,7) 등이 보고된 바 있다. 또한, 항비만 효과와 관련해서는 고지방 식이로 인한 비만 흰쥐에게 표고버섯 추출물을 먹인 결과 혈청 지방농도와 체중 및 체지방이 감소 효과가 보고된 바 있으며(8), 그 외 항돌연변이 효과(9), 저혈당(hypoglycemic) 효과(10), 인지지방질의 수치 감소효과(11)도 보고되고 있다. 특히 표고버섯의 에리타데닌(eritadenine)은 콜레스테롤의 조직 흡수를 자극

하고 방출을 억제함으로써 혈액 내에서의 수치를 낮추는 데에 효과적이라고 알려져 있다(12,13).

표고는 70-90%의 높은 수분함량으로 인해 부패하기 쉽고, 조직이 연약하여 저장 및 운송이 어렵기 때문에 건조된 상태로 유통되는 경우가 많은 데(14), 건조시킬 경우, 버섯 내의 에르고스테롤(ergosterol)이 자외선에 의해 비타민 D<sub>2</sub>로 활성화되어 비타민 D의 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다. 간 지질대사 중 중성지방과 인지질을 감소시켜 지방간 형성 및 간세포 손상을 억제시킨다(15)고 알려져 있는 리보플라빈(riboflavin)은 산화와 환원반응에 작용하여 세포의 성장과 재생을 돕는 필수적인 수용성 비타민으로(16), 표고버섯은 1회 섭취분량에 근거한 리보플라빈이 가장 높은 급원 식품이다(17).

표고버섯에 대한 높은 관심으로 위에서 소개한 바와 같이 추출물의 특성 및 효과에 대해서는 활발히 연구되고 있는 반면, 표고버섯의 조리조건에 따른 버섯 자체의 영양성분 변화에 대한 연구는 많지 않아, Lee 등(18)이 예비열처리조건을 달리하여 처리한 후, 색도, 경도, 유기산 함량 및 미생물 등의 특성을 보고한 정도이다. 표고버섯은 생버섯의 형태로 섭취하는 경우는 매우 드물고, 건조된 상태의 버섯도 일단 물에 불린 후 조리하여 섭취하는데, 조리 과정 중에 열처리를 할 경우에는 열에 의해 영양소 및 기능성성분의 파괴가 일어날 수 있다. 그러나, 최근 연구들에 의하면 열처리 이후 오히려 항산화 활성이나 기능성 성분의 증가 등이 보고되고 있다(19,20). 따라서, 본 연구에서는 조리된 표고버섯의 특성을 분석하기 위해 가정에서의 일반적인 조리 방법, 즉 열수 처리, 증기 처리, 그리고 볶음처리의 방법을 적용하여 열처리 하였다. 각 열처리 방법의 종결 시점 결정은 선행연구(20)의 내용을 참고로, 열처리를 지속하여 더 이상 변화가 없는 경도

\*Corresponding author: Jung-Ah Han, Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

Tel: +82-2-2287-5357

Fax: +82-2-2287-0104

E-mail: vividew@smu.ac.kr

Received August 14, 2017; revised October 13, 2017;

accepted October 13, 2017

값을 측정 후, 최초 그 경도에 도달하는 시간을 조리 종결점으로 하였다. 각 조건에서 조리된 버섯의 항산화특성과 에리타데닌, 리보플라빈, 그리고 에르고칼시페롤 등의 기능성 영양성분의 변화 특성을 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

국내산 건표고는 2015년 7월 서울 소재 시장에서 구입한 후, 흐르는 물에 3회 세척한 후 불순물을 제거하고 버섯 중량의 3배량의 증류수로 1시간 동안 불렸다. 불린 후, 버섯의 기둥을 잘라내고 물기를 제거한 후 갓 부분을 5×1.2 cm로 잘라 사용하였다. 분석에 사용된 시약 및 표준물질인 폴린시오칼토(Folin-Ciocalteu reagent)용액, 갈산(gallic acid), riboflavin (PHR1054-1G), ergocalciferol (PHR1238-500MG) 등은 시그마 사(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, eritadenine (sc-207632)은 산타크루즈사(Santa Cruz Biotechnology, Inc., Dallas, TX, USA)에서 구입하여 사용하였다.

### 조리 조건 및 조리 종결점 설정을 위한 조직감 측정

표고버섯은 열수처리(끓이기), 증기처리(찌기), 볶음처리의 방법으로 조리하여 더 이상의 경도 변화가 없는 최초 조리 시점을 종결점으로 하였다. 조리 후 시료의 경도를 포함한 조직감은 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 측정하였다. 2회 반복 압착 하면서 시료의 경도(hardness) 이외에, 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 10 mm cylinder probe를 사용하여 측정하였다. 측정 시 조건은 Pre/test/Post speed 가 각각 2.0, 5.0, 5.0 mm/s, Distance는 80%였다.

