

# 새송이버섯 재배사의 환경인자 계측(Ⅲ)

## -영구재배사를 중심으로-

Analysis of Environmental Factors in *Pleurotus eryngii* Cultivation House(Ⅲ)

-Based on Panel Type Structure-

서원명·윤용철\*(경상대학교)

Suh, Won-myung·Yoon, Yong-cheol\*

**Abstract.** *Pleurotus eryngii*(King oyster) is one of the most promising mushrooms being produced on the domestic farms. The quality as well as quantity of *Eryngii* is sensitively affected by micro climate factors. To safely produce high-quality *Eryngii* all the year round, it is required that the environmental factors be carefully controlled by well designed structures equipped with various facilities and control systems. This study was carried out at the commercial mushroom cultivation houses to find out reasonable range of each environmental factor and yield together with economic and safe structures influencing on the optimal productivity of *Eryngii*. This experiment was conducted from Nov. 10, 2004 to Aug. 27, 2005 in *Eryngii*. cultivation houses. The environmental factors measured for this study were inside/outside temperature, relative humidity and CO<sub>2</sub> concentration in *Pleurotus eryngii* medium. In addition, the yield and quality of mushroom were made investigation. But the optimal productivity will be evaluated by considering the quality and quantity of mushroom production, energy requirements, facility construction and management cost, etc.

### I. 서론

우리나라 버섯재배 농가수, 재배면적 및 생산량은 2004년 말 각각 11,267농가, 1,327ha, 156,599톤으로 그 생산액은 6,909억이다. 이 금액은 농업생산액의 약 2.1%으로써 화훼류나 특용작물과 비슷한 수준이다. 또한 버섯산업은 식문화의 고급화와 건강식품으로 알려지면서 생산량이 1991년부터 연평균 8%씩 증가하여 왔다. 특히 버섯류 중에서도 1990년대 말 인공재배에 성공한 새송이버섯의 재배면적이 급속도로 증가하여 생산량이 2004년 말 현재 2003년 대비 78% 정도 증가하였다. 그러나 버섯은 재배시 농약이 거의 필요하지 않는 고급농산물이면서 건강식품으로 이용되고 있고, 또한 기술, 노동 및 자본 집약적인 산업이기 때문에 온실재배 작물과 같이 고도의 재배기술을 요하는 작물로서 재배사의 환경관리와 경영계획의 유무가 경영성공에 큰 영향을 주고, 관리기술 및 경영기법이 대단히 중요하다. 그리고 버섯소비량은 국민소득과 국민경제에 민감하게 작용하기 때문에 지속적인 경제발전은 버섯소비를 촉진할 것으로 예상되면 향후 발전가능성이 대단히 높은 작물 중에 하나이다.

따라서 본 연구실에서는 새송이버섯 재배사의 환경조절을 최적화하고 시스템 설계에 대한 기초 자료를 얻기 위하여 진주인근에 위치한 샌드위치패널을 이용한 영구재배사를 2동을 중심으로 '03년 11월 20일부터 현재까지 재배사 내부에서 측정된 환경인자들을 2005년 자료를 중심으로 검토하고자 한다. 따라서 본 연구실에서는 새송이버섯 재배사의 환경조절을 최적화하고 시스템 설계에 대한 기초자료를 얻기 위하여 진주인근에 위치한 샌드위치패널을 이용한 영구재배사를 2동을

대상으로 '04년 11월 10일부터 '05년 8월 27일까지 재배사 내부에서 측정된 환경인자들을 중심으로 검토하고자 한다.

이 재배사도 바닥은 콘크리트로 처리되어 있고, 작업의 효율성을 높이기 위하여 40×40cm 플라스틱 상자에 배지용량 1,300cc의 배지 병 16개를 담아 재배하고 있었다. 재배사의 한 동에 최대 수용할 수 있는 배지병은 약 12,000~15,000개이지만, 실제로 재배할 때는 노동력이나 관리 등을 고려하여 10,000병을 입상하고 있었다. 또 재배사와는 별도로 선별 및 포장을 위한 작업실과 저장고를 위한 저온저장고도 갖춰져 있었다.

