

## 표고버섯의 건조조건에 따른 GMP와 Lenthionine함량의 변화

식품제조과 전입강사	최	춘	순
조교수	장	인	애
조교수	조	덕	봉

### I. 서 론

한국에서 재배되고 있는 표고버섯(*Lentinus edodes* (Berk) Sing. 일명 shiitake)은 각종 아미노산과 ergosterol을 많이 함유하고 있고 1974년 국제식용버섯회의에서 항암효과(Lentinan)<sup>1~3</sup>가 있다고 보고된 후 건강식품으로 인정되어 소비가 증가하고 있다. 표고버섯의 특징은 맛과 향기에 있으며 각각 GMP(Guanosine 5'-Mono Phosphate)와 Lenthionine이라는 물질로 밝혀지고 있다.<sup>4~6</sup>

저자들은 최근 표고버섯의 열풍건조에 관한 속도론적 연구를 하였으며,<sup>7</sup> 열풍건조한 표고버섯의 품질은 색깔, 모양등의 외관도 중요하지만, 표고버섯의 독특한 맛성분인 GMP와 향기성분인 Lenthionine 함량의 다소에 따라 평가되어야 할 것이다.

GMP분석 방법은 널리 알려져 있으나<sup>8</sup> Lenthionine은 표고버섯 특유의 향기성분으로 그 구조식은 Fig. 1과 같으며 이중결합이 없으므로 발색시약등과 반응성도 없고 그 함유량이 극히 미량일 뿐만 아니라, 유기용매인 n-hexane이나 cyclohexane에 대한 용해도도 낮아서, solvent로 추출하여 Gas Chromatography에 주사하여 detection 하는 방법으로는 분석이 불가능하다.

Y. ITO. et al<sup>5</sup>는 합황화합물에 대해서 예민하게 감지할 수 있는 FPD(Flame Photometric Detector) Gas chromatography를 써서 표고버섯의 침출과정중에 생성되는 Lenthionine을 분석한 바 있으나, 저자들은 Lenthionine이 감압하에서 승화성이 있음을 확인하고 Lenthionine을 승화시켜 모을 수 있는 특수한 장치를 사용하였다.

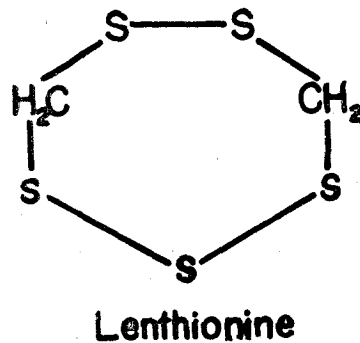


Fig. 1. Chemical structure of the lenthionine

Lenthionine은 생표고버섯보다는 표고버섯의 열풍건조 과정에서 버섯의 내부온도가 25~40°C에 달했을 때 버섯의 단백질, 당류의 일부가 변화하여 생성되며 이러한 변화는 효소의 작용에 의한 것으로 이 효소의 최적온도는 35~40°C라고 알려져 있다.<sup>4</sup> 한편 Lenthionine 생성에 관한 또 다른 mechanism은 건조표고버섯을 중성 또는 약알칼리성(pH 7~9)의 온수(50~60°C)에 침지(soaking)할 때 lenthinic acid로부터 효소의 작용을 받아 Lenthionine으로 생성된다는 연구보고도 있다.<sup>5</sup>

이에 저자들은 본 연구를 통하여 표고버섯중의 Lenthionine 함량측정법을 제시하고 표고버섯의 건조과정중 열풍의 온도와 속도가 표고버섯의 중요한 품질인자인 GMP 및 Lenthionine의 생성에 미치는 영향을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

실험에 사용된 건조표고버섯은 산련(山聯) 1호 품종으로, 품질면에서는 향신(香辛)에 해당되는 것을 저자들이 제작한 열풍건조기 내에서 10시간 이상 건조시켜 수분함량을 13%이하로 한 것이다.<sup>7</sup>

시약 Lenthionine은 K. Morita et al.<sup>6</sup>의 분리 또는 합성방법으로 제조한 것으로, 일본 Takeda Chemical Industries LTD.로부터 기증받았다.

