

# 자외선 B파 조사가 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량, 색도 및 향 패턴에 미치는 영향

이진실  
상명대학교 자연과학대학 외식영양학전공

Effect of UV-B Irradiation on Vitamin D<sub>2</sub> Contents, Color Value and Flavor Pattern in *Pleurotus ostreatus*

Jinsil Lee  
Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University

## Abstract

This study investigated the effect of UV-B irradiation on the quality of *Pleurotus ostreatus*. The changes of vitamin D<sub>2</sub> contents, color value and flavor pattern in mushrooms were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC), chromameter and gas chromatography - surface acoustic wave (GC-SAW) electronic nose. By exposure to UV-B irradiation (0 kJ/m<sup>2</sup>, 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>), vitamin D<sub>2</sub> content increased from 0 (control) to 48.50 g/g (DM: dry matter, 10 kJ/m<sup>2</sup>) and 61.58 g/g (DM, 20 kJ/m<sup>2</sup>). Although there was no significant difference in L, a, b values among the three groups, flavor changes were detected by GC-SAW electronic nose. The number of peaks increased from 10 in the control group (0 kJ/m<sup>2</sup>), to 14 and 15 for the 10 kJ/m<sup>2</sup> and 20 kJ/m<sup>2</sup> groups, respectively. Nevertheless, the changes of flavor pattern were not detrimental to the mushroom quality. These results suggested that UV-B irradiation is an effective method to increase the vitamin D<sub>2</sub> content without degrading the quality.

Key words : UV-B, Vitamin D<sub>2</sub>, Color, Flavor Pattern, *Pleurotus ostreatus*

## 1. 서론

햇빛 비타민으로 알려진 비타민 D는 비타민 D의 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, Mehta RG와 Mehta RR 2002). 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).

버섯은 영양적으로 우수할 뿐 아니라 그 맛과 향이 좋아 기호 식품으로서의 그 가치가 크다. 또한 버섯에는 식물성 식품에는 거의 존재하지 않는 비타민 D의 전구체인 ergosterol이 풍부하다(김병각 등 1995). Ergosterol은 햇빛을 받으면 비타민 D<sub>2</sub>인 ergocalciferol로 전환된 후 신장에서 비타민 D의 활성형인 1, 25-dihydroxyvitamin D로 전환되어 칼슘 대사에 중요한 기능을 하며 면역조절세포, 상피세포, 악성종양세포 등 여러 세포의 증식과 분화의 조절에도 관여한다(최혜미 등 2000).

자외선은 파장 길이에 따라 3가지로 나뉘는데 이중에서도 자외선 B파(파장 290-300 nm)는 ergosterol과 cholesterol을 각각 비타민 D<sub>2</sub>와 D<sub>3</sub>로 변화시킨다(최혜미 등 2000, Matsuoka LY 등 1992). 비타민 D가 매우

Corresponding author: Jinsil Lee, Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University, 7 Hongjiddong, Chongroku, Seoul 110-743, Korea  
Tel : 82-2-2287-5353  
Fax : 82-2-2287-0071  
E-mail : jsleefn@smu.ac.kr

중요한 비타민이기는 하지만 피부를 하루에 10~15분 간만 햇빛에 노출시키기만 해도 쉽게 하루 필요량(한국인 성인 충분 섭취량: 5 ug/d)이 체내에서 생합성 되기 때문에 그 중요성이 간과되어 온 것이 사실이다. 그러나 최근 오존층의 파괴로 사람들은 자외선에 노출되는 것을 극히 꺼리기 때문에 비타민 D의 생합성이 방해받고 있다. 실제로 실내에서 주로 활동하는 사람들, 자외선 차단제를 장시간 사용하는 사람들, 양로원에 사는 노인들, 병원 환자들 등에게 비타민 D 결핍증이 쉽게 나타난다는 연구들이 있다(Drinka PJ 등 2007, Ellen HM 2006, Gloth FM 등 1995, Holick MF 2004, Kim JH과 Moon SJ 2000, Lyman D 2005). 이런 결과는 보통 사람들에게도 햇빛 노출이 적을 경우 비타민 D 결핍이 일어날 수 있다는 것을 시사한다. 특히 골다공증 고위험군에 속하는 여성들이나 노인들에게는 비타민 D 공급이 절실한 실정이다.

미국 등 서구에서는 이미 오래전부터 유제품이나 마가린 혹은 곡류나 빵 등에도 비타민 D를 첨가하여 시판하고 있다(한국영양학회 2005, Calvo MS 등 2004, Chang SO 1999). 그러나 우리나라에서는 불과 몇 년 전부터 비타민 D가 첨가된 제품들이 선보이기 시작했다.