환경조절의 경우, 재배사의 온도는 재배사의 상단부에 설치되어 있는 전기히터와 에어컨으로 조절하고 있었고, 환기는 재배사의 한쪽 처마에 위치한 플라스틱 필름 덕트로 외기를 불어넣고, 재배사의 측벽 중앙과 한쪽 끝단에 설치된 배출용 팬을 통해 실내공기를 배출시키는 방법으로 행하고 있었다. 상대습도는 주로 천정부 또는 바닥에 설치한 초음파가습기를 이용하여 조절하였다. 조도는 배지병을 뒤집기 한 후, 수확할 때까지 백열등을 이용하여 조절하였다. 생산주기는 계절, 설정 온·습도 등에 따라 다소 차이는 있지만, 입상 후 20일 정도이다. 그러나 수확 후, 폐상, 재배사의 내부청소, 소독 및 배지병의 공급 등을 고려하여 실제 생산주기는 약 30일 정도이다.

## II. 재료 및 방법

실험 재배사는 교내에서 10km 정도 떨어져 있으며, 샌드위치패널의 두께는 100mm이고, 발포폴리스티렌(일명 스티로폼)이 내장되어 있다. 재배사의 규모 2연동(총 4개동)으로 되어 있고, 2연동 전체의 폭, 길이, 동고 및 측고는 각각 14m, 36m, 4.5m 및 3m이다. 재배사 길이방향 중앙부에는 배지병을 입·폐상할 때 작업공간으로 이용하고, 또한 환경조절의 완충지역으로 이용하기 위하여 폭이 약 4m인 복도가 있다. 재배사는 이 복도를 중심으로 좌·우측 2개동씩으로 구성 되어 있다. 각 동별 재배사의 폭 및 길이는 각각 7m 및 18m이다. 바닥면적은 약 126m<sup>2</sup>(38평)/동 정도이다. 재배상의 크기는 폭 1.5m, 높이 0.6m이며, 폭 2.0m의 중앙 통로를 중심으로 좌·우측에 3단의 재배상이 설치되어 있으며 재배상의 길이 16m이다.

환경조절 설비는 각동 공히 냉방기(3kW) 3대, 원심식 가습기(8구) 2대, 흡기팬(0.4kW) 1개, 배기팬(0.13kW) 3개, 백열등(60W) 8개가 설치되어 있었으며, 난방은 중앙복도에 용량 1톤의 수조를 설치하여 전기히터(5kW) 4개로 온수를 만들어 액셀파이프로 재배사 내부로 순환시켜 실시하였다. 또한 중앙 복도에도 냉방기(3kW) 2대와 전기히터(4.2kW) 2개를 설치하여 보조 난방으로 이용하였다. 이상과 같은 설비를 갖춘 재배사의 내·외부 온도 및 상대습도, 탄산가스농도 및 조도를 측정하였고, 적산전력계의 소비전력량도 조사하였다.

외부온도는 재배사 인근에 설치한 백엽상에서 건·습구를 측정하였고 내부 온도는 각 동당 습구 1측점을 포함하여 재배상 직상·하부에서 높이별로 5측점의 온도를 측정하였다. 재배사 내·외부의 온도는 온도센서(T type)를 설치하여 1분 간격으로 측정하였으며, 측정값은 Data Logger(NEC, DE 10-109)와 Computer를 이용하여 실시간 저장하였다. CO<sub>2</sub>농도는 휴대용 센서 Testo(353)와 부착형 센서 VAISALA(SMW20)를 이용하여 측정하고, 조도는 HIOKI-3421를 이용하여 측정하였다. 환기팬과 냉난방기의 ON/OFF 시점도 측정하였다. Fig. 1은 실험재배사의 단면도를 나타낸 것이다.