GMP는 Guanosine 5'-Mono phosphate disodium salt (Anhydrous 81.61%)를 표준시약으로 사용하였다.

### 2. 방 법

GMP분석은 건조표고버섯을 100 mesh로 분쇄한 후 용해도가 가장 큰 용매인 물에 녹이고 70°C 정도의 water bath에서 일정 시간(1 hr) 추출한 후, 여과하고 그 여액을 Water Associates Co.의 HPLC (High Performance Liquid Chromatography)로 측정하였으며, 측정조건은 Table 1과 같으며, chart의 계산은 peak height로부터 계산하였다.

Lenthionine에 관해서는 Fig. 2와 같은 장치도를 제작하여 0.05 torrlicelli 이하까지 감압시킬 수 있는 진공장치와 연결하고, 원통형의 Temperature controlled heater로 가

Table 1. Instrument and operating conditions for liquid chromatography

Instrument	Waters Associates Model 440
Detector	254 nm UV
Column	Length 30cm I. D. 4mm
Packing	$\mu$ Bondapak C <sub>18</sub>
Solvent	0.01M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Flow rate	1ml/min
Sample size	15 $\mu$ l

열하였다. 85°C 부근에서 0.54 ~ 0.45 torr.까지 상승하는 압력변화를 보이면서 승화함을 알 수 있었다. 승화된 Lenthionine 은 냉각수에 의해서 응축되어 냉각장치 밑바닥에 부착된 cover glass위에 모이게 되고, 이 cover glass는 electro balance (VENTRON CAHN DIVISION Electrobalance model CAHN G-2, Max. Allowable weight 1, Precision  $10^{-13}g$ )로 precision 0.01mg까지 측정하여 Lenthionine 무게를 구하였다.

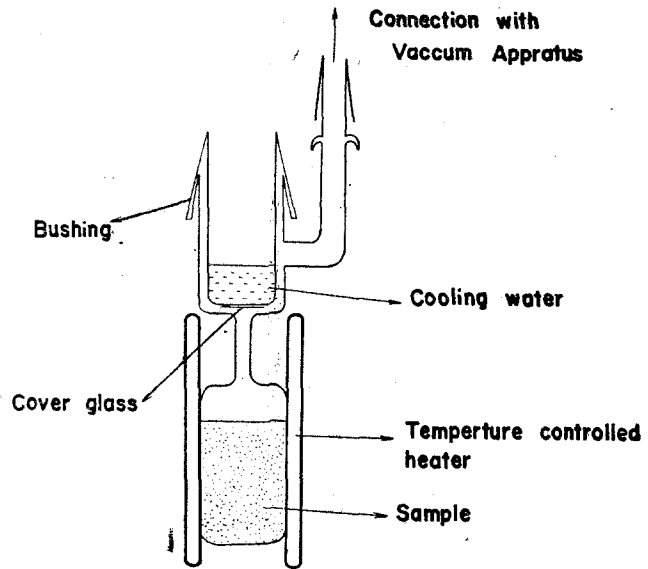


Fig. 2. Sublimation apparatus for the determination of lenthionine content.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. GMP함량에 미치는 풍속 및 건조온도의 영향

건조표고버섯 중의 GMP함량과 풍속과의 관계는 Fig. 3과 같은 결과를 나타냈다. 1.5m/sec에서 2.0m/sec로 풍속을 크게 할수록 GMP함량은 크게 증가하였으나, 그 이상의 풍속에 대해서는 그 증가도가 약간 둔화되었으며, 2.5m/sec와 3.1m/sec사이에는 거의 변화가 없었다. 이로서, 풍속은 2.0m/sec까지는 증가시키는 것이 좋으나, 그이상 증가시키는 것은 별로 효과적이지 아니라는 결론을 얻을 수 있었다. 위의 결과는 표고버섯의 열풍건조에 관한 속도론적 연구<sup>7</sup>에서 2.0m/sec가 최적 건조속도를 나타낸 것과 합치됨을 알 수 있다.