표고버섯의 열수처리는 Choi의 연구(21)에서 산채류에 소금물을 처리하여 데치기 한 결과 용출되어 나오는 성분을 억제한다는 보고에 따라 1% 소금물 500 mL가 끓는 시점에 시료 100 g을 넣어 열처리하였고, 조리 종결점에서 시료를 꺼내 흐르는 냉수로 식힌 후 거즈로 물기를 제거하였다. 증기처리는 100 g의 시료를 500 mL의 증류수가 담긴 냄비 속에 찜기에 받쳐 담고 뚜껑을 닫고 열처리하였으며, 조리 종결점에서 시료를 꺼내 흐르는 냉수로 식힌 후 거즈로 물기를 제거하였다. 볶음 처리는 식용유와 시료의 비율을 1:15로 하였으며, 프라이팬을 전기레인지(ERA-F120D, SKmagic, Seoul, Korea) P12 조건에서 30초간 예열한 뒤, 분량의 식용유를 넣고 가열하다가 조리 종결점에서 불을 끄고 식힌 후 사용하였다. 조리가 완료된 후의 시료는 -70°C의 급속냉동실에서 24시간 냉동시킨 후 동결건조기(PVTFD10R, IIShin, Yangju, Korea)에서 72시간 건조시킨 후 분쇄기(SMX-7300WS, Shinil Electric, Hwasung, Korea)로 분쇄 후 냉동실에 보관하면서 분석하였다.

### 자유라디칼 소거능 활성 측정

표고버섯의 유리라디칼 제거능은 Blois법(22)을 참고하여 다음과 같이 수소공여 효과를 측정하였다. 건조된 시료 1g에 메탄올 9 mL를 가해 10%의 농도의 용액을 만든 후 용액 150 µL에 50 µL의 에탄올, 800 µL의 200 µM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 용액을 가한 뒤 1분간 잘 섞어주었다. 섞은 용액은 37°C로 예열한 수조(5510E-DTH, Branson, Danbury, CT, USA)에서 40분간 반응시킨 후 517 nm에서 분광광도계(UV-160A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용해 흡광도를 측정하였다. 시료군은 대

조균에 비해 감소된 흡광도를 각각 측정한 후, 유리라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

유리라디칼 소거능(Inhibition rate, %)

$$= \frac{[(\text{음성 대조군의 흡광도} - \text{시료군의 흡광도}) / \text{대조군의 흡광도}] \times 100}{1}$$

### 총 폴리페놀 함량 측정

조리 방법을 달리한 표고버섯의 총 페놀 함량 분석은 폴린시오칼토(Folin-Ciocalteu's) 시약이 추출물의 페놀성 화합물에 의해 환원되어 청색으로 발색하는 원리를 이용하여 측정하였다(23). 시료의 추출은 건조된 시료 3g과 0.1 N 염산 20 mL를 넣은 후 3시간 동안 추출하고 이를 1,000×g에서 30분 동안 원심분리 시켜 상층액을 모으고 잔사를 0.1 N HCl 10 mL로 씻어 원심분리 후 상층액을 모으는 과정을 2회 반복한 다음 모아진 상층액에 0.1 N-HCl을 가하여 총액이 50 mL가 되도록 하였다. 추출된 시료 50 µL에 1 N의 폴린시오칼토(Folin-Ciocalteu reagent) 용액 25 µL를 가하고 상온에서 5분간 방치 후 12.8%의 탄산소듐(sodium carbonate)용액 125 µL를 가하고 암실에서 40분동안 방치시켰다. 이후 1분간 원심분리한 후, 상층액을 분광측광계(Microplate Absorbance Reader, Bio-Rad iMARK, Tokyo, Japan)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 갈산(gallic acid)을 사용하여 보정선을 작성 후, 이 보정선으로부터 100 g당 총 폴리페놀 함량을 갈산 함량(gallic acid equivalent, GAE)으로 구하였다.