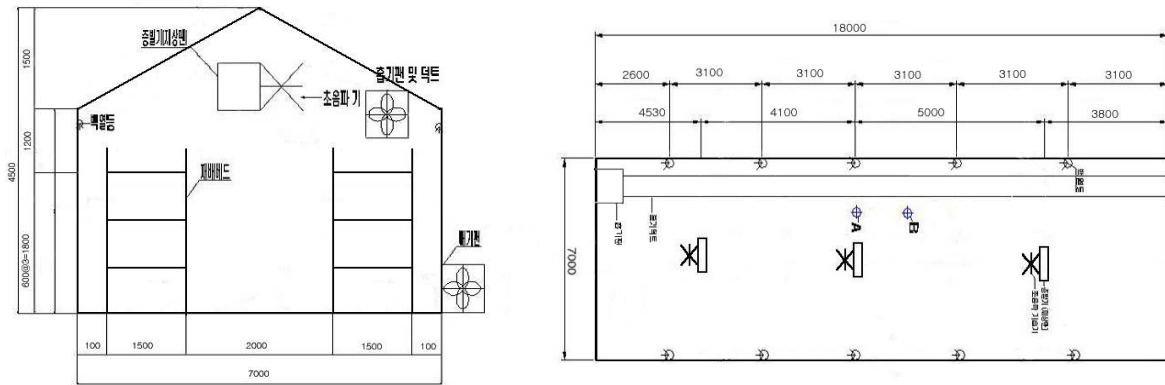


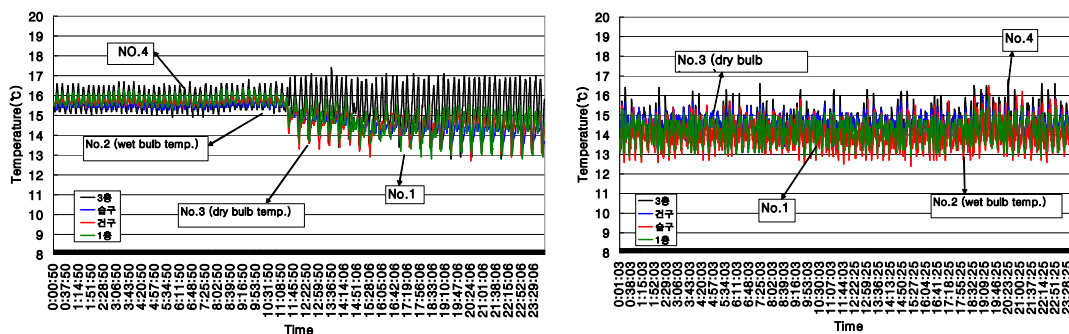
Fig. 1. Plan of *Pleurotus eryngii* cultivation house. (unit : mm)

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 외기온 및 재배사 내부의 온도

실험기간동안 이 지역의 최대, 최저 및 평균 외기온은 각각  $-0.3\sim 36.5^{\circ}\text{C}$ ,  $-13.8\sim 23.5^{\circ}\text{C}$  및  $-5.5\sim 27.9^{\circ}\text{C}$  정도의 범위로서 동일 기간동안 실험 재배사에서 약 14km 정도에 떨어져 있는 진주시상대에서 측정된 최대, 최저 및 평균 외기온이 각각  $-2.0\sim 36.7^{\circ}\text{C}$ ,  $-10.7\sim 24.9^{\circ}\text{C}$  및  $-5.0\sim 29.1^{\circ}\text{C}$ 인 것과 비교하면, 최소기온 외에는 대체적으로 비슷한 경향이 있었다.

Fig. 2의 (a), (b)는 전체 재배기간(12회 재배) 중 3회('04. 12. 26~'05. 1. 15)와 11회('05. 7. 1~7. 13)회째 재배기간에 대해 각각 입상 4일, 11일째의 24시간 온도변화를 나타낸 것이고, 설정온도는 각각  $15.5\sim 15.0^{\circ}\text{C}$  및  $14.0^{\circ}\text{C}$ 이었다. (a)를 보면, 전체적으로 설정온도 범위에서 조절되고 있지만, 설정온도  $15.0^{\circ}\text{C}$ 인 시간대에 상층(No.4)과 하층(No.1)간의 온도층이 설정온도  $15.5^{\circ}\text{C}$  때 보다 큰 것은 좀더 검토하여야 할 것으로 판단된다. 그러나 지난해 전기히터로 난방할 때 보다 온도층은 현저히 개선된 것으로 나타났다. Fig. 2의 (b)는 냉방에 의해 온도가 조절되는 경우로서 설정온도보다 약간 높게 유지되는 경향은 있지만, 동절기와 같이 층간 온도편차도 나타나지 않았기 때문에 에어컨 용량에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다. 이는 전년도의 결과와 유사하다.



(a) 3<sup>rd</sup> cycle

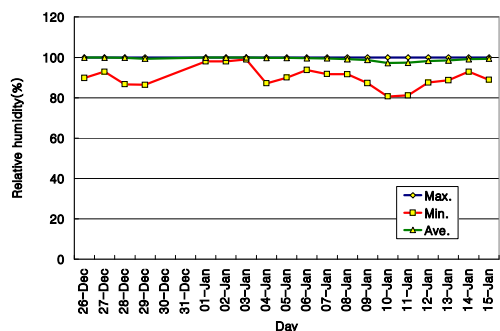
(b) 11<sup>th</sup> cycle

Fig. 2. Variations of inside air temperature.

