

## 표고버섯, 양송이버섯, 배를 첨가한 홍두깨살의 연육 효과

### Effect of *Letinus edodes*, *Agaricus bisporus* and Pear Powder on Tenderization of Beef Eye of Round

남형경<sup>1</sup>, 김호경<sup>2\*</sup>

Hyong-Kyoung Nam<sup>1</sup>, Ho-Kyoung Kim<sup>2\*</sup>

#### 〈Abstract〉

The purpose of this study was to investigate the effects of protease in *Letinus edodes*, *Agaricus bisporus* and Pear powder after freeze drying which has the ratio of 3% on the Tenderness of the Beef Eye of Round muscle. It were marinated in distilled water (Control), 3% *Letinus edodes* powder (L3), 3% *Agaricus bisporus* powder (A3), and 3% Pear powder (P3). As a result, enzyme activities were highest in *Agaricus bisporus* ( $p < 0.001$ ). There are significant difference in pH ( $p < 0.001$ ), color of the beef were slightly different between the C (control) group and the sample groups. The cooking loss showed the lowest value in the control and the highest value in the water holding capacity of *Agaricus bisporus*. In addition, *Agaricus bisporus* showed the lowest shear force values than the other sample groups ( $p < 0.001$ ).

**Keywords :** *Letinus Edodes*, *Agaricus Bisporus*, Pear, Beef Eye of Round, Proteolytic Enzymes, Tenderness

---

1 정회원, 극동대학교 호텔외식조리학과

2\* 정회원, 교신저자, 동의과학대학교 호텔외식조리과

E-mail: hkkim@dit.ac.kr

1 Dept. of Hotel Culinary Arts Far East University

2\* Corresponding Author, Dept. of Hotel Culinary Arts

Dong-Eui Institute of Technology(DIT)

## 1. 서론

버섯은 분류학상 균류(Fungi) 중 진균류(Eumycetes)에 속하며 대부분 담자균류(Basidiomycetes)의 일종으로, 특유의 맛과 향기를 가지고 있어서 오래전부터 기호성이 높은 식품으로 이용되어져 왔으며 각종 질병의 치료와 예방용으로도 사용되어져 왔다[1,2,3]. 최근 버섯은 무공해 자연식품으로 칼로리가 낮고 우리 몸에 이로운 기능성 식품으로 인식되어 소비자들에게 각광을 받고 있다. 이러한 식용버섯 가운데 양송이버섯, 표고버섯은 육류와 함께 섭취시 우수한 향미와 식감으로 일반 가정이나 레스토랑에서 현재까지 널리 이용되고 있다. 뿐만 아니라 양송이버섯, 표고버섯에는 다양한 생리활성 성분을 비롯하여 쇠고기의 연도를 증진시킬 수 있는 단백질 분해효소들을 함유하고 있다고 알려져 있다[4]. 식육의 연도는 국내외 소비자들에게 육질을 평가하는 중요한 관능특성 가운데 하나로 다양한 연구가 진행되고 있다[5,6,7]. 연도를 증진 시키기 위해 현수방법, 전기자극, 숙성, 온도 처리 및 열대과일에서 추출한 단백질분해효소를 이용한 연육제 첨가방법 등이 연구 개발되었다[8,9,10]. 특히나 열대과일 및 버섯에 함유한 식물성 단백질분해효소는 동결건조를 거쳐 분말화하여 식육의 연육제로 활용하면 안전성 및 간편성이 뛰어나 식품산업에 활용할 수 있다.

일반적으로 국내산 배에는 단백질분해효소를 함유하고 있으며 육의 연화에 효과가 있다고 보고되었다[11]. 또한, 식용버섯 가운데 표고버섯과 양송이버섯에는 항산화 효과, 함암효과, 콜레스테롤 억제 효과 등 다양한 생리적인 물질들을 함유하고 있다[12]. 특히, 표고버섯과 양송이버섯에는 단백질 분해효소가 존재한다고 알려져 있지만 이를 활용하여 우육의 연육 효과를 분석한 실험은 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다양한 생리활성

성분과 단백질분해효소를 함유한 표고버섯, 양송이버섯, 배를 사용이 간편하도록 동결건조 후 분말로 만들어 홍두깨살 육질에 관한 연육 효과를 비교, 분석하여 식품산업에 활용할 수 있는 천연 연육제 개발 가능성을 평가하고자 하였다.

## 2. 재료 및 처리방법

### 2.1 실험재료

표고버섯(국내산-신선식품), 양송이버섯(국내산-신선식품), 배(국내산-신선식품), 쇠고기(국내산-홍두깨살)는 냉장육으로 국내 대형마트에서 유통되고 있는 것을 구입하여 실험에 사용하였다.