### 리보플라빈의 추출 및 함량측정

조리된 표고버섯 내의 리보플라빈 함량은 Enman 등(24)의 방법을 참고하여 측정하였다. 건조된 시료 3g에 0.1 N HCl 20 mL를 넣어 추출한 뒤, 이를 11,200×g에서 30분동안 원심분리 시켜 상층액을 모으고 잔사를 0.1 N HCl 10 mL로 씻어 원심분리 후 상층액을 모으는 과정을 2회 반복한 다음 모아진 상층액에 0.1 N 염산을 가하여 총액이 50 mL가 되도록 하였으며, 분석 시 이를 0.45 µm membrane filter에 여과시켜 사용하였다. 모든 과정은 직사광선을 피하기 위하여 갈색 용기를 사용하거나 혹은 알루미늄 호일로 빛을 차단한 후 수행하였다. 함량 분석은 High performance liquid chromatography (HPLC) system (Ultimate 3000 model, Thermo Fisher Scientific, Sunnyvale, CA, USA)과 Acclaim™ C18 컬럼(5 µm 120 A 4.6×150 mm, Phenomenex, Torrance, CA, USA)을 이용하여 시행하였고, 흡광도는 267 nm으로 설정했다. 이동상은 빙초산(glacial acetic acid) 1%, 메탄올(methanol) 47%, 증류수 52%의 비율로 15분 동안 흘려주었으며, 유속(flow rate)은 1 mL/min, 주입한 시료량은 10 µL였다.

### 에리타데닌의 추출 및 함량측정

시료 내 에리타데닌은 Enman 등(24,25)의 방법을 사용하여 추출, 분석하였다. 건조된 시료는 80% 메탄올에 3시간 동안 환류 추출하고, 여과·농축한 후, 50 mL의 증류수로 용해시켰다. 이후 다이클로로메테인(dichloromethane)을 이용하여 3회 용매 분획하여 제거하고 에탄올(ethanol)을 넣고 -20°C에서 24시간 방치한 후, 다시 여과·농축하여 준비하였다. 분석은 HPLC (Ultimate 3000 model, Thermo Fisher Scientific)와 Acclaim™ C18 컬럼(5 µm 120 A 4.6×150 mm, Phenomenex)을 이용하였으며, 이동상은 0.05% trifluoroacetic Acid (TFA) 수용액 98%와 0.05% TFA를 함유한 아세토나이트릴(Acetonitrile, MeCN) 2%의 비율로 15분 동안 흘려주었다. 분석 시 flow rate는 1 mL/min, 주입한 시료량은 10 µL, 흡광도 측정파장은 260 nm였다.

**Table 1. Textural properties of shiitake mushrooms at various cooking conditions based on same hardness**

Treatments	Cooking time (min)	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Springiness	Adhesiveness (g.s)	Cohesiveness	Chewiness
Control	-	2140.72±195.17 <sup>a</sup>	0.88±0.09 <sup>b</sup>	25.61±10.97 <sup>1)NS</sup>	0.72±0.10 <sup>NS</sup>	17.05±8.22 <sup>ab</sup>
Boiling	1	1616.38±270.62 <sup>b</sup>	0.82±0.17 <sup>b</sup>	19.69±8.90	0.65±0.18	7.71±5.39 <sup>b</sup>
Steaming	9	1450.93±184.23 <sup>b</sup>	1.73±0.30 <sup>a</sup>	28.11±11.68	0.56±0.11	25.15±11.03 <sup>a</sup>
Frying	1.5	1746.23±161.77 <sup>b</sup>	0.96±0.21 <sup>b</sup>	22.42±12.67	0.72±0.11	14.44±11.94 <sup>ab</sup>

Means with different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ). <sup>1)</sup>NS means not significant.

### 에르고칼시페롤(비타민 D<sub>2</sub>)분석

에르고칼시페롤의 추출 및 측정에는 Dionex Corporation(26)에서 제시한 방법에 의해 아래와 같이 수행되었다. 건조된 시료 125 mg을 10 mL 부피 플라스크(volume flask)에 넣은 후 8 mL의 CH<sub>3</sub>OH-CH<sub>2</sub>Cl (1:1)를 넣고 Ultrasonic Benchtop cleaner (5510ED, Branson. Co.)을 이용하여 15분간 추출한 후, CH<sub>3</sub>OH-CH<sub>2</sub>Cl (1:1) 용액을 가하여 총 부피가 10 mL가 되도록 하였다. 모든 과정은 직사광선을 피하기 위하여 알루미늄 호일로 빛을 차단한 후 이루어졌다. 시료의 에르고칼시페롤 함량 분석은 HPLC (Ultimate 3000 model, Thermo Fisher Scientific)와 Acclaim™ C18 컬럼 (5 μm 120 A 4.6×150 mm, Phenomenex)을 이용하였다. 측정 조건으로 흡광도는 270 nm, flow rate는 0.5 mL/min, 주입한 시료량은 10 μL였으며, 이동상으로 CH<sub>3</sub>OH-CH<sub>3</sub>CN (8:2):Metyl tert-butyl ether를 63:37의 비율로 흘려주었다.

