

## 자외선 B파 조사가 느타리버섯의 이화학적 특성에 미치는 영향

이진실\* · 임정미  
상명대학교 자연과학대학 외식영양학과

### Effects of UV-B Irradiation on the Physicochemical Characteristics of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*)

Jin-Sil Lee\* · Jeong Mi Yim

Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of UV-B irradiation on the physicochemical characteristics of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). Vitamin D<sub>2</sub> concentration, weight loss rate, color value, total plate counts and consumer acceptability of irradiated oyster mushrooms were measured. UV-B irradiation at doses of 0 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup> and 40 kJ/m<sup>2</sup>, significantly increased the vitamin D<sub>2</sub> concentrations from 0 µg/g dry weight (control) to 85.87 µg/g dw and 116.28 µg/g dw, respectively, at 5% level. Rate of weight loss was also significantly increased from 0% (control) to 2.21% and 4.31% at 20 kJ/m<sup>2</sup> and 40 kJ/m<sup>2</sup> UV-B irradiation, respectively, at 5% level. Although there was no significant difference between the UV-B irradiated groups, total plate counts were significantly decreased from 1.0×10<sup>5</sup> (control) to 9.4×10<sup>3</sup> and 1.9×10<sup>3</sup> at 20 kJ/m<sup>2</sup> and 40 kJ/m<sup>2</sup> of UV-B irradiation, respectively, at 5% level. There was no significant difference in L values and consumer acceptability between the groups. Therefore, UV-B irradiated oyster mushrooms could be used as health promoting ingredients for many foods.

Key words : oyster mushroom, vitamin D<sub>2</sub>, weight loss, total plate counts, consumer acceptability

## 1. 서론

느타리버섯은 우리나라 재배 버섯 생산량의 35.1%로 가장 생산량이 많은 버섯(농림부 2005)이며 영양학적으로 우수할 뿐 아니라 항암(Kim YS 1998, Park MH 등 1998), 혈압강화 효과(Talpur NA 등 2002), 콜레스테롤저하효과 (Bobek P 등 1998), 항산화효과(Mau JL 등 2002) 등이 있는 것으로 보고

되었다. 느타리버섯을 이용한 가공식품에 관한 연구로는 김치(Han SY 등 2002), 고추장(Ahn MR 등 2003), 생면(Kim YS 1998), 식초(Chung BH 등 2010) 등이 있다.

비타민 D는 활성을 가진 화합물들의 총칭으로 이 중에서도 비타민 D<sub>2</sub>(ergocalciferol)와 D<sub>3</sub>(cholecalciferol)가 가장 생리활성이 높다(최혜미 등 2000). 비타민 D<sub>3</sub>가 동물의 체내에서 생성되는 동물성 비타민 D라고 한다면 비타민 D<sub>2</sub>는 식물성 비타민 D라 불린다(Wang T 등 2001). 비타민 D는 피부를 매일 햇빛에 10~15분간만 노출시켜도 하루 필요량(한국인 20~49세 성인 충분 섭취량은 1일 5µg, 유아 및 50세 이상 충분 섭취량은 1일 10µg)이 체내에서 생합성 될 수 있다(최혜미 등 2000, 한국영양학회 2005). 그러나 사람들은

† Corresponding author: Jin-Sil Lee, Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University  
Tel: 82-2-2287-5353  
Fax: 82-2-2287-0071  
E-mail: jsleefn@smu.ac.kr

햇볕 노출이 적어 체내 비타민 D 생합성이 부족한 실정으로 실내 생활이 많은 사람, 장기간 자외선 차단제 사용자, 양로원에 사는 노인들, 병원 환자들, 유아 등에게서 비타민 D 결핍증이 쉽게 나타난다고 보고된 바 있다(Drinka PJ 등 2007, Ellen HM 2006, Gloth FM 등 1995, Holick MF 2004, Kim JH와 Moon SJ 2000, Lyman D 2005). 비타민 D 결핍 현상은 자외선에 의한 노출 부족 뿐 아니라 비타민 D 급원 식품의 부족에 의해서도 일어날 수 있다. 비타민 D가 풍부한 식품으로는 정어리, 계란, 간유 등 주로 동물성 식품이며 식물성 식품은 극히 드물다. 서양에서는 이미 오래 전부터 유제품이나 마가린 혹은 곡류나 빵 등에 비타민 D를 첨가하여 시판하고 있다(한국영양학회 2005, Calvo MS 등 2004). 그러나 우리나라에는 비타민 D가 첨가된 제품들이 미미한 상황이다.