### 2.2 시료제조 및 처리조건

#### 2.2.1 시료제조

표고버섯과 양송이버섯은 먼지와 이물질을 제거하고 기둥과 갓을 모두 사용하였으며 배는 껍질을 벗기고 속씨는 제거하여 과육만을 사용하였다. 손질된 표고버섯, 양송이버섯, 배의 시료 모두 0.2mm로 얇게 저며 동결건조(Model FD-5518, Ilshin Lab Co., Korea) 시켜 수분을 제거하였다. 이후 건조된 시료들은 분쇄(Food mixer, Hanil Co., Korea)하여 분말로 만들어서 -23℃에서 냉동 보관하여 시료로 사용하였다.

#### 2.2.2 처리 조건

동결건조의 과정을 거쳐서 분말로 만든 표고버섯, 양송이버섯, 배분말 3%를 증류수에 혼합한 후 냉장 홍두깨살 (3 x 3 x 3cm)을 공기가 통하지 않는 polyethylene bag 각각 넣어 수침하였다.

시료는 4° C에서 48시간 침지한 후 표고버섯, 양송이버섯, 배의 함유된 식물성 단백질분해효소에 따른 쇠고기 우육의 육질변화를 비교 분석하였다.

**Table 1. Eye of round muscle treated with *Letinus edodes*, *Agaricus bisporus* and pear powder**

Sam-ples <sup>1)</sup>	Ingredients		
	D.W (mL)	powder (g)	The Eye of Round muscle (g× pcs)
C	100	0	30
L3	100	3	30
A3	100	3	30
P3	100	3	30

<sup>1)</sup>C: Control was the Eye of Round muscle treated only D.W.

L3: L3 was the Eye of Round muscle treated by 3 g freeze drying *Letinus edodes* powder.

A3: A3 was the Eye of Round muscle treated by 3 g freeze drying *Agaricus bisporus* powder.

P3: P3 was the Eye of Round muscle treated by 3 g freeze drying pear powder.

### 3. 실험 방법

쇠고기 홍두깨살의 기본적인 육질 변화를 확인하기 위해서 pH, 육색, 보수력, 가열감량 관하여 실험을 진행하였다. 아울러 육의 연육 효과와 상관관계가 높은 표고버섯, 양송이버섯, 배 분말의 단백질분해효소의 활성도를 측정하고 이에 따른 시료들의 전단력을 실시하였다.

#### 3.1 조효소 추출 및 단백질분해효소의 활성

동결건조의 과정을 거쳐서 분말로 만든 표고버섯, 양송이버섯, 배의 분말은 증류수 20 mL에 각각 1 g를 첨가하여 Kim 등[13]과 Cho 등[14]의 방법으로

조효소를 추출하여 효소활성도를 측정하였다.

#### 3.2 pH 측정

우육의 시료 5 g을 취하여 혼합한 후 균질(6,000 rpm, 40 sec; Ace Homogenizer AM-8, Nissei Co., Japan)하고 5분간 정치한 후 portable pH meter(Model 290A, Orion Research Inc., USA)로 pH를 측정하였다.

#### 3.3 육색 측정

우육의 색도는 48시간 침지한 시료를 건져서 압지로 수분을 제거하고 색차 색도계(Chroma meter CR-200 Minolta, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

#### 3.4 보수력 측정

보수력은 침전이 끝난 우육의 시료 10 g을 Daunce homogenizer(7727-40, Pyrex, USA)를 이용하여 분쇄 후 1분간 균질을 시키고 이후 4° C에서 15분간 방치 후 다시 균질을 시켰다. 이후 원심분리(3,000×g, 4° C, 25 min)하여 상등액의 부피를 측정하였다.

#### 3.5 가열감량 측정

각각의 시료들은 polypropylene bag에 넣고 87° C의 water bath에서 심부의 온도가 73° C가 될 때까지 가열한 후 시료를 water bath에서 꺼내서 식혔다. 이후 polypropylene bag 안에 있는 시료들을 꺼내서 각각의 시료 표면에 있는 수분을 압지로 제거하여 무게를 측정한 후, 가열을 통해 최초 무게에서 손실된 함량을 %로 표시하였다.

### 3.6 전단력 측정

우육의 시료는 직경 1.27 cm의 원기둥 모양으로 근섬유 방향과 평행하게 하여 시료를 만들어 texture analyser(TA-plus, Lloyd Instruments Ltd. England)에 Warner-Bratzler shear 장치를 장착하여 6회 반복 측정하였다.