버섯은 기호식품의 기능 외에도 단백 다당체와 베타글루칸의 존재로 인해 이미 기능성 식품으로서의 가치도 인정받고 있는 상황에서 버섯내 ergosterol이 비타민 D<sub>2</sub>로 전환된다면 버섯은 식품으로서의 그 가치가 훨씬 높아질 수 있다. 그러나 아무리 버섯의 기능성이 좋다고 해도 자외선 조사로 인해 색이나 향기 등 상품성에 문제가 생긴다면 소비자들에게 외면을 받을 수밖에 없을 것이다.

식품의 기호성에 많은 영향을 미치는 색과 향기 혹은 냄새 성분을 분석하는 데는 관능검사도 많이 이용되지만 객관적인 장비도 많이 사용되는데 색은 색도계, 향기 혹은 냄새 성분은 GC(Gas Chromatography)가 많이 사용되고 있다. 그러나 향기나 냄새 성분 분석의 경우 GC는 전처리 과정이 길고 분석 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 이러한 단점을 고려해 개발된 것이 전자코이다. 1990년대 초에 만들어진 GC-SAW 전자코는 모든 휘발성 유기화합물에 대한 정성, 정량분석까지도 빠른 시간에 이루어질 뿐 아니라 이동이 간편하고 시간과 장소의 구애를 받지 않는 장점도 있다. 이러한 잇점으로 인해 GC-SAW 전자코는 다양한 식품의 향기나 냄새 분석에

사용되고 있고 그 이용분야도 식품의 원산지 확인, 신선도, 가공 정도 등 많은 분야로 점점 확대되어가는 상황이다(노봉수와 오세연 2003, Schallera E 등 1998).

버섯류의 비타민 D에 관한 연구들은 초기에는 주로 함량(Lee J 등 1997, Mattila PH 등 1994, Mattila PH 등 2002, Scheunert A 등 1935, Takamura K 등 1991, Takeuchi A 등 1984)에 관한 것들이었으나 최근 몇 년간은 자외선 조사량에 따른 비타민 D<sub>2</sub> 생성률(Lee J 등 2002, Mau JL 등 1998, Jasinghe VJ 등 2005, Jasinghe VJ와 Perera CO 2006)에 관한 연구들과 자외선 조사 조건들, 즉 온도·습도 등에 따른 비타민 D<sub>2</sub> 생성효과에 대한 연구들이 있다(Jasinghe VJ 등 2005, Lee J 등 2002, Perera CO 등 2003).

그러나 이들 연구들은 주로 자외선 조사를 통한 버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 생성에 관한 것들로 버섯의 품질에 영향을 미칠 수 있는 연구로는 단지 Lee J 등(2003)의 표고버섯에 대한 것만 있는 실정이다. 자외선 조사로 비타민 D<sub>2</sub>를 증가시키는 것도 중요하지만 버섯의 품질에도 관심을 기울여야한다고 사료된다. 이에 본 연구에서는 우리나라에서 가장 많이 식용되고 있는 3대 버섯의 하나인 느타리버섯을 이용하여 자외선 조사량(0 kJ/m<sup>2</sup>, 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>)에 따른 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub>의 함량, 색도, 향기 패턴을 측정함으로써 자외선 조사가 느타리버섯의 품질 특성에 미치는 영향을 알아보려고 시도되었다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 시료

느타리버섯은 2005년도에 생산된 충청도 공주산으로 2005년 10월 경동시장에서 구입하였고, 잣의 크기가 지름 7±2 cm 되는 것을 실험 재료로 사용하였다. 시료는 구입 즉시 4℃ 냉장고에 보관하면서 24시간 안에 자외선 조사를 하였다.

#### 2) 시약

표준시약은 비타민 D<sub>2</sub>(Ergocalciferol-SIGMA Chemical Co. 99.9%, St. Louis, USA), methanol(Tedia, Fairfield, USA), ether(J.T. Baker, Phillipsburg, USA)는 HPLC급을 사용하였다. L-ascorbic acid, ethanol(99.9%), potassium

hydroxide, isopropylalcohol, butylated hydroxytoluene은 특급시약을 사용하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 자외선 B파 조사

#### (1) 자외선 B파 조사 방향을 달리한 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 생성률 비교 실험

표고버섯은 자외선이 조사되는 방향에 따라 비타민 D<sub>2</sub>의 생성률에 많은 차이를 보인다(Lee J 등 2002). 따라서 느타리버섯의 경우에도 비타민 D<sub>2</sub>의 생성률이 조사 방향에 따라 다를 것으로 예측이 되어 본 실험을 수행하였다. 자외선 조사장치(항온항습기를 개조하여 사용했음, 온도:20℃, 습도 45%)를 이용하여 느타리버섯의 갓과 자실체가 자외선 등을 향하게 배치한 후 각각 20 kJ/m<sup>2</sup>의 자외선 B파를 Fig. 1과 같이 조사시켰다.