식물성 식품 중 유일한 비타민 D의 급원 식품인 버섯에는 비타민 D 전구체인 인 엘고스테롤이 풍부하게 들어 있다. 엘고스테롤은 자외선 B파 조사 시 비타민 D<sub>2</sub>로 전환되므로 버섯에 자외선을 조사해 줄 경우 다량의 비타민 D<sub>2</sub>를 얻을 수 있다(Lee JS 등 2002, Lee JS 2007). 비타민 D의 중요성이 부각되면서 버섯류의 비타민 D<sub>2</sub>에 대한 다양한 연구들이 보고되었다. 버섯류의 비타민 D<sub>2</sub>에 관한 연구들은 주로 자외선 조사량에 따른 비타민 D<sub>2</sub> 생성율에 관한 것들로 버섯 종류, 조사량, 조사 시 온도, 습도, 조사부위 등에 관한 것들이 대부분이다(Jasinghe VJ 등 2005, Jasinghe VJ 와 Perera CO 2006, Ko JA 등 2008, Lee JS 등 2002, Lee JS 등 2003, Mattila PH 등 1994, Mattila P 등 2002, Mau JL 등 1998, Takamura K 등 1991, Takeuchi A 등 1984).

버섯은 수확 후 호흡과 대사 작용이 일반 과실이나 채소보다 왕성하여 중량감소가 빠르고, 변색 및 미생물의 번식 등 품질 저하가 급속하게 일어날 수 있다(Mahajan PV 등 2007). 자외선 C파는 식물체내에 phytoalexin의 생성을 유도해 건강에 좋은 영향을 줄 수 있으며 식물의 호흡률 저하 및 부패를 조절하는 기능이 존재한다고 보고되었다(Baka M 등 1999, Gonzalez-Aguilar GA 등 2007). Lee JS(2007)는 느타리버섯에 20 kJ/m<sup>2</sup>의 자외선 B파를 조사 한 결과 백색도에는 유의적인 변화가 없었으나 전자코를 이용한 향 패턴에는 변화가 존재한다고 보고한 바가 있을 뿐 자외선 B파가 버섯의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 보고된 바 없다.

따라서 자외선 B파를 버섯에 조사할 경우 비타민 D<sub>2</sub>가 생성되어 버섯의 기능성은 증가하겠지만 버섯의 품질에 대한 보다 구체적인 연구가 절실한 상황이다.

본 연구는 자외선 B파가 느타리버섯의 이화학적 특성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 조사선량에 따른 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량, 중량 감소율, 색도, 미생물 변화를 분석하였고 소비자 그룹을 대상으로 기호도에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1) 시료

느타리버섯은 경기도 이천 산으로 서울소재 경동시장에서 구입하였고 신선도를 유지하기 위해 즉시 자외선 B파를 조사를 하였다.

### 2) 시약

표준 시약인 비타민 D<sub>2</sub>(Ergocalciferol, 순도 99.9%)는 Sigma-Aldrich Chemical Co(St. Louis, USA), methanol(Tedia, Fairfield, USA), acetonitrile(J.T. Baker, Phillipsbutg, USA)는 HPLC용 사용하였다. 그 외의 시약은 특급 시약을 사용하였다.

### 3) 자외선 B파 조사

자외선 조사는 25℃의 실온에서 자외선 조사기(자체제작)을 이용하여 UV Radiometer(Vilber Lourmat CX-312, Marne-la-Vallée cedex 1, France)로 자외선량이 0, 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>가 되도록 생 버섯에 조사하였다. 자외선량이 40 kJ/m<sup>2</sup> 이상인 경우 느타리버섯의 신선도가 떨어져 자외선 조사량을 40 kJ/m<sup>2</sup>이하로 정하였다. 자외선 등은 Sankyo Denki Co(Japan)의 220V, 20W를 사용했다. 자외선 조사가 끝난 버섯들은 실온과 품온을 평형 시키기 위해 60분간 상온에서 방치시킨 후 동결건조기(PVTFD 10R, 주식회사 일신랩, 대한민국)로 건조시켰다. 건조된 시료는 질소 충전 후 -80℃의 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

### 4) 비타민 D<sub>2</sub> 추출 및 분석

느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 추출 및 분석은 Lee JS 등(2003)