### 3.7 통계처리

각 실험에서 얻은 결과는 SPSS 19.0 프로그램을 사용하여 통계처리 하였다. 분산분석(ANOVA)과  $p < 0.05$  수준에서 Duncan의 다중범위검정으로 통계적 유의성을 검증하였다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1 표고버섯, 양송이버섯, 배의 효소활성도

동결건조 후 분말화 과정을 통해서 얻어진 표고버섯, 양송이버섯, 배의 효소활성도 측정 결과

**Table 2. Enzyme activity after freeze-drying of *Letinus edodes*, *Agaricus bisporus* and pear powder (unit/mL) $\times 10^{-3}$**

Powder	Enzyme activity(1g/20mL)
<i>Letinus edodes</i>	136 ± 2.7 <sup>a1</sup>
<i>Agaricus bisporus</i>	163 ± 3.2 <sup>ab</sup>
Pear	0.9 ± 0.27 <sup>c</sup>
Levels of significance	***

<sup>1)</sup> Mean ± S.D. \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-c</sup> Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

표고버섯 분말 첨가구는 136 unit, 양송이버섯 분말 첨가구는 163 unit, 배 분말 첨가구는 0.9 unit로 양송이버섯의 효소활성도가 가장 높게 나타났다( $p < 0.001$ ), 각각의 시료의 효소활성도는 양송이버섯 분말 > 표고버섯 분말 > 배 분말 순이었으며 이러한 결과는 Kim의 선행 연구결과와도 일치한다[4].

### 4.2 pH 측정

홍두깨살의 pH 측정결과는 Table 3과 같이 나타났다. 표고버섯 분말 3%, 양송이버섯 분말 3%, 배 분말 3%를 첨가한 시료의 pH는 각각 5.59, 5.81, 5.73으로 대조군 시료 6.08에 비하여 유의적으로 낮은 값을 나타내 대조군과 sample groups 사이에 유의적 차이를 보였다( $p < 0.001$ ).

**Table 3. pH of the eye of round muscle**

Samples <sup>1)</sup>	pH
C	6.08 ± 0.0 <sup>a2)</sup>
L3	5.59 ± 0.16 <sup>c</sup>
A3	5.81 ± 0.12 <sup>b</sup>
P3	5.73 ± 0.13 <sup>bc</sup>
Levels of significance	***

<sup>1)</sup> Refer to the legend of Table 1.

<sup>2)</sup> Mean ± S.D. \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-c</sup> Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

### 4.3 육색 측정

홍두깨살의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도(L)의 경우 대조군이 54.16으로 가장 높은 값을 나타냈으며 양송이버섯 처리군이 41.92로 두 처리군 간의 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.01$ ). 아울러 표고버섯 분말 처리군 47.31, 배

분말 처리군 42.32 값을 나타내어 유의적 차이를 보였다( $p<0.01$ ). 육의 적색도(a)는 다른 시료들에 비하여 양송이버섯 분말 처리군이 12.81로 가장 높은 값을 나타내고 대조군이 10.27로 가장 낮은 값을 보였다( $p<0.001$ ). 황색도(b)의 경우에는 배 분말 첨가군 값이 6.11로 가장 낮은 값을 보였고 양송이버섯 분말 첨가군의 7.12로 가장 높은 값을 나타냈다( $p<0.01$ ).

Table 4. Color value of the eye of round muscle

Samples <sup>1)</sup>	Hunter's color value		
	L	a	b
C	54.16±2.31 <sup>a2)</sup>	10.27±2.67 <sup>a</sup>	6.47±2.98 <sup>ab</sup>
L3	47.31±1.98 <sup>ab</sup>	11.75±1.84 <sup>ab</sup>	6.64±2.34 <sup>ab</sup>
A3	41.92±1.55 <sup>c</sup>	12.81±2.46 <sup>b</sup>	7.12±1.33 <sup>b</sup>
P3	42.32±1.86 <sup>c</sup>	10.65±2.84 <sup>ab</sup>	6.11±1.88 <sup>a</sup>
Levels of significance	**	***	**

<sup>1)</sup> Refer to the legend of Table 1.  
<sup>2)</sup> Mean±S.D. \*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$ .  
<sup>a~c</sup> Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

#### 4.4 가열감량 및 보수력 측정

가열감량과 보수력 측정결과는 Table 5와 같이 나타났다. 가열감량은 홍두깨살을 water bath에서 가열한 후 상온에서 식힌 후에 측정하였다. 시료의 가열감량은 표고버섯 분말, 양송이버섯 분말, 배 분말을 첨가한 첨가군의 시료가 각각 30.58, 31.26, 29.32로 나타났으며 대조군은 28.78로 양송이버섯 분말 처리군에 비해 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p<0.001$ ). 또한, 표고버섯 분말, 양송이버섯 분말, 배 분말을 처리한 우육의 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다.