조사가 끝난 버섯들은 30분간 20℃에서 방치시킨 후 동결건조기(PVTFD 10R, (주)일신랩, 대한민국)로 건조시켰다. 건조된 시료를 분쇄해 -80℃의 냉동고에서 보관하면서 비타민 D<sub>2</sub>를 2)의 방법으로 추출 및 함량을 측정하였다. 자외선 조사에 이용된 자외선 램프는 Vilber Loumat사의 제품(T-15M, 파장: 280-320 nm)이었으며, 자외선 선량은 Radiometer(Vilber Loumat CX-312, France)로 측정하였다.

#### (2) 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량 측정

자외선 B파 조사량에 따른 비타민 D<sub>2</sub> 함량의 변화

를 보기 위하여 자실체에 자외선 B파를 0 kJ/m<sup>2</sup>(대조군), 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>조사한 후 동결건조시켜 냉동 보관 후 2)의 방법으로 비타민 D<sub>2</sub>를 추출 및 분석하였다.

#### 2) 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 추출 및 분석

비타민 D<sub>2</sub>의 함량은 Mattila PH 등(1994, 1996)의 방법을 응용하여 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 냉동 보관된 시료 1 g을 취해 환류수기에 넣고 1 g의 L-ascorbic acid를 첨가한 후 99% ethanol 50 mL을 넣고 흔들어서 50% potassium hydroxide 용액 25 mL을 넣고 다시 흔들어서 주었다. 이를 환류 냉각관에 연결하여 85℃에서 30분간 검화시켰다. 검화가 완료된 시료를 약 40℃로 냉각시켜 25 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 500 mL 3차 증류수로 4~5회에 걸쳐 세척하였다. 이 용액을 500 mL의 evaporator용 수기에 담아 rotary evaporator를 이용하여 hexane층을 증발시킨 후 용기에 남아있는 비타민 D<sub>2</sub>를 비롯한 잔여 성분을 methanol : acetonitrile : isopropylalcohol(3:1:4) 용액 2 mL에 녹였다. 이것을 filter(PTFE, 13 mm, 0.45 μm Whatman)를 이용해 여과시킨 후 vial에 담아 BHT (dibutyl hydroxy toluene)를 첨가한 후 고성능액체크로마토그래피(HPLC)를 이용해 정량 분석을 하였다. HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

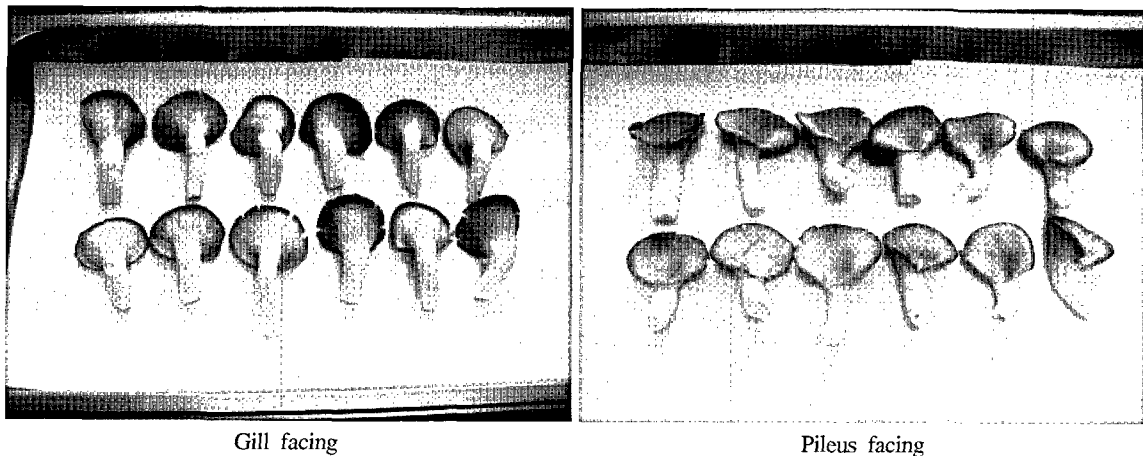


Fig. 1. Gill and pileus facing to UV-B lamp for irradiation.