을 방법을 이용하였다. 환류수기에 느타리버섯 냉동 건조 분말 1g과 0.1g의 BHT를 넣고 99% ethanol 50 mL와 50% potassium hydroxide 용액 25 mL를 첨가하였다. 이를 환류 냉각관에 연결하여 90°C water bath(SK Science, 대한민국)에서 검화시켰다. 검화가 완료된 시료를 약 40°C로 냉각시켜 500 mL의 분액여두로 옮기고 여기에 30 mL의 hexane을 첨가해 비타민 D<sub>2</sub>를 추출하였다. 30 mL의 hexane을 2회 더 첨가하여 비타민 D<sub>2</sub>를 추출한 후 이를 모아서 300 mL 3차 증류수로 3회 걸쳐 세척하였다. 이 용액을 250 mL의 evaporator 용 수기에 담아 rotary evaporator(N-1000, Tokyo Rikakikai, Japan)를 이용하여 hexane 층을 증발시킨 후 용기에 남아있는 성분을 methanol : acetonitrile : isopropylalcohol (3:1:4) 용액 2 mL에 녹였다. 이것을 filter (PTFE, 13mm, 0.45 μm, Whatman)를 이용해 여과 시킨 후 vial에 담아 고성능액체크로마토그래피(HPLC, Younglin Acme 9000, Korea)를 이용해 정량 분석 하였다. HPLC 분석조건은 Table 1과 같다. 모든 시료는 3반복으로 측정하였다.

Table 1. Conditions of HPLC for vitamin D<sub>2</sub> analysis of oyster mushroom

Items	Conditions
Column	Kromasil 100 C18, 5 μm, 4.6 mm × 250 mm
Mobile phase	Methanol : Acetonitrile : Water = 75 : 25 : 2
Flow rate	1 mL/min
Injection volume	20 μL
Detector	Young Lin Acme 9000 UV/Vis detector (265 nm)

### 5) 중량감소율 측정

중량 감소율은 자외선 조사 전 중량을 미리 측정한 다음 자외선 조사 후 방냉과정을 거친 버섯의 중량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었으며 중량 감소율은 3회 반복하여 측정하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{중량감소율(\%)} = \frac{(\text{조사 전 중량} - \text{조사 후 중량})}{\text{조사 전 중량}} \times 100$$

### 6) 총균수 측정

자외선이 조사된 느타리버섯 시료 25 g을 sterile sampling

bag (whirl-Pak, Fort Atkinson, WI, USA)에 무균으로 취하여 225 mL의 멸균 생리식염수를 넣고 stomacher(Pro-media SH-IIM, Elmex, Tokyo, Japan)로 균질화한 원액을 시험원액으로 하였다. 일반세균 수 측정을 위하여 시료의 균질 액을 0.85% 생리식염수에 십진 희석한 후, Petrifilm (Aerobic count plate, 3M Microbiology, St. Paul, USA)에 무균 환경에서 접종하여 36.5°C에서 48시간 배양한 뒤 계수하였다. 모든 시료는 3회 반복 측정하였다.

### 7) 색도 측정

냉동 건조된 느타리버섯을 균별로 Hunter-Lab Chroma-Meter (CR-300 Minolta Chroma Meter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 명암을 나타내는 L값, 적색도(+)와 녹색도(-)를 나타내는 a값, 황색도(+)와 청색도(-)를 나타내는 b값을 각각 10회씩 측정하였다. 이때 사용된 표준백판의 L, a, b 값은 각각 97.69, +0.37, +1.96이었다.

### 8) 기호도 검사

자외선이 조사된 느타리버섯 시료는 자외선이 조사된 이후 실온에서 60분 동안 방치 후 실험을 행하였다. 기호도 검사 관능요원은 느타리버섯을 애용하는 20~50대 남녀 학생과 주부로서 40명을 상대로 실시하였다. 시료는 난수가 부착된 직경 15 cm이 흰색 플라스틱 접시에 제공되었으며 기호도 검사 시 입 안을 헹글 수 있도록 물도 함께 제공하였다. 관능검사원들은 검사 시 립스틱이나 향이 진한 화장품의 사용을 금지하도록 하였다. 검사 항목으로는 느타리버섯의 전반적인 기호도와 외관, 냄새, 맛 및 질감에 관한 것이었으며 9점 척도(1점은 매우 싫어한다, 9점은 매우 좋아한다)를 이용하였다.