육의 보수력 함량은 양송이버섯 분말 처리군 시료가

5.16으로 대조군 4.23, 표고버섯 분말 처리군 4.12, 배 분말 처리군 4.02의 비하여 유의적으로 가장 보수력이 높은 값을 보였다( $p<0.01$ ). 대조군, 표고버섯 분말, 배 분말을 첨가한 시료들 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다.

Table 5. Cooking loss and WHC of the eye of round muscle

Samples <sup>1)</sup>	Cooking loss(%)	WHC <sup>3)</sup>
C	28.78±2.18 <sup>a2)</sup>	4.23±0.79 <sup>a</sup>
L3	30.58±1.86 <sup>ab</sup>	4.12±0.47 <sup>a</sup>
A3	31.26±2.37 <sup>b</sup>	5.16±0.51 <sup>b</sup>
P3	29.32±2.51 <sup>ab</sup>	4.02±0.22 <sup>a</sup>
Levels of significance	***	**

<sup>1)</sup> Refer to the legend of Table 1.  
<sup>2)</sup> Mean±S.D. \*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$ .  
<sup>a~b</sup> Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.  
<sup>3)</sup> WHC : water holding capacity.

#### 4.5 전단력 측정

전단력은 우육의 연화된 정도를 판단하는 기계적 수치로 단백질분해효소의 활성도와 상관관계가 매우 높다[15]. 동결건조를 통해 얻어진 표고버섯 분말, 양송이버섯 분말, 배 분말의 첨가된 홍두깨살 우육의 전단력 측정의 결과는 Table 6과 같이 나타났다. 대조군 값이 46.81로 표고버섯 분말 3%, 양송이버섯 분말 3%, 배 분말 3% 첨가군에 비하여 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다( $p<0.001$ ). 표고버섯, 양송이버섯 배 첨가군의 시료들 값이 각각 38.66, 35.42, 44.12로 대조군 > 배 > 표고버섯 > 양송이버섯 순으로 우육의 전단력 수치가 낮게 나타나( $p<0.001$ ), 양송이버섯이 배와 표고버섯보다 육의 연화에 효과적으로 나타났다.

이러한 결과는 배, 표고버섯의 단백질 분해효소활성도 보다 양송이버섯의 단백질분해효소 활성도가 높게 나타나 효소활성도가 높을수록 전단력 수치가 낮게 나타난 Shin[15] 등의 연구결과와도 결과가 일치한다[16].

Table 6. Shear force of the eye of round muscle

Samples <sup>1)</sup>	Shear force (N)
C	46.81±2.10 <sup>a2)</sup>
L3	38.66±2.35 <sup>c</sup>
A3	35.42±2.12 <sup>cd</sup>
P3	44.12±1.85 <sup>b</sup>
Levels of significance	***

<sup>1)</sup> Refer to the legend of Table 1.

<sup>2)</sup> Mean±S.D. \*\*\*  $p < 0.001$ .

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

## 5. 결론

본 연구에서는 생리활성 성분과 식물성 단백질 분해효소를 함유한 표고버섯, 양송이버섯, 배를 동결건조 후 사용이 편리하도록 분말로 사용했다. 표고버섯, 양송이버섯, 배 분말 각각 3% 첨가하여 이에 따른 홍두깨살의 육질 변화와 연육 효과를 비교 분석 실험했다. Kim[4]의 연구결과에서도 나타난 우육의 전단력과 상관관계가 높은 단백질분해효소 활성도 측정결과, 양송이버섯 분말 > 표고버섯 분말 > 배 순으로 양송이버섯 분말의 단백질분해 효소 활성도가 유의적으로 가장 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 우육의 pH는 대조군이 sample groups 사이에서 유의적으로 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 육색의 경우, 명도(L)는 대조군이 가장 높은 값을 보였고 양송이버섯 처리군이 가장 낮은

값을 나타냈다( $p < 0.01$ ). 적색도(a)는 양송이버섯의 시료가 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.001$ ). 또한, 황색도(b)는 배 분말 첨가 시료가 가장 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ). 가열감량(Cooking loss)은 대조군이 가장 낮은 값을 나타냈고( $p < 0.001$ ), 보수력(WHC)은 양송이버섯 처리군에서 가장 높게 나타났다( $p < 0.01$ )

우육의 연육효과를 판단하는 전단력(Shear force) 측정결과, 대조군 > 배 > 표고버섯 > 양송이버섯 순으로 양송이버섯이 배와 표고버섯보다 연육 효과가 크게 나타났다( $p < 0.001$ ).