3) 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 색도 측정

색도는 자외선이 조사된 시료를 동결 건조시킨 후 분쇄하여 색차계(Chromameter CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. Hunter scale에 의해 명암을 나타내는 L값, 적색도(+)와 녹색도(-)를 나타내는 a값, 황색도(+)와 청색도(-)를 나타내는 b값을 10회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타냈다. 이때 사용한 보정판의 L값은 96.90, a값은 0.24, b값은 1.97이었다.

4) 자외선 B파 조사가 느타리버섯의 향 패턴에 미치는 영향 측정

자외선 B파 조사량에 따른 향기의 변화는 GC-SAW 전자코(EST, model: M4200, Newbury, U.S.A.)를 이용해 측정하였다. 시료는 10 g씩 취하여 40 mL vial에 넣어 2시간 방치 후 분석하였다. 실험분석 조건은 Table 2와 같다.

5) 통계 분석

모든 실험 결과의 통계처리는 SPSS Ver. 12.0 package program을 이용하여 각군의 평균과 표준 편차를 산출하였고 군간의 차이 유무는 분산분석과 다중범위검정을 통해 각 군간의 유의성을 5% 수준에서 검정하였다.

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

	Waters Co. 1525
Instrument	2487 Dual Absorbance detector 717 plus Autosampler(Millipore)
Column	Symmetry 4.6 x 250 mm
Mobile phase	Methanol: Acetonitril: Water=75: 25: 2
Flow rate	1 mL/min
Injection volume	20 uL
Detector	UV 264 nm

Table 2. Conditions of electronic nose

Sensor/Column/Valve/Inlet temp:	30/35/110/130
Temp:	35°C to 120°C(3°C/sec)
Sampling time:	20 sec
Run time:	30 sec
Column:	DB-624
Room temp:	21.8°C

III. 결과 및 고찰

1. 자외선 B파 조사 부위를 달리한 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량 비교

느타리버섯에 자외선 B파(20 kJ/m<sup>2</sup>)를 갖과 자실체 방향으로 조사시킨 후 비타민 D<sub>2</sub> 함량을 비교한 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 갖과 자실체 방향으로 각각 자외선을 조사시킨 후 비타민 D<sub>2</sub>의 함량은 각각 54.62 ± 1.92 µg/g(DM), 61.58 ± 2.00 µg/g(DM)로 각 군간의 유의적인 차이가 나타났다(p<0.05). 이러한 결과로 보아 자외선을 조사시키는 부위에 따라 비타민 D<sub>2</sub>가 생성되는 양이 달라짐을 알 수 있었으며 자실체를 향해 자외선을 조사시켜주는 것이 비타민 D<sub>2</sub> 생성에 더욱 효과적이라는 것이 밝혀졌다. 표고버섯의 경우에도 자외선을 갖 부위보다는 자실체 방향에서 조사시킬 경우 비타민 D<sub>2</sub>가 더욱 효과적으로 생성된다는 것을 Lee J 등(2002)과 Jasinghe VJ 등(2005)이 발표한 바 있다. Jasinghe VJ 등(2005)은 표고버섯 부위에 따른 ergosterol의 분포를 측정한 결과 자실체 부위는 10.6 mg/g(DM)인 반면 갖의 겉 부분과 자루부분은 각각

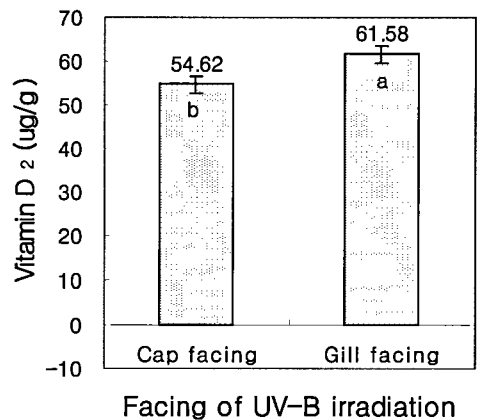


Fig. 2. Changes of vitamin D<sub>2</sub> contents subjected to the cap and gill facing of UV-B irradiation in *Pleurotus ostreatus* (Dose: 20 kJ/m<sup>2</sup>)

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

Different letters mean that there are statistically significant differences between groups at p<0.05.

5.34 mg/g(DM), 2.97 mg/g(DM)인 것으로 보고하였다. 이러한 결과로 보아 ergosterol의 함량이 많은 부위에 자외선을 조사시켜야 비타민 D<sub>2</sub>를 효율적으로 높일 수 있다는 것을 예측할 수 있다.