### 통계분석

본 연구에 대한 모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였고 실험 결과는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Version 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석 (ANOVA)을 실시하였으며 각 시료간의 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 던컨시험(Duncan's multiple range test)으로 유의 수준 5%에서 시료간 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 조직감 특성

조리조건에 따른 시료의 조리종결점 및 조직감 특성은 Table 1에 제시되었다. 불리기만 하고 조리를 하지 않은 대조군(생조리)의 경도는 2140.72 g/cm<sup>2</sup>이었으며, 버섯 시료들은 조리과정 이후 대조군에 비해 25%의 경도가 감소하였다. 조리시간이 길어져도 더 이상 변화가 없는 정도값은 열수처리한 시료의 경우 1616.38 g/cm<sup>2</sup>, 증기처리 시료는 1450.93 g/cm<sup>2</sup>, 그리고 볶음처리된 시료는 1746.23 g/cm<sup>2</sup>으로 일정한 범위 내의 정도값(1,600 g/cm<sup>2</sup> ±150)을 보였다. 조직감 중, 탄력성은 증기처리한 시료가 가장 컸으며, 그 외 다른 시료들간 유의적 차이가 없었다. 부착성, 응집성은 조리 방법에 따른 차이가 없었고, 대조군 시료와도 유의적 차이를 나타내지 않았다. 씹힘성은 열수처리한 시료가 가장 낮은 값을 보였고, 증기처리한 시료에서 가장 크게 측정되어 유의적 차이를 나타내었으나, 다른 시료들간에는 유의적 차이가 없었다.

Lee 등(18)의 연구에서도 총 10분간 열처리하면서 1분 간격으로 경도를 측정했을 때, 생조리 버섯의 경도 1.8 kgf/mm<sup>2</sup>에서 열수침지는 1분 후에는 1.3, 볶음처리 1분 후에는 1.1로 감소했으나, 증기처리는 10분 처리 이후에도 다른 조리법에 비해 높은 정도값을 나타내었다고 보고하였다. 또한 열수나 볶음 처리의 경우 1분 이후 조리 시간이 더 길어져도 경도의 유의적인 감소는 나타나지 않았다고 하였다. 본 연구에서도 유사한 경도 범위를 갖

**Table 2. Radical scavenging activity and total polyphenol content of shiitake mushrooms at various cooking conditions based on same hardness**

Treatments	Inhibition rate (%)	Total polyphenol contents (mg <sup>1)</sup> GAE/100 g, dry weight)
Control	92.3±11.6 <sup>d</sup>	1.96±0.13 <sup>a</sup>
Boiling	59.6±1.8 <sup>d</sup>	1.57±0.07 <sup>c</sup>
Steaming	74.5±3.6 <sup>b</sup>	1.70±0.06 <sup>b</sup>
Frying	64.4±2.5 <sup>c</sup>	1.97±0.10 <sup>a</sup>

Means with different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ). <sup>1)</sup>GAE means gallic acid equivalent.

는 조리완료 시점은 열수처리는 1분, 볶음처리는 1분 30초였으나 증기처리로는 9분이 소요되었다.

### 유리라디칼 소거능과 총 폴리페놀 함량

각 조리조건에서 처리된 표고버섯의 유리라디칼 소거능과 총 폴리페놀 함량은 Table 2에 제시되었다. 대조군의 라디칼 소거능은 92.3%로 조리된 버섯의 라디칼 소거능보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 조리조건을 달리한 시료들 중에서는 증기 처리군이 가장 높은 활성을 나타냈고 다음으로 볶음 처리, 열수 처리의 순으로 나타났다. 수증기를 이용한 찌기 조리법은 영양소 손실을 최소화 하여 보존효과를 높이므로 다른 조리법에 비해 높은 유리라디칼 소거능 효과가 있다고 보고된 바 있다(27). Ko 등(20)의 연구에서도 가지를 열수 처리한 경우보다 증기 처리한 경우에 라디칼소거능이 높았다고 보고하였다. Lee 등(18)도 원물과 유사한 일반성분조성(조단백질, 조지방질 및 무기질 함량)을 갖는 조리법은 증기처리라고 하였고, 열수 침지나 볶음 처리의 경우 전체적으로 증기 처리한 시료에 비해서 영양성분 함량이 줄어드는 경향을 보였다고 보고하였다.