이상의 연구결과를 종합하면 일반적으로 많이 사용하고 있는 배의 연육 효과보다 표고버섯과 양송이버섯이 쇠고기 홍두깨살에 연육 효과가 높게 나타났다. 특히, 양송이버섯의 함유한 단백질분해효소는 배와 표고버섯보다 커다란 효과를 확인할 수 있었다. 이에 본 연구는 다양한 생리활성 물질과 단백질분해효소를 함유한 양송이버섯, 표고버섯, 배를 식품산업의 연육제 개발에 필요한 기초 자료로 활용하는데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] S. P. Wasser, The fungus among us. Eretz magazine, vol. 1 pp. 52- 69, (1997).
- [2] M. Cui, Zhang, S. W. Cheung, P. C. K and Q. Wang, Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity, Trends Food Science and Technology, vol. 18, no. 1, pp. 4- 19, (2007).
- [3] L. M. Cheung, P. C. K and V. E. C. Ooi, Antioxidant activity and total phenolics of edible of mushroom extracts, Food Chemistry, vol. 81, no. 2, pp. 249- 255, (2003).

- [4] H. K. Kim, Effect of mixed tenderizer using sarcodon aspratus and kiwi on beef(Doctoral dissertation), Sejong university, Seoul, (2013).
- [5] I. H. Hwang, C. E. Devine and D. L. Hopkins, The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness, *Meat Science*, vol. 65, no. 2, pp. 677- 691, (2003).
- [6] M. Koochmaraie, Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat, *Meat Science*, vol. 43, no. 1, pp. 193-201, (1996).
- [7] M. K. Koochmaraie, M. P. Shackelford, S. D. Veiseth and T. L. Wheeler, Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?, *Meat Science*, vol. 62, no. 3, pp. 345-352, (2002).
- [8] N. Douglas, D. N. Hodes and E. Dransfield, Effect of pre-slaughter injections of papain on toughness in lamb muscle induced by rapid chillings, *Journal of Science and Food Agriculture*, vol. 24, no. 12, pp. 1583-1587, (1973).
- [9] M. H. Kim, J. H. Rho and M. J. Kim, Proteolytic effect of fruit flesh and crude enzyme extract from fruits on myofibrillar protein, *Korean Journal of Food Cook Science*, vol. 26, no. 3, pp. 323-329, (2010).
- [10] U. Olsson, C. Hertzman and E. Tomberg, The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor ageing and tenderness of beef muscles, *Meat Science*, vol. 37, no. 1, pp. 115-131, (1994).
- [11] S. K. Han and K. B. Chin, Study on Meat Tenderness of a Pretense Extracted from Domestic Pear. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, vol. 24, no. 4, pp. 326-328, (2004).
- [12] B. K. Kim, G. G. Shin, B. S. Jeong and J. Y. Cha, Cholesterol lowering effect of mushroom power in hyperlipidemic rats, *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition*, vol. 30, no. 3, pp. 510-515, (2001).
- [13] S. J. Cho, S. H. Chung, H. C. Yang, H. J. Suh, H. Lee and H. Kang, Purification and characterization of a protease actinidin isolated from Cheju kiwifruit, *Korean Journal of Food Nutrition*, vol. 7, no. 2, pp. 87-94, (1994).
- [14] M. H. Kim, J. H. Rho and M. J. Kim, Proteolytic effect of fruit flesh and crude enzyme extract from fruits on myofibrillar protein, *Korean Journal of Food Cook Science*, vol. 26, no. 3, pp. 323-329, (2010).
- [15] H. G. Shin, Y. M. Choi, H. K. Kim, Y. C. Ryu, S. H. Lee and B. C. Kim, Tenderization and fragmentation of myofibrillar proteins in bovine longissimus dorsi muscle using proteolytic extract from *Sarcodon aspratus*, *Food Science and Technology*, vol. 41, no. 8, pp. 1389-1395, (2008).
- [16] H. K. Kim and H. Y. Han, Effect of *Letinus edodes* Powder on Tenderness and Sensory Characteristics of Beef, *Culinary Science & Hospitality Research*, vol. 23, no. 7, pp. 63-70, (2017).