## 2. 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량 측정

자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 함량은 Fig. 3에 제시하였다. 자외선을 조사하지 않은 대조군, 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>의 자외선 B파 조사로 비타민 D<sub>2</sub>의 함량은 각각 0 µg/g DM, 48.50±2.71 µg/g DM, 61.58±2.00 µg/g DM으로 각 군간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 이러한 결과로 보아 자외선 조사량이 10 kJ/m<sup>2</sup>만 되어도 충분한 양의 비타민 D<sub>2</sub>가 생성됨을 알 수 있었다. 또한 비타민 D<sub>2</sub>는 자외선 조사량이 10 kJ/m<sup>2</sup>까지는 급격하게 증가하나 그 이후에는 생성률이 다소 둔화되는 경향을 보였다. 이러한 현상은 표고버섯에서도 관찰되었다(Lee J 등 2002). 느타리버섯의 경우 비타민 D<sub>2</sub> 생성률은 표고버섯에 비해서는 떨어지지만(Lee J 등 2002) 느타리버섯도 자외선 조사를 통해 효과적으로 비타민 D<sub>2</sub>를 생성시킬 수 있는 방법이 될 수 있다고 사료된다.

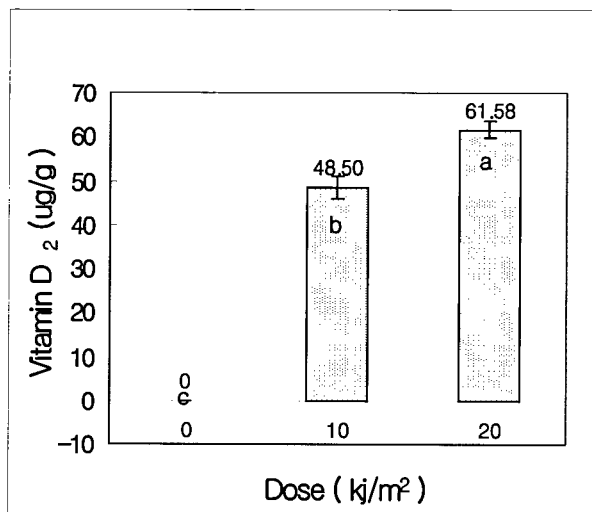


Fig. 3. Changes of vitamin D<sub>2</sub> contents by the exposure level to UV-B irradiation in *Pleurotus ostreatus*.

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

Different letters mean that there are statistically significant differences among groups at p<0.05.

버섯의 비타민 D<sub>2</sub> 생성률은 여러 가지 요인에 의해서 달라질 수 있다. Jasinghe VJ 등(2005)은 ergosterol이 비타민 D<sub>2</sub>로 전환되는데 가장 유리한 온도는 35°C, 습도는 78%이라고 보고하였다. 그러나 버섯은 온도와 습도에 매우 민감하게 반응하므로 35°C보다는 낮은 온도에서 자외선을 조사시켜주는 것이 좋을 것으로 사료된다.

비타민 D의 결핍증상이 계절별, 지역별, 나이별, 거주상황에 따라 다양하게 나타나는 것(Holick MF 2004)으로 보아 비타민 D<sub>2</sub>가 증강된 버섯의 섭취는 많은 사람들에게 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

## 3. 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 색도

자외선 B파가 조사된 느타리버섯의 색도는 Table 3과 같다. 색도 측정 결과 명도를 나타내는 L값은 대조군인 0 kJ/m<sup>2</sup>, 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각 80.86±0.43, 81.09±0.35, 81.12±0.29로 각 군간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(p<0.05). 즉 자외선에 의한 명도의 변화는 없는 것으로 해석할 수 있다. a값은 0 kJ/m<sup>2</sup>, 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각 -1.73±0.08, -1.63±0.06, -1.66±0.13로 녹색도 역시 각 군간의 유의적인 차이가 없었으며 b값인 황색도 또한 0 kJ/m<sup>2</sup>, 10 kJ/m<sup>2</sup>, 20 kJ/m<sup>2</sup>군이 각각 9.12±0.16, 9.19±0.10, 9.15±0.17로 각 군간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(p<0.05). 이러한 결과로 보아 자외선에 따른 색도의 변화는 없는 것으로 판단된다. Lee J 등(2003)의 연구에 의하면 표고버섯의 경우 대조군에 비해 자외선량이 각각 25 kJ/m<sup>2</sup>, 50 kJ/m<sup>2</sup> 조사된 군의 L값은 유의적으로 낮았으며, a값은 각 군간 유의적인 차이는 없었으나 b값은 대조군이 25 kJ/m<sup>2</sup>군과 50 kJ/m<sup>2</sup>군에 비해 유의적으로 높았다고 보고하였다(P<0.05). 그러나 25 kJ/m<sup>2</sup>군과 50 kJ/m<sup>2</sup>군간에는 L, a, b값 모두가 유의적인