총 폴리페놀 함량은 유리라디칼 소거능에 중요한 역할을 한다고 보고되고 있다(28,29). 그러나, 본 실험에서는 폴리페놀 함량과 유리라디칼 소거능간에 일정한 관련성을 보이지 않았는데, 이는 Kim 등(30)의 보고와 같다. 이는 조리 방법에 따라 페놀 성분 이외의 다른 항산화 물질이 라디칼 소거능 활성에 작용하였을 것이라고 생각된다. 버섯의 총 폴리페놀 함량의 경우, Choi 등(31)은 100°C 또는 121°C 열처리한 이후 함량이 크게 증가하였다고 하였으며, 특히 긴 시간(15 vs. 30 min), 그리고 높은 온도(100 vs. 105°C)에서 표고버섯의 산화방지효과가 높아진다고 보고하였다. 이는 열처리에 의해 세포벽이 파괴되고 불용성 산화방지성분이 많이 용출된 것으로 해석될 수 있다. 본 연구에서는 총 폴리페놀 함량은 대조군과 볶음 처리군에서 각각 1.96과 1.97 mg GAE/100 g로 가장 높은 값을 나타냈으며, 그 다음으로는 증기처리군이 1.70 mg GAE/100 g이었고 열수처리군은 1.57 mg GAE/100 g으로 가장 낮은 값을 나타냈다. Im 등(32)의 감자의 조리법에 따른

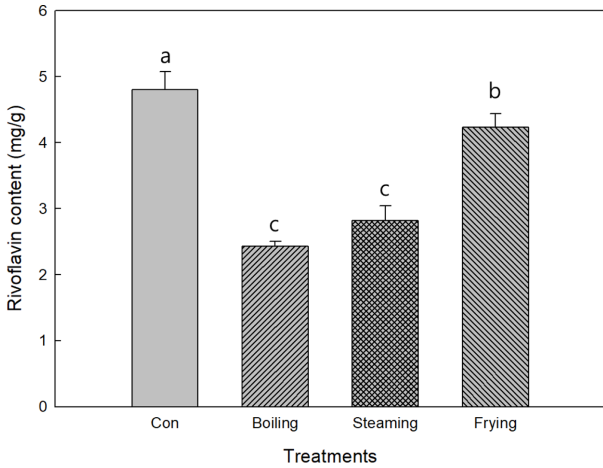


Fig. 1. Riboflavin content (mg/g, dry weight) of shiitake mushrooms at various cooking conditions based on same hardness.

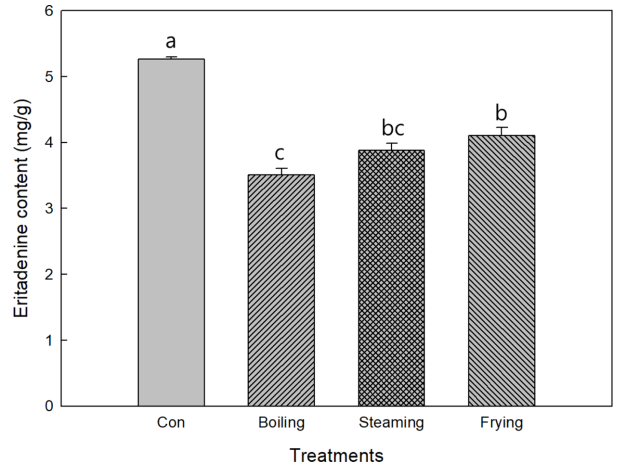


Fig. 2. Eritadenine content (mg/g, dry weight) of shiitake mushrooms at various cooking conditions based on same hardness.

총 폴리페놀 함량의 변화에서도 오븐에서의 굽기를 제외하고 볶음처리군의 함량이 가장 높았고 열수처리와 증기처리군은 대조군보다 낮게 측정 되었다. 물을 사용한 조리법이 기름을 사용한 조리법보다 시료 내의 총 폴리페놀 함량이 낮은 이유는 수용성 폴리페놀의 용출때문으로 해석 할 수 있다. 이는 Kim 등(5)이 유기용매에 추출한 시료보다 극성용매에서 추출할 경우 2배 이상 높은 총 폴리페놀 함량이 용출되었다고 보고한 것처럼, 증기 처리와 열수 침지처리는 극성이 강한 물을 사용하여 조리하였기 때문에 조리과정에서 총 페놀 함량이 용출되면서 시료 내 잔존량은 감소한 것으로 보인다. 즉, 다양한 조리법에 의해 용출되는 항산화물질의 종류 및 양이 달라질 수 있음을 의미한다.