### 9) 통계분석

모든 실험결과와 통계처리는 SPSS Ver. 12.0 package program을 이용하여 각 군의 평균과 표준 편차를 산출하였고 군 간의 차이 유무는 분산분석과 Duncan's multiple range test를 통해 각 군 간의 유의성을 5% 수준에서 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 비타민 D<sub>2</sub> 함량

자외선이 조사된 느타리버섯의 비타민 함량은 Table 2와 같다. 0 (대조군), 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>군의 비타민 D<sub>2</sub>함량은 각각 0.00±0.00, 85.87±3.57, 116.28±9.23 µg/g dw(dry weight)로 자외선 조사량이 많아질수록 비타민 D<sub>2</sub>함량이 유의적으로 높아졌다( $p<0.05$ ). 40 kJ/m<sup>2</sup>군의 경우 비타민 D<sub>2</sub>함량은 116.28 µg/g dw으로 성인에게 필요한 양인 200 IU(5 µg)의 약 23배에 가까운 양이 생성되었으며 노인층에서는 골밀도 보존과 골절 예방 효과를 최대화하기 위해 하루에 필요한 800-1000 IU(20~25 µg)의 약 5배에 해당되는 양이다. 자외선 조사로 버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량 증가는 다양한 연구 결과로 보고된 바 있다(Jasinghe VJ 등 2005, Jasinghe VJ와 Perera CO 2006, Lee JS 등 2002, Mau JL 등 1998). 본 실험의 경우 자외선 조사선량이 40 kJ/m<sup>2</sup>이상인 경우 버섯표면이 마르는 등 신선도에 영향을 주었으나 Lee JS 등(2002)은 표고버섯에 자외선을 100 kJ/m<sup>2</sup>까지 조사해 주었던 것으로 보아 조사 가능한 자외선 선량은 버섯의 종류에 따라 다른 것으로 보인다. 따라서 버섯에 따라 비타민 D<sub>2</sub>를 증가시킬 수 있는 한계점이 있는 것으로 사료된다.

Table 2. Vitamin D<sub>2</sub> content of UV-B irradiated oyster mushroom powder (µg/g dw)

Group	UV-B dose		
	Control (0 kJ/m <sup>2</sup> )	20 kJ/m <sup>2</sup>	40 kJ/m <sup>2</sup>
Vitamin D <sub>2</sub>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	85.87±3.57 <sup>b</sup>	116.28±9.23 <sup>a</sup>

Each value is expressed as mean±standard deviation (n=3). Means with different letters within a row are significantly different ( $p<0.05$ ).

비타민 D는 골다공증이나 구루병 예방 뿐 아니라 암 (Grant WB 2002, Lappe JM 등 2007), 당뇨병(Mathieu C 등 2005) 및 심혈관계질환(Zittermann A 등 2003)에 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고되고 있으므로 자외선이 조사된 느타리버섯은 원래 느타리버섯이 가지고 있는 생리활성과 비타민 D<sub>2</sub> 증강으로 대조군에 비해 건강에 더 좋은 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. 비타민 D 결핍증이 만연한 가운데 자외선으로 비타민 D<sub>2</sub>가 증강된 느타리버섯의 생산

은 매우 의미 있는 일이라 하겠다(Park HM 등 2003, So JS 와 Park HM 2004). 비타민 D<sub>2</sub>는 비타민 D<sub>3</sub>에 비해 생체 이용률이 적다는 보고 (Glendenning P 등 2009)가 있기는 하지만 대부분의 비타민 D<sub>3</sub>의 급원은 동물성 식품인 반면 비타민 D<sub>2</sub>의 급원은 기능성 물질이 풍부한 버섯이라는 점은 매우 고무적인 일이라 하겠다. 특히 채식주의자들에게는 비타민 D<sub>2</sub> 버섯이 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

#### 2. 중량 감소율

자외선조사 전 느타리버섯의 수분함량은 89.04%였으며 자외선 B파가 조사된 느타리버섯의 중량 감소율은 0 (대조군), 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각 0±0.00, 2.21±0.26, 4.31±0.35%로 자외선 B파 선량이 많아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p<0.05$ , Table 3). 버섯의 중량 감소는 수분의 증발율과 호흡으로 인한 이산화탄소 손실에 기인한다고 보고된 바 있다(Jiang T 등 2010). 자외선 조사량이 증가함에 따라 중량 감소율이 증가한 것으로 보아 자외선에 의해 수분 증발이 증가되어 생긴 현상으로 보인다. 식물에 있어서 수분 증발율은 주위온도, 습도, 바람의 속도, 대기압, 빛의 강도 및 물의 공급량에 따라 달라질 수 있다. 본 결과로 보아 자외선이 버섯 표피의 기공을 넓혀 나타난 것으로 사료된다. 따라서 생 버섯의 경우는 자외선 조사로 인한 중량 감소에 대한 손실을 감안해야 할 것으로 사료된다.