GMP함량과 건조온도와의 관계는 Fig.4와

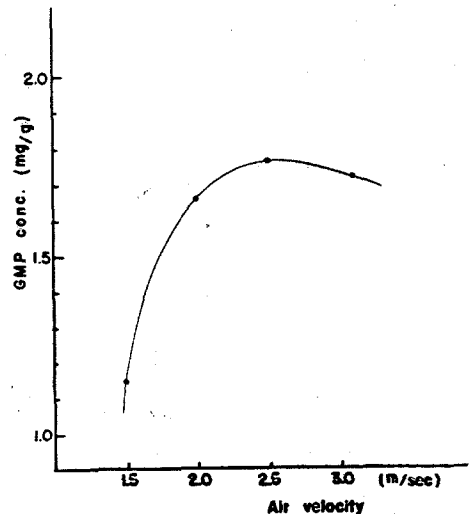


Fig. 3. Effect of air velocity on the GMP content at constant dehydration temperature 45°C.

같이 나타났다. 건조기의 상용온도인 45~55°C 범위에서는 풍속을 1.5/sec로 고정한 경우 온도 상승에 대해서 GMP함량은 증가하고 있었다. 또 건조방법을 약간 달리하여 풍속을 2.0m/sec로 하고, 50°C에서 1.2~2시간 가량 예비건조를 하여 수분함량이 75%가 되도록 한 후(건물기준 수분함량 3g H<sub>2</sub>O/g 건물), 본건조기의 건조온도를 달리 하였더니, 상용온도 범위인 45~50°C에서도 같은 결과를 나타냈다. 즉 온도를 상승시키면 GMP함량도 증가하였다. 한편 40°C에서 건조시킨 시료가 가장 많은 GMP함량을 나타내고 있는데, 이와 같은 결과는 GMP나 Lenthionine은 버섯내부의 단백질, 당류로부터 버섯의 내부온도가 35~40°C에 달했을 때 가장 많이 생성된다는 결과<sup>4</sup>와 일치한다.

건조기 내부의 건구온도가 40°C일 때 버섯내부의 온도는 37~40°C로서, 최적온도의 범위와 일치하므로, 40°C일 때는 건조속도는 느리더라도 버섯의 품질은 GMP함량이 많은 좋은 건조표고버섯을 만들어 낼 수 있다. 건구온도가 45°C이상일 때는 버섯 내부의 온도가 43°C 이상으로 초기 수분함량이 많은 2시간 정도는 건구온도와 2°C정도의 차이를 보이나, 그 이후는 곧 건구온도와 일치하게 되어 GMP생성에는 별로 좋은 조건이 아니다. 이러한 조건에서도 생성된 GMP함량이 많은 것은 GMP생성 효소에 관한 최적온도가 35~40°C라고 하나, 이보다 높은 45~55°C도 GMP생성효소를 변성(denaturation)시킬 만큼 높은 온도는 아니므로, 그 효소의 활성에 크게 영향을 주지 않기 때문이라고 추론되며, 45°C가 특히 낮은 함량을 보인 것은 온도와 풍속외에도 GMP생성에 관한, 내부의 수분이동속도나 습도등 다른 요인이 있을 것으로 기대된다. 실제로 건조기 내에서 다량을 건조할 때, 건구온도가 45~55°C일지라도 표고버섯 내부의 온도는 37~40°C가 되도록 건조시킨 실험 예가 많이 소개되고 있다.<sup>4</sup> 이와 같은 건조방법은 목재의 건조방법에서 처럼, 건조기 내에서 습도조절을 하면 가능할 것으로 생각된다.