**조리 조건에 따른 버섯 내의 리보플라빈 함량**

Fig. 1은 다양한 조리법에 따른 표고버섯 내의 리보플라빈 함량을 나타낸 결과이다. 대조군의 리보플라빈 함량은 4.80 mg/g으로 조리한 시료보다 유의적으로 높게 측정되었다. 조리한 버섯 중에서는 볶음처리군의 함량이 4.23 mg/g으로 가장 높았고, 다음으로는 증기처리군 2.82 mg/g과 열수침지군 2.43 mg/g의 순이었다. Park 등(33)은 표고버섯을 끓는 물에 5분 가열 시 약 80%의 리보플라빈 감소가 일어났다고 보고하였으며, 또한 Chung 등(34)도 시금치, 양배추, 콩나물, 당근을 일반 조리법과 저수분 조리법으로 조리하였을 때 저수분 조리법에서 리보플라빈이 높은 잔존량을 보여 리보플라빈은 조리법뿐 아니라 가수량에 의해서도 함량이 달라짐을 보였다. 리보플라빈은 열에는 비교적 안정하고 빛에는 불안정하여 파괴되기 쉬운 영양소로 알려져 있으나, 수용성 비타민이기 때문에 물과 직접 닿는 경우, 조리과정에서 손실이 크게 일어난 것으로 보인다.

**조리 조건에 따른 버섯 내의 에리타데닌 함량**

Fig. 2는 다양한 조리법에 따른 표고버섯 내의 에리타데닌 함량을 측정한 결과이다. 에리타데닌은 Chibata 등(35)에 의해 1969년에 규명된 표고버섯의 기능성 물질 중 하나로 간 조직에서 인 지질 대사의 변화에 의해 혈장콜레스테롤의 제거를 촉진함으로써 체내 콜레스테롤 저하 작용을 하는 것으로 알려져 있다(11). 버섯의 에리타데닌 함량과 관련하여 Park 등(36)은 17품종의 건

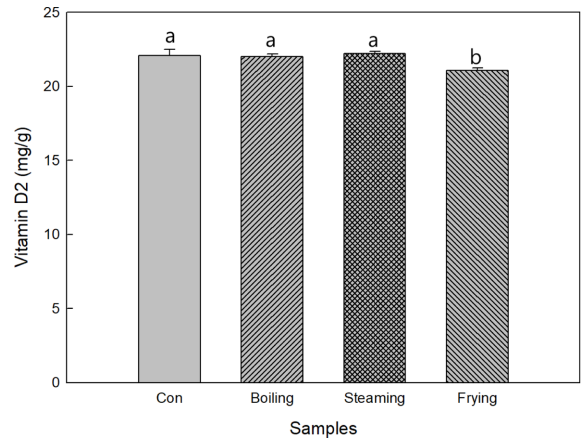


Fig. 3. Ergocalciferol content (mg/g, dry weight) of shiitake mushrooms at various cooking conditions based on same hardness.

조 표고버섯의 에리타데닌 함량을 측정하고 2.79-3.91 mg/g로 보고한 바 있다. 본 연구에서 대조군의 에리타데닌 함량은 5.26 mg/g으로 측정되었으며, 이는 건버섯에 함유된 에리타데닌의 함량을 3.17-6.33 mg/g으로 보고한 Enman 등(24)의 결과와 유사한 값이다. 조리 후 버섯의 에리타데닌 함량은 대조군에 비해 감소하였는데, 특히 열수처리이후 그 잔존량이 3.51 mg/g으로 가장 낮았고, 볶음처리 이후에는 4.11 mg/g으로 처리군 중 가장 높은 수치를 나타냈다. 에리타데닌도 리보플라빈과 마찬가지로 수용성이므로 조리 시 물에 용출되기 때문에 열수 침지 처리군의 함량이 가장 낮은 것으로 생각된다.

표고버섯의 부위별 함량에 대해서는 갓과 대에 각각 0.5-0.7 mg/g과 0.3-0.4 mg/g 함유되었다는 보고가 있는 반면 Park 등(36)과 Saito 등(37)은 갓(1.94 mg/g)보다 대(2.30 mg/g) 부위에서 다소 높게 측정되었다고 보고하였다. 본 연구에서 갓 부위만을 조리하여 측정하였으나, 대에도 상당량의 에리타데닌 함량이 있는 것으로 보고되고 있어 버섯 전체를 대상으로 연구할 필요가 있으며, 앞으로 다양한 조리조건에서의 에리타데닌 함량 변화에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 조리 조건에 따른 버섯 내의 에르고칼시페롤 함량