Table 3. Weight loss of UV-B irradiated oyster mushrooms

Group	UV-B dose		
	Control (0 kJ/m <sup>2</sup> )	20 kJ/m <sup>2</sup>	40 kJ/m <sup>2</sup>
Weight loss(%)	0.00±0.00 <sup>c</sup>	2.21±0.26 <sup>b</sup>	4.31±0.35 <sup>a</sup>

Each value is the mean±standard deviation(n=3). Means with different letters within a row are significantly different( $p<0.05$ ).

#### 3. 총균수

자외선이 조사된 느타리버섯의 일반 호기성 세균 수는 0 (대조군), 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각 1.0×10<sup>5</sup>, 9.4×10<sup>3</sup>, 1.9×10<sup>3</sup> CFU/g dw로 자외선 조사군 간에는 유의적인 차이가 없었으나 자외선 조사 군들과 대조군 간에는 유의적인 차이가 나타났다(Fig. 1,  $p<0.05$ ). 40 kJ/m<sup>2</sup>군의 경우 총균수는 대조군

의 1.9%로 살균효과가 큰 것으로 나타났다 이는 자외선에 의한 살균 효과로 나타난 것으로 사료된다. 자외선은 식품의 미생물 사멸 효과가 있어 식품의 질에는 영향을 덜 미치는 살균법의 대안으로 폭 넓게 사용이 되고 있다(Artes F 등 2009). 미생물 살균에 가장 효과적인 파장은 265nm(자외선 C파)인 것으로 밝혀졌으며 *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* 등 다양한 미생물에 대한 살균효과가 있는 것으로 보고되었으며 식품의 표면에 조사 할 경우 미생물 사멸율이 100%까지 될 수도 있는 것으로 알려졌다.(Vermeulen N 등 2008, Abshire R과 Dunton H 1981). 자외선은 식품에 조사할 경우 식품에 어떤 잔재로도 남지 않으며 법적인 제한도 없으며 살균효과가 좋으면서도 사용하기가 편리한 장점이 있다(Bintsis T 등 2000). 이러한 결과로 보아 버섯에 자외선 B파를 조사 할 경우 비타민 D<sub>2</sub> 증가 뿐 아니라 살균 효과까지 얻을 수 있어 보다 위생적인 식품을 제공할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 자외선을 식품에 조사 할 경우 식품의 관능적 품질 저하와 자외선에 예민한 영양소의 변화를 초래할 수 있으므로(Koutchma TN 등 2009) 각 식품에 적합한 자외선 량에 대한 연구도 필요하다고 사료된다.

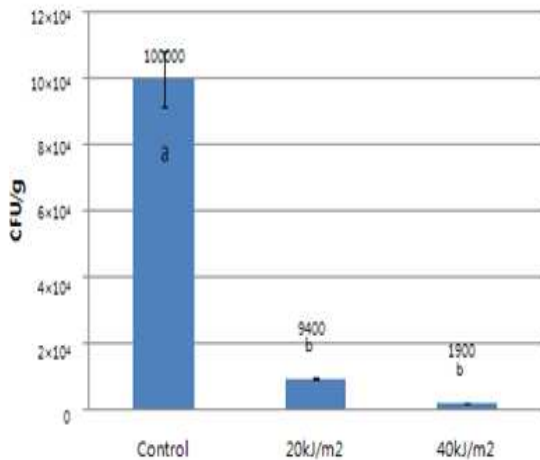


Fig. 1. Total aerobic plate counts of UV-B irradiated oyster mushrooms.

Each value is expressed as mean ± standard deviation (n=3). Different letters on the bars mean that there are statistically significant differences between groups(p<0.05). Error bars represent standard deviation.