Table 3. Changes of Color values by the exposure level to UV-B irradiation in *Pleurotus ostreatus*

Hunter's color value	Samples		
	0 kJ/m <sup>2</sup>	10 kJ/m <sup>2</sup>	20 kJ/m <sup>2</sup>
L	80.86±0.43 <sup>a</sup>	81.09±0.35 <sup>a</sup>	81.12±0.29 <sup>a</sup>
a	-1.73±0.08 <sup>a</sup>	-1.63±0.06 <sup>a</sup>	-1.66±0.13 <sup>a</sup>
b	9.12±0.16 <sup>a</sup>	9.19±0.10 <sup>a</sup>	9.15±0.17 <sup>a</sup>

Each value is expressed as mean ± standard deviation(n=10).

L: lightness a: +redness/-greenness b: +yellowness/-blueness

<sup>a</sup>: Means in a row by same superscripts are not significant different at p<0.05.

차이는 없었다고 보고하였다( $p < 0.05$ ). 물론 이들 두 연구들이 버섯의 종류, 조사량 및 시료처리방법들이 다르기는 하지만 자외선은 버섯의 색도에 영향을 미칠 수 있으므로 주의를 요한다. 그 요인들에는 버섯의 종류, 자외선 조사량, 온도 및 습도 등이 있을 것으로 해석된다. 그러므로 본 연구 결과로 보아 생버섯 상태로 유통이 되는 느타리버섯의 경우에는 색도만을 고려할 때

자외선 조사량을  $20 \text{ kJ/m}^2$  이하로 해주는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

#### 4. 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 향 패턴 변화

자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 향기 패턴은 Fig. 4에 제시하였다. 전자코 분석 결과 대조군인 0