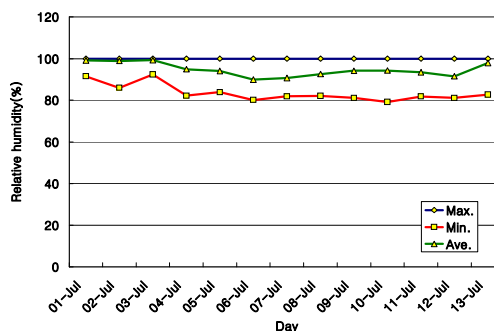
#### 2. 상대습도 및 탄산가스 농도

Fig. 3 (a), (b) 는 Fig. 2에 예시한 재배기간 동안 상대습도를 나타낸 것이다. 는 약 80~100% 정도의 범위로서 초은과 가슴기를 사용하던 전년도의 44~100% 범위의 진폭 보다는 상당히 안정된 것으로 판단된다. 또 3회 재배 제의 상대습도가 11회 재배 제 보다는 전체적으로 높게 나타나는 경향이 있음을 알 수 있다. 그러나 전체적으로 볼 때, 현재까지 알려져 있는 상대습도를 고려하면, 전체적으로 적정수준으로 유지되는 경향이 있음을 알 수 있다.

Fig. 4 (a), (b) 는 Fig. 2에 예시한 재배기간 동안 탄산가스 농도변화를 나타낸 것이다. 탄산가스 농도의 경우, 600~2,000ppm 정도의 범위에서 유지됨을 알 수 있고, 두 재배 기간 동안 탄산가스 농도의 변화 경향이 서로 다르고, 지난해의 결과와도 상당한 차이가 있음을 보여 준다. 이것은 탄산가스 농도의 경우, 버섯의 성장상태에 따라 재배 농가에서 인위적으로 환기를 조절하기 때문이 것으로 판단된다.

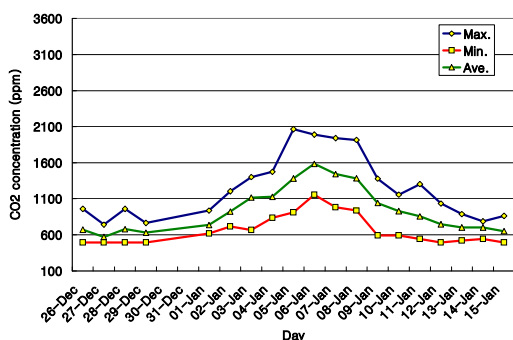


(a) 3<sup>rd</sup> cycle

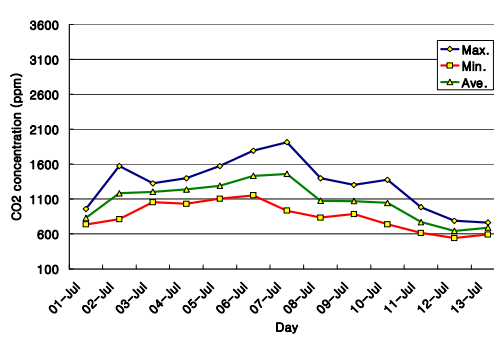


(b) 11<sup>th</sup> cycle

Fig. 3. Variations of relative humidity inside cultivation house.



(a) 3<sup>rd</sup> cycle



(b) 11<sup>th</sup> cycle

Fig. 4. Variations of CO<sub>2</sub> concentration inside cultivation house.

### 3. 재배주기별 수확비용

Fig. 4의 (a), (b)는 두 동(A, B동이라 한다)을 대상으로 전체 12회 재배기간 동안 버섯의 수확비용을 특상, 상, 중 및 등외품으로 구분하여 나타낸 것이다. 전체 재배 기간동안의 총 수확량 중에서 평균수확량 정도에 해당하는 재배기간 즉, A동은 9회째, B동은 5회째 수확량을 기준으로 나타낸 것이다. A 및 B동에 입상한 배지병은 각각은 10,000병으로 재배 횟수에 관계없이 동일하다. 단, 수확량은 농가에서 제공한 자료이기 때문에 실제 수확량과 다소 차이가 있을 수 있다.

수확량은 재배기간이나 재배동에 관계없이 일정하지 않음을 알 수 있고, 또 총 생산량이 지난해

와 비교하여 많이 증가하였다. 이것은 배재병을 850~1,000cc를 사용하였던 지난해와는 달리 금년에는 주로 1,300cc 배지병을 사용한 것과 또 배지병 하나에 버섯 하나를 재배하지 않고 여러 개를 재배하여 포기로 수확하였기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 대부분 등외품으로 분류된 것도 포기재배한 것은 모두 등외품으로 처리하였기 때문인 것으로 판단된다.