일본산 건조표고버섯 중의 GMP함량은<sup>9</sup> 1.46mg/g이 보통이므로 본 실험에서 측정된 data는 근사한 값들을 나타내고 있으며, 최적조건인 40°C에서는 2.07mg/g으로 우수한 값을 보이고 있다.

## 2. Lenthionine함량과 건조온도와의 관계

항기성분인 Lenthionine과 건조온도에 관한 측정 결과는 Fig.5와 같으며, 온도가 낮을수

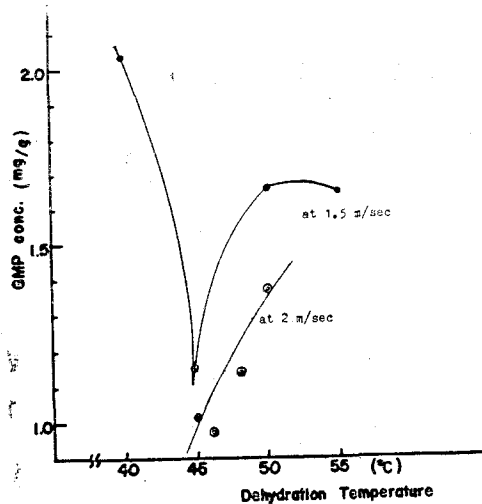


Fig. 4. GMP Content in Relation to the Dehydration Temperature.

록, 즉 40°C에 가까울수록 Lenthionine함량이 많았다. 풍속을 2m/sec로 변화시키고, 50°C에서 수분함량 75%까지 예비건조 시킨 후, 본건조시에 온도를 변화시킨 경우에도 같은 경향을 나타냈으며, 1.5m/sec일 때보다 2m/sec일 때는 온도가 낮을수록 더욱 더 증가하였다. 이러한 결과는 건조과정 중 Lenthionine생성에 관한 내부온도가 35~40°C에 달했을 때 가장 많이 생성된다는 연구보고와 일치한다.

일본산 건조표고버섯 중의 Lenthionine함량은 0.112mg/g이라고 알려져 있다. 48°C이하에서 건조시킨 경우는 모두 이보다 그 함량이 많고, 또 Lenthionine생성에 관해서 증성에서 약알칼리성(pH 7~9)인 온수에 침지하는 중에 Lenthinic acid로부터 효소에 의해 Lenthionine이 생성된다는 연구보고에 의하면, 이러한 침지과정을 거치면 더욱 많은 Lenthionine이 생성될 것이나, 본 연구에서는 침지의 영향은 고려하지 않았고, 다만 건조온도의 영향만을 고찰하기 위해서 승화법으로 측정된 값이므로, 이러한 좋은 조건으로 침지시키면 Lenthionine함량은 측정치보다 더욱 증가할 것이다.

Lenthionine의 정량분석에 관한 승화실험 장치는 Sample의 전처리과정이 필요치 않으므로 건조과정을 통하여 생성된 Lenthionine량을 정확하게 측정할 수 있었다.

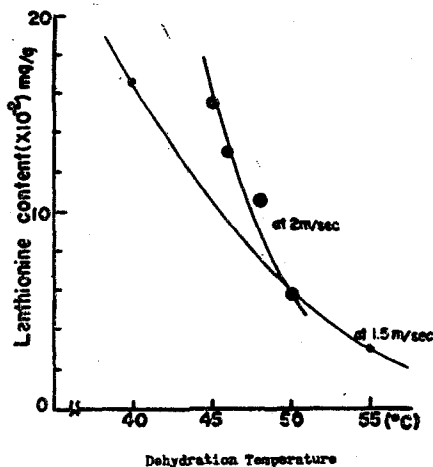


Fig. 5. Effect of dehydration temperature on the lenthionine content.