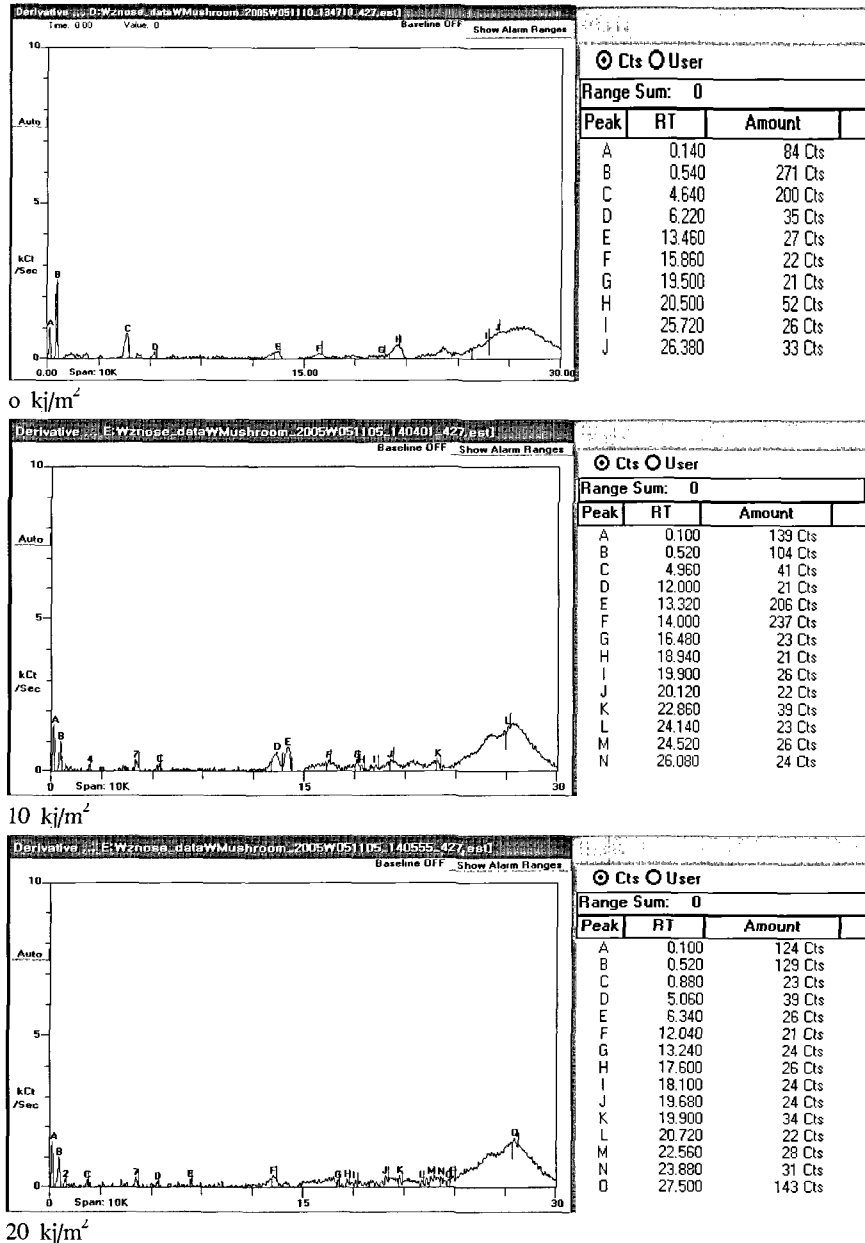


Fig. 4. Derivative patterns of chromatogram of UV-B irradiated *Pleurotus ostreatus* analyzed by GC-SAW electronic nose.

$\text{kJ/m}^2$ ,  $10 \text{ kJ/m}^2$ ,  $20 \text{ kJ/m}^2$ 군의 peak는 각각 10, 14, 15개의 peak가 나타난 것으로 보아 자외선 조사로 인해 다양한 향이 생성된 것으로 판단되었다. 대조군의 경우는 0.5초와 4.6초대에 가장 큰 향 peak가 보였으며 10군은 0.1초에는 대조군보다 큰 peak가 나타났으며 0.5초에는 대조군의 1/2정도 되는 peak가 나타났다. 이와 같이 자외선 조사로 5초 이내에 peak의 변화가 보였으며 대조군에서는 0.6초 이후에는 작은 peak들만 보였던 것들이 13.3초와 14초에 비교적 큰 peak를 보였다.  $20 \text{ kJ/m}^2$ 군의 경우  $10 \text{ kJ/m}^2$ 군에서 보였던 13.3초, 14초에서 보였던 비교적 큰 peak는 아주 작은 peak로 변했고 27.5초대에 새로운 큰 peak가 생겼다. 이는 자외선 조사로 버섯의 향 패턴에 변화가 있었음을 시사한다. 즉 자외선이 버섯의 향에 영향을 주었음이 판명된 것이다. Lee J 등(2003)의 연구결과에서도 표고버섯이 자외선 조사로 인해 향 패턴의 변화가 있었음이 보고되었다. 본 실험 결과 chromatogram peak들의 성분들이 무엇인지는 알 수 없었으나 전자코는 빠른 시간에 향의 변화를 알 수 있기 때문에 그 이용 분야는 매우 넓다고 할 수 있다. 최근엔 식품의 유통, 저장기간에 따른 향의 변화, 포도주의 변패 여부, 식품의 원산지 구별 등 그 이용 분야가 날로 늘어나고 있는 추세이다 (노봉수와 오세연 2003).

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 자외선 B파 조사가 느타리버섯의 비타민  $D_2$  함량, 색도, 향 패턴에 미치는 영향에 대해 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 비타민  $D_2$  함량 변화  
느타리버섯에  $0 \text{ kJ/m}^2$ (대조군),  $10 \text{ kJ/m}^2$ ,  $20 \text{ kJ/m}^2$ 의 자외선 B파 조사를 한 결과 비타민  $D_2$ 의 함량은 각각  $0$ ,  $48.50 \pm 2.71 \mu\text{g/g(DM)}$ ,  $61.58 \pm 2.00 \mu\text{g/g(DM)}$ 으로 각 군간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).
2. 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 색도  
자외선이 각각  $0 \text{ kJ/m}^2$ (대조군),  $10 \text{ kJ/m}^2$ ,  $20 \text{ kJ/m}^2$  조사된 느타리버섯의 색도 측정 결과 각 군의 L, a, b값은 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

3. 자외선 B파 조사량에 따른 느타리버섯의 향 패턴 변화

전자코 분석 결과 자외선이 각각  $0 \text{ kJ/m}^2$ (대조군),  $10 \text{ kJ/m}^2$ ,  $20 \text{ kJ/m}^2$  조사된 느타리 버섯군으로 부터 각각 10, 14, 15개의 peak가 나타난 것으로 보아 자외선 B파 조사로 인해 다양한 향이 생성된 것으로 판단되었다.