다양한 조리법에 따른 표고버섯의 에르고칼시페롤 함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 버섯에 함유된 에르고스테롤은 자외선에 의해 에르고칼시페롤이라는 활성형으로 전환되어 비타민 D<sub>2</sub>의 기능을 한다고 알려진 물질이다. 본 연구에서 생조리 표고버섯의 에르고칼시페롤의 함량은 22.07 mg/g으로 측정되었다. 표고버섯의 에르고칼시페롤 함량에 관한 연구에서 Lee 등(38)은 생표고버섯 내의 함량을 2.89 mg/g으로, Takamura 등(39)은 2.18-10.9 mg/g으로 보고한 바 있다. 조리조건에 따른 변화를 보면 조리방법에 따라 함량의 유의적 차이는 없었으며 볶음처리군에서 조금 낮게 측정되었다. 에르고칼시페롤이 지용성 비타민임을 고려할 때 기름을 사용하여 조리할 경우 조리과정중에 용출되면서 시료 내의 함량은 다소 낮아질 수 있으나, 기름과 함께 섭취할 경우 그 흡수율이 높아짐은 이미 잘 알려진 사실이다. Park 등(36)의 연구에서도 끓는 물에서 10분간 조리 시 에르고칼시페롤 함량의 변화는 거의 없었으나, 150°C 이상의 고온의 오븐에서 가열은 약간의 함량 감소를 가져온다고 보고한 바 있다.

## 요 약

말린 표고버섯을 다양한 조건(열수처리, 증기처리, 볶음처리)으로 조리 후, 항산화특성과 기능성 영양소인 리보플라빈, 에리타데닌, 그리고 에르고칼시페롤을 측정하여 생조리 표고버섯과 비교하였다. 총 폴리페놀함량이나 유리라디칼 소거능 등의 항산화 특성은 생조리군에서 가장 높았고 열수처리군에서 가장 낮게 나타났다. 표고버섯의 기능성 영양성분인 리보플라빈, 에리타데닌 함량 역시 생조리 버섯에서 가장 높게 측정되었으며 볶음처리 > 증기처리 > 열수처리 순으로 측정되었다. 지용성 영양소인 에르고칼시페롤의 경우 생조리버섯 뿐 아니라 열수처리, 증기처리군에서 모두 비슷한 함량을 나타내어 물이나 열처리에 변화가 없음을 보였고, 볶음처리군에서 약간 감소하는 경향을 보였다. 말린 표고버섯은 그 자체로 항산화특성 및 영양성분이 높으나 생조리의 상태로 섭취하는 경우가 드물기 때문에 다양한 조리조건에서 처리 후 비교했을 때, 버섯의 경도는 비슷했지만, 영양손실은 볶음 처리 시 가장 적었고, 열수처리 시 가장 많았다.