#### 4. 색도 변화

자외선 B파가 조사된 후 동결건조 된 느타리버섯 가루의 L값은 0(대조군), 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>가 각각 63.46, 62.78, 62.95, a값은 각각 -0.29, 0.11, 0.17, b값은 각각 11.04, 9.95, 9.27 인 것으로 나타났다(Table 4). L값은 실험군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. a값은 대조군의 경우 음의 값을 보였으며 자외선 조사 군은 자외선 량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 즉 대조군은 녹색도를 나타냈는데 자외선 조사로 적색도를 나타냈다. b값도 각 실험군들 간 유의적인 차이를 보여 대조군은 황색도가 가장 높았으며 자외선 조사량이 높아질수록 황색도는 유의적으로 낮아진 것을 볼 수 있었다(p<0.05). 이와 같은 결과로 보아 자외선 B 파는 느타리버섯 가루의 a값과 b값에 영향을 주는 것으로 사료된다.

Table 4. Hunter's color values of UV-B irradiated oyster mushroom powder

Hunter's color value	UV-B Dose		
	Control (0 kJ/m <sup>2</sup> )	20 kJ/m <sup>2</sup>	40 kJ/m <sup>2</sup>
L	63.46±1.99 <sup>NS</sup>	62.78±1.78	62.95±1.34
a	-0.29±0.14 <sup>c</sup>	0.11±0.08 <sup>b</sup>	0.17±0.08 <sup>a</sup>
b	11.04±0.49 <sup>a</sup>	9.95±0.45 <sup>b</sup>	9.27±0.30 <sup>c</sup>

Each value is expressed as mean ± standard deviation (n=10). L : lightness a : +redness/-greenness b : +yellowness/-blueness NS: Not significant abcMeans with different letters within a row are significantly different(p<0.05)

#### 5. 기호도

자외선 B파가 조사된 느타리버섯이 소비자들의 기호도에 미치는 영향을 알아보기 위해 기호도 검사를 행하였다. 소비자 기호도 검사 결과는 Table 5와 같다. 패널요원들이 검사한 항목들은 전반적인 기호도, 외관, 향, 색, 맛, 조직감에 관한 것들이었으며 이 모든 항목에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과로 보아 자외선 B파는 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub>를 유의적으로 증가시키지만 소비자의 기호도에는 영향을 미치지 않는다고 판단할 수 있다. 즉 자외선 B파가

Table 5. Sensory acceptability of UV-B irradiated oyster mushroom

	Overall Acceptability	Appearance	Flavor	Color	Taste	Texture
Control	5.13 <sup>NS1)</sup>	5.88	5.23	5.55	4.93	5.90
(0 kJ/m <sup>2</sup> )	±2.10	±1.91	±1.91	±1.93	±2.13	±1.84
20 kJ/m <sup>2</sup>	5.75	5.80	5.35	5.95	4.90	5.70
	±2.23	±2.02	±2.13	±1.85	±2.31	±1.79
40 kJ/m <sup>2</sup>	5.48	5.88	5.28	5.80	5.00	5.78
	±2.08	±2.14	±2.42	±2.19	±2.12	±1.87

1) NS: Not significant

Each value is expressed as mean±standard deviation.

조사된 느타리버섯은 건강에 긍정적인 효과를 줄 수 있는 식품으로의 가치가 있다고 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량, 중량 감소율, 색도, 총균수 변화 및 기호도 변화에 대한 분석을 통해 자외선 B파가 느타리버섯의 품질에 미치는 영향을 파악하기 위해 시도되었다.

느타리버섯에 자외선 B파를 0, 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>가 되도록 생 버섯에 조사하였으며 냉동건조 후 사용하였다. 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량은 0(대조군), 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각 0.00, 85.87, 116.28 µg/g dw(dry weight)로 자외선 조사량이 많아 질수록 비타민 D<sub>2</sub> 함량이 유의적으로 높아졌다( $p < 0.05$ ). 자외선 B파가 조사된 느타리버섯의 중량 감소율은 자외선 B파 선량이 많아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 느타리버섯의 일반 호기성 세균수는 0(대조군), 20, 40 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각  $1.0 \times 10^5$ ,  $9.4 \times 10^3$ ,  $1.9 \times 10^3$  CFU/g dw로 자외선 조사군간에는 유의적인 차이가 없었으나 자외선 조사 군들과 대조군 간에는 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 느타리버섯 가루의 L값은 각 근간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 a값과 b값은 실험군 간에 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 느타리버섯의 소비자 기호도 검사 결과 모든 항목에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이러한 결과로 보아 40 kJ/m<sup>2</sup> 정도의 자외선 조사는 느타리버섯의 품질에 커다란 영향은 미치지 않으면서 기능성을 효과적으로 높일 수 있는 방법인 것으로 사료된다. 버섯 종

류에 따라 품질에 영향을 미치지 않는 적정량의 자외선 조사 선량이 있을 것으로 사료되므로 다양한 버섯에 적합한 자외선량을 파악해야 할 것이며 또한 비타민 D<sub>2</sub>의 생체 이용률에 대한 연구도 필요하다고 사료된다.