버섯에 자외선을 조사하여 비타민  $D_2$ 를 증강시키는 방법은 첫째, 버섯은 그 자체가 훌륭한 기능성 식품인데 비타민  $D_2$ 까지 증강된다면 그 가치가 훨씬 높아질 수 있으며, 둘째, 버섯의 비타민  $D_2$ 의 양은 자외선 조사량을 조절함으로써 자유자재로 조절할 수가 있으며, 셋째, 자외선 조사 장치는 저렴한 가격으로 제작할 수 있으며 누구나 손쉽게 조사장치를 다룰 수 있으며. 넷째, 비타민  $D_2$ 는 비타민  $D_3$ 와는 달리 부작용이 적어 안심하고 섭취할 수 있는 잇점이 있다.

이와 같이 버섯에 자외선 조사를 통해 비타민 증가시켜 섭취한다면 많은 사람들에게 나타나고 있는 비타민 D 결핍증을 치료하는데 많은 공헌을 할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2003년도 상명대학교 자연과학연구소 연구비 지원으로 이루어졌으므로 이에 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

- 김병각, 김양섭, 석순자, 심재모, 신재용, 안영남, 한정혜. 1995. 버섯 건강요법. 가림출판사. 서울. p 49
- 노봉수, 오세연. 2003. GC-SAW를 바탕으로 한 전자코 응용. 식품과학과 산업 35(3) : 50-57
- 최혜미. 2000. 21세기 영양학(제2 개정판). 교문사. 서울. pp 212-218
- 한국영양학회. 2005. 한국인 영양섭취기준. 도서출판 국진기획. 서울. pp 92-94
- 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 Suppl) : 1710S-1716S
- Review Chang SO. 1999. Current status of nutrient fortification in processed foods and food fortification policies in other countries. J Korean Diet Assoc 5(2) : 205-214
- 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) : 76-79
- Ellen HM, 2006. vitamin D Insufficiency in Male Osteoporosis. *Clinical Cornerstone* 8(3) : S14-S19
- Gloth FM, Gundberg CM, Hollis BW, Haddad HG, Tobin JD. 1995. Vitamin D deficiency in homebound elderly persons. *JAMA* 274(21) : 1683
- 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 O, 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 Chemistry* 92(3) : 541-546
- Jasinghe VJ, & Perera CO. 2006. Ultraviolet irradiation: The generator of Vitamin D<sub>2</sub> in edible mushrooms. *Food Chemistry* 95 : 638-643
- 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
- Lee J, Ahn RM, Choi HS. 1997. Determinations of Ergocalciferol and Cholecalciferol in Mushrooms. *Korean J Food Cookery Sci* 13(2) : 173-178
- Lee J, Kim SJ, Ahn RM, Choi HS, Choi HR, Yoon SK, Hong WS, Whang 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 Food Cookery Sci* 18(2) : 173-178
- Lee J, 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 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
- Mattila PH, 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
- Mattila PH, Piironen VI, Uusi-Rauva EJ, Koivistoinen PE, 1996. New analytical aspects of vitamin D in foods. *Food Chem* 57(1) : 95-99
- Matsuoka LY, Wortsman J, Dannenberg MJ, Hollis BW, Lu Z, Holick M. 1992. Clothing prevents ultraviolet-B radiation-dependent photosynthesis of vitamin D<sub>3</sub>. *J Clin Endocrinol Metab* 75(4):1099-1103
- 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
- Metha RG, Mehta RR. 2002. Vitamin D and cancer. *J Nutr Biochem* 13(5) : 252-264
- Perera CO, Jasinghe VJ, Ng FL, Mujumdar AS. 2003. The effect of moisture content on the conversion of ergosterol to vitamin D in Shiitake mushrooms. *Drying Technology* 21(6) : 1091-1099
- Schallera E, Bossetta JO, Escherb F. 1998. 'Electronic Noses' and their application to food. *LWT* 31(4) : 305-316
- Scheunert A, Reschke J, Schieblich M. 1935. About the vitamin D contents in some edible mushrooms. *Physiol Chem* 235 : 91-96
- 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* 545(20) : 201-204
- Takeuchi A, Okano T, Teraoka S, Murakami T. 1984. 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
- Wang T, Bengtsson G, Knefelt I, Bjorn LO. 2001. Provitamins and vitamins D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub> in *Cladonia* spp. Over a latitudinal gradient: possible correlation with UV levels. *J Photochem Photobiol B* 62(1-2) : 118-122

---

(2007년 1월 16일 접수, 2007년 2월 13일 채택)