## References

- Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chem.* 73: 321-325 (2001)
- Park MH, Oh KY, Lee BW. Anti-cancer activity of *Lentinus edodes* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 702-708 (1998)
- Kim CH, Jeong JG. Antioxidant activities and the effect of reducing serum alcohol concentration of *Lentinus edodes*. *Korea J. Herbol.* 24: 159-164 (2009)
- Qi Y, Zhao X, Lim YI, Park KY. Antioxidant and anticancer effects of edible and medicinal mushrooms. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 655-662 (2013)
- Kim MJ, Chu WM, Park EJ. Antioxidant and antigenotoxic effects of shiitake mushrooms affected by different drying methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1041-1048 (2012)
- Kim YD, Kim KJ, Cho DB. Antimicrobial activity of *Lentinus edodes* extract. *Korean J. Food Preserv.* 10: 89-93 (2003)
- Han SR, Kim MJ, Oh TJ. Antioxidant activities and antimicrobial effects of solvent extracts from *Lentinus edodes*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1144-1149 (2015)
- Lee MR, Oh DS, Wee AJ, Yun BS, Jang SA, Sung CK. Anti-obesity effects of *Lentinus edodes* on obese mice induced by high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 194-199 (2014)
- Oh SI, Lee MS. Antioxidative stress and antimutagenic effects of *Lentinus edodes* ethanol extracts. *Korean J. Food Nutr.* 20: 341-348 (2007)
- Koki T, Chiyoko S, Yasuhiko S, Takashi M, Shigeyuki T. Effect of eritadenine on cholesterol metabolism in the rat. *Biochem. Pharmacol.* 23: 433-438 (1974)
- Sugiyama K, Akachi T, Yamakawa. Hypocholesterolemic action of eritadenine is mediated by a modification of hepatic phospholipid metabolism in rats. *J. Nutr.* 125: 2134-2144 (1995)
- Suzuki S, Ohshima S. Influence of shiitake (*Lentinus edodes*) on human serum cholesterol. *Mushroom Sci.* 9: 463-467 (1974)
- Takashima K, Sato C, Sasaki Y, Morita T, Takeyama S. Effect of eritadenine on cholesterol metabolism in the rat. *Biochem. Pharmacol.* 23: 433-438 (1974)
- Li H, Choi YM, Lee JS, Park JS, Yeon KS, Han CS. Drying and antioxidant characteristics of the shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyor type far-infrared dryer. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 250-254 (2007)
- Park RS, Park HK. Effect of Riboflavin on Lipid Metabolism. *Korean J. Nutr.* 19: 169-176 (1986).
- Hong YH, Kim YS, Lee SN. Vitamins and minerals deficiency effects on skin health. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.* 10: 747-756 (2012)
- Kim YN, Na HJ. Food sources thiamin, riboflavin and niacin base on food composition table and national annual food supply data in food balance sheet. *Korean J. Nutr.* 34: 809-820 (2001)
- Lee JG, Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Min SG, and Choi MJ. Effects of various thermal treatments on physicochemical and nutritional properties of shiitake mushrooms. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 874-881 (2015)
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agr. Food Chem.* 50: 3010-3014 (2002)
- Ko HJ, Sun TY, Han JA. Nutritive and antioxidative properties of eggplant by cooking conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 45: 1747-1754 (2016)
- Choi NS. The study on change of quality properties and biological activities of Korean wild vegetables by cultivation, blanching and drying method. PhD thesis. Ewha Womans University, Seoul, Korea (2000)
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-243 (1912)
- Enman J, Rova U, Berglund KA. Quantification of the bioactive compound eritadenine in selected strains of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *J. Agr. Food Chem.* 55: 1177-1180 (2007)
- Enman J, Hodge D, Berglund KA, Rova U. Production of the bioactive compound eritadenine by submerged cultivation of shiitake (*Lentinus edodes*) mycelia. *J. Agr. Food Chem.* 56: 2609-2612 (2008)
- Dionex Corporation. Determination of water- and fat-soluble vitamins by HPLC Technical Note 89, LPN 2598, Sunnyvale, CA, USA (2010)
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J. Food Nutr.* 24: 464-470 (2011)
- Jung JK, Im HW. The total phenolic contents and DPPH radical scavenging activities of Korean sweet potatoes according to plants parts, varieties, and by distribution and cooking methods. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 9: 7-19 (2013)
- Jeong HJ, Park SB, Kim SA, Kim HK. Total polyphenol content and antioxidative activity of wild grape (*Vitiscoignetiae*) extracts depending on ethanol concentrations. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 1491-1496 (2007)
- Kim MG, Chu WM, Park EJ. Antioxidant and antigenotoxic effects of shiitake mushrooms affected by different drying methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1041-1048 (2012)
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.* 99: 381-387 (2006)

32. Im HW, Suh BS. The total phenolic contents and DPPH radical scavenging activities of korean potatoes according to physical characteristics and cooking methods. J. East Asian Soc. Diet. Life 19: 375-383 (2009)
33. Park HO, Oh HS, Yoon S. The changes of Vit. D<sub>2</sub> and Vit. B<sub>2</sub> contents according to ultraviolet rays and cooking methods of mushrooms. J. Korean Soc. Food Cult. 16: 463-469 (2001)
34. Chung HK, Yoon KS, Woo N. Effects of cooking method on the vitamin and mineral contents in frequently used vegetables, Korean J. Food Cook. Sci. 32: 270-278 (2016)
35. Chibata I, Okumura K, Takeyama S, Kotera K. Lentinacin: a new hypocholesterolemic substance in *Lentinus edodes*. Experientia 25: 1237-1238 (1969)
36. Park YA, Lee KT, Bak WC, Kim MK, Ka KH. Eritadenine contents analysis in various strains of *Lentinula edodes* using LC-MS/MS. Korean J. Mycol. 39: 239-242 (2011)
37. Saito M, Yasumoto T, Kaneda T. Quantitative analyses of eritadenine in shiitake mushroom and other edible fungi. Eiyo to Shokuryo. 28: 503-513 (1975)
38. Lee JS, Ahn RM, Choi HS. Determination of ergocalciferol and cholecalciferol in mushrooms. Korean J. Soc. Food Sci. 13: 173-178 (1997)
39. Takamura K, Hoshino H, Sugahara T, Amano H. Determination of vitamin D<sub>2</sub> in shiitake mushroom by high performance liquid chromatography. J. Chromatogr. A. 545: 201-204 (1991)