#### IV. 결 론

표고버섯의 맛성분인 GMP와 향기성분인 Lenthionine함량에 관해서 연구한 결과 건조온도, 풍속 등 건조조건에 대해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

GMP함량은 풍속을 1.5m/sec에서 2.0m/sec로 빨리할수록 크게 증가하였으나, 그 이상의 풍속의 변화에 대해서는 증가도가 둔화되어 큰 변화가 없었다. 건조온도의 변화에 대해서는 상용건조온도 범위인 45~50°C내에서는 온도상승에 대해서 GMP함량이 증가하였으며, 50°C이상에 대해서는 더 이상 증가하지 않았다. 또 40°C에서 GMP함량이 최대였다.

향기성분인 Lenthionine함량은 온도가 낮을수록 현저하게 많은 양이 생성되었고 온도에 대한 이러한 영향은 풍속을 좀더 빨리할 수록 그 영향이 더욱 크게 나타났었다.

## 謝 辭

본 연구를 위하여, 일본의 Takeda chemical Industries로부터 Lenthionine표준시약을 기증받을 수 있도록 수고해 주신 한국과학원 생물공학과 변 시명 박사님께 깊은 감사를 드리 고, Liquid chromatography를 사용할 수 있도록 배려해 주신 서울미원 주식회사 여러분께 깊은 사의를 표합니다. 또한 Lenthionine분석을 위해서 협조해 주신 한국과학원 화학과 측 매실 여러분께도 감사드립니다.

## References

1. Chihara, G., Maeda, Y., Hamuro, J., Sakaki, T. and Fukuoka, F., *Nature*, **222**, 687 (1969)
2. 千原吳郎, 發酵と工業, **34**, 142 (1976)
3. 前田幸子, 石村和子, 千原吳郎, 蛋白質核酸酵素, **21**, 425 (1976)
4. 平尾武司, シイタケ乾燥法, 農山漁村文化協會, 東京 昭和 53年
5. Ito, Y., M. Toyoda, N. Suzuki, M. Iwaida., Gas-liquid Chromatographic Determination, *J. of Food Sci.*, **43**(4), 1287 (1978)
6. Morita, K., S. Kobayahi., Isolation, structure and synthesis of Lenthinine and its Analog. *Chem. Pharm. Bull.*, **15**(7), 988~993 (1967)
7. Cho, D.B., D.P. Kim, C.S. Choi., Kinetics of Drying Shiitake Mushroom, *Lentinus edodes* Sanryun No.1. *J. Korean Soc. Food & Nutr.* **10**(1), (1981)
8. Lee, E.H. Han, K.G. Kim, S.T. Yang and Y.H. Park. *Korean J. Foo Sci. Technol.* **4**(2), 116~122 (1972)
9. 元崎信一, 化學調味料, 光琳書院, 東京, 昭和 44年

## The Content of GMP and Lenthionine in relation to Drying Condition for the Shiitake Mushroom

Choon-Soon Choi, In-Yae Chang and Duk-Bong Cho  
Department of Food Technology  
Gwang-Ju Health Junior College

### >Abstract<

For the dried shiitake mushroom (*Lentinus edodes*), its two characteristic components GMP (guanosine mono phosphate) and Lenthionine contents were analysed through the HPLC and sublimation apparatus, and their results are studied with the effect of dehydration temperature and air velocity.

In the commonly used temperature range 45~50°C, GMP contents were increased with the temperature increase, and above the range 50°C, showed flattened curve, but the lower temperature 40°C revealed high content.

GMP contents were showed sharp increase for the range 1.5m/sec to 2.0m/sec, but above the range showed the small difference.

Lenthionine contents were decreased in relation to the temperature increase, and their decreasing trends showed more sharply with the air velocity increase 1.5m/sec to 2.0m/sec.

From those results, the better qualified shiitake mushroom represented as GMP and Lenthionine content were obtained near the dehydration temperature 40°C. Whence, in case of commonly used dehydration temperature 45~50°C, other controlled operations should be required, which could obtain the mushroom inner temperature 40°C, such as humidity control. Optimum air velocity could be selected as 2m/sec, which have made possible high content GMP and coincide with reasonable dehydration rate.