#### V. 감사의 글

본 논문은 2009년도 교육과학기술부 일반연구지원사업(과제번호 2009-0077694)에 의한 것으로 이에 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

- 농림부. 2005. 농림업 주요통계  
 최혜미 외 18인. 2000. 21세기 영양학(2차 개정판). 교문사. 서울. pp 212-218  
 한국영양학회. 2005. 한국인 영양섭취기준. 도서출판 국진기획. 서울. pp 92-94  
 Abshire R, Dunton H. 1981. Resistance of selected strains of *Pseudomonas aeruginosa* to low-intensity ultraviolet radiation. *Appl Environ Microbiol* 41(6):1419-1423  
 Ahn MR, Jeong DY, Hong SP, Song GS, Kim YS. 2003. Quality of traditional Kochujang supplemented with mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*). *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46(3):229-234  
 Artes F, Gomez P, Aguayo E, Escalona V, Artes-Hernandez F. 2009. Review: Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biol Tec*

- 51(3):287-296
- Baka M, Mercier J, Corcuff R, Castagne F, Arul J. 1999. Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. *J Food Sci* 64(6):1068-1072
- Bintsis T, Litopoulou-Tzanetaki E, Robinson R. 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry a critical review. *J Sci Food Agric* 80(6):637-645
- Bobek P, Ozdín L, Galbavý Š. 1998. Time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. *Nutrition* 14(3):282-286
- Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. 2004. Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. *Am J Clin Nutr* 80(6):1710S-1716S
- Chung BH, Seo HS, Kim HS, Woo SH, Cho YG. 2010. Antioxidant and anticancer effects of fermentation vinegars with *Phellinus linteus*, *Innotus obliquus*, and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Medicinal Crop Sci* 18(2):113-117
- Drinka PJ, Krause PF, Nest LJ, Goodman BM. 2007. Determinants of vitamin D levels in nursing home residents. *J Am Med Dir Assoc* 8(2):69-70
- Ellen HM. 2006. Vitamin D insufficiency in male osteoporosis. *Clinical Cornerstone* 8(3):S14-S19
- Glendenning P, Chew GT, Seymour HM, Gillett MJ, Goldswain PR, Inderjeeth CA, Vasikaran SD, Taranto M, Musk AA, Fraser WD. 2009. Serum 25-hydroxyvitamin D levels in vitamin D-insufficient hip fracture patients after supplementation with ergocalciferol and cholecalciferol. *Bone* 45(5):870-875
- Gloth FM, Gundberg CM, Hollis BW, Haddad HG, Tobin JD. 1995. Vitamin D deficiency in homebound elderly persons. *JAMA* 274(21):1683-1686
- Gonzalez-Aguilar GA, Villegas-Ochoa MA, Martinez-Tellez MA, Gardea AA, Ayala-Zavala JF. 2007. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. *J Food Sci* 72(3):197-202
- Grant WB. 2002. An estimate of premature cancer mortality in the U.S. due to inadequate doses of solar ultraviolet-B radiation. *Cancer* 94(6): 1867-1875
- Han SY, Park MS, Seo KI. 2002. Biological activities of oyster mushroom kimchi. *Korean J Food Preserv* 9(1):56-60
- Holick MF. 2004. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 80(6):1678S-1688S
- Jasinghe VJ, Perera CO, Conrad O. 2005. Distribution of ergosterol in different tissues of mushrooms and its effect on the conversion of ergosterol to vitamin D<sub>2</sub> by UV irradiation. *Food Chem* 92(3):541-546
- Jasinghe VJ, Perera CO. 2006. Ultraviolet irradiation: The generator of Vitamin D<sub>2</sub> in edible mushrooms. *Food Chem* 95(4):638-643
- Jiang T, Jahangir MM, Jiang Z, Lu X, Ying T. 2010. Influence of UV-C treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and texture of postharvest shiitake (*Lentinus edodes*) mushrooms during storage. *Postharvest Biol Tec* 56(3):209-215
- Kim JH, Moon SJ. 2000. Time spent outdoors and seasonal variation in serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D in Korean women. *Int J Food Sci Nutr* 51(6):439-451
- Kim YS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30(3):1373-1380
- Ko JA, Lee BH, Lee JS, Park HJ. 2008. Effect of UV-B exposure on the concentration of vitamin D<sub>2</sub> in sliced shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *J Agric Food Chem* 56(10):3671-3674
- Kouchma TN, Forney LJ, Moraru CI. 2009. Ultraviolet light in food technology, Principles and Application, CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A. pp103-123
- Lappe JM, Travers-Gustafson D, Davies KM, Recker RR, Heaney RP. 2007. Vitamin D and calcium supplementation reduces cancer risk: results of a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 85(6):1586-1591
- Lee JS. 2007. Effect of UV-B irradiation on Vitamin D<sub>2</sub> contents, color value and flavor pattern in *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 23(1):99-106
- Lee JS, Kim SJ, Ahn RM, Choi HS, Yoon SK, Hong WS, Kim MA, Hwang HS, Kwon DJ, Kim YJ. 2002. The effect of UV - B irradiation and hot - air drying on the vitamin D<sub>2</sub> content of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes* ). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18(2):173-178
- Lee JS, Yoon KH, Shin WS. 2003. Effect of UV-B irradiation on the content of vitamin D<sub>2</sub>, color and flavor pattern in *Lentinus edodes*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19(1):121-126
- Lyman D. 2005. Undiagnosed vitamin D deficiency in the hospitalized patient. *Am Fam Physician* 71(2):299-304
- Mahajan PV, Oliveira FAR, Macedo I. 2007. Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole

- mushrooms. *J Food Eng* 84(2):281-288
- Mathieu C, Gysemans C, Giulietti A, Bouillon R. 2005. Vitamin D and diabetes: Review. *Diabetologia* 48(7):1247-1257
- Mattila P, Lampi AM, Ronkainen R, Toivo J, Piironen V. 2002. Sterol and vitamin D<sub>2</sub> contents in some wild and cultivated mushrooms. *Food Chem* 76(3): 293-298
- Mattila PH, Piironen VI, Uusi-Rauva EJ, Koivistoinen PE. 1994. Vitamin D contents in edible mushrooms. *J Agric Food Chem* 42(11):2449-2453
- Mau JL, Chen PR, Yang JH. 1998. Ultraviolet irradiation increased vitamin D<sub>2</sub> content in edible mushrooms. *J Agric Food Chem* 46(12):5269-5272
- Mau JL, Lina HC, Song SF. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res Int* 35(6):519-526
- Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Leninus edodes* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 30(3):702-708
- Park HM, Kim JG, Choi WH, Lim SK, Kim GS. 2003. The vitamin D nutritional status of postmenopausal women in Korea. *Korean J Bone Metab* 10(1):47-55
- So JS, Park HM. 2004. Relationship between parathyroid hormone, vitamin D and bone turnover markers in Korean postmenopausal women. *Korean J Obstet Gynecol*. 47(1):153-160
- Takamura K, Hoshino H, Sugahara T, Amano H. 1991. Determination of vitamin D<sub>2</sub> in Shiitake mushroom by high performance liquid chromatography. *J Chromatogr A* 545(1):201-204
- High-performance liquid chromatographic determination of vitamin D in foods, feeds and pharmaceuticals by successive use of reversed-phase and straight-phase columns. *J Nutr Sci Vitaminol* 30(1):11-25
- Talpur NA, Echard BW, Fan AY, Jaffari O, Bagchi D, Preuss HG. 2002. Antihypertensive and metabolic effects of whole Maitake mushroom powder and its fractions in two rat strains. *Mol Cell Biochem* 237(1):129-136
- Vermeulen N, Keeler WJ, Nandakumar K, Leung KT. 2008. The bactericidal effect of ultraviolet and visible light on *Escherichia coli*. *Biotechnol Bioeng* 99(3):550-556
- Wang T, Bengtsson G, Krnefelt I, Bjrn IO. 2001. Provitamins and vitamins D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub> in *Cladina* spp. Over a latitudinal gradient: possible correlation with UV levels. *J Photoch Photobio B*: 62(1-2):118-122
- Zittermann A, Schleithoff SS, Tenderic G, Berthold HK, Körfer R, Stehle P. 2003. Low vitamin D status: a contributing factor in the pathogenesis of congestive heart failure? *JACC* 41(1):105-112

Takeuchi A, Okano T, Teraoka S, Murakami T. 1984.