또한 전체 수확량을 평균적으로 살펴보면, 지난해는 동별로 각각 병당 약 117~168g 및 72~175g정도로 나타났지만, 금년에는 동별로 각각 약 218g, 209g 으로 나타나 지난해 보다 생산량이 많음을 알 수 있다. 물론 포기재배와 하나 만을 재배할 때의 경제성은 비교하여봐야 알 수 있겠지만, 생산량 측면에서는 유리한 것을 알 수 있다.

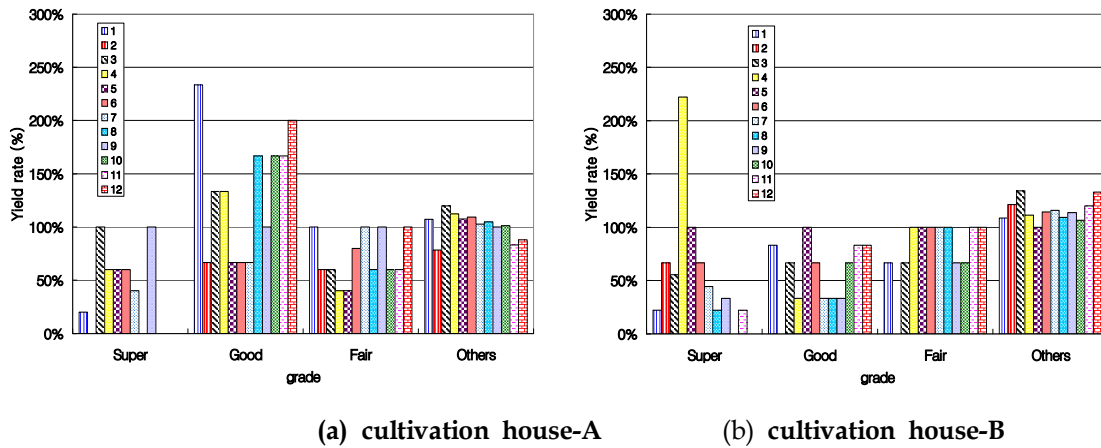


Fig. 4. Periodical yields of *Pleurotus eryngii* from 10,000 bottles.

#### IV. 결 론

새송이 버섯재배사의 환경조절을 최적화하고 시스템 설계에 대한 기초자료를 얻기 위하여 샌드위치패널을 이용한 영구재배사 2동을 중심으로 '04년 11월 10일부터 '05년 8월 27일까지 수행한 연구결과를 토대로 검토한 결과는 다음과 같다.

내부온도 분포를 보면, 온수보일러와 팬의 사용으로 인하여 난방의 경우, 전년도에 비해 전체적으로 온도편차는 양호한 것으로 나타났다. 하절기의 경우는 지난해와 같이 설정온도보다 약간 높게 유지되는 경향은 있지만, 온도편차 문제는 발생되지 않았다.

재배기간 동안 상대습도 또한 지난해와 대배해 볼 때, 상대적으로 안정적인 경향을 보이고 있었다.

탄산가스 농도의 경우, 600~2,000ppm 정도의 범위에서 유지됨을 알 수 있고, 두 재배 기간 동안 탄산가스 농도의 변화 경향이 서로 다르고, 지난해의 결과와도 상당한 차이가 있음을 보여 준다. 이것은 탄산가스 농도의 경우, 버섯의 성장상태에 따라 재배 농가에서 인위적으로 환기를 조절하기 때문인 것으로 판단된다.

수확량은 재배기간이나 재배동에 관계없이 일정하지 않음을 알 수 있고, 또 총 생산량이 지난해 와 비교하여 많이 증가하였다. 이것은 배재병을 850~1,000cc를 사용하였던 지난해와는 달리 금년에는 주로 1,300cc 배지병을 사용한 것과 또 배지병 하나에 버섯 하나를 재배하지 않고 여러 개를 재배하여 포기로 수확하였기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 대부분 등외품으로 분류된 것도 포기재배한 것은 모두 등외품으로 처리하였기 때문인 것으로 판단된다.

또한 전체 수확량을 평균적으로 살펴보면, 지난해는 동별로 각각 병당 약 117~168g 및 72~175g 정도로 나타났지만, 금년에는 동별로 각각 약 218g, 209g 으로 나타나 지난해 보다 생산량이 많음을 알 수 있다. 물론 포기재배와 하나 만을 재배할 때의 경제성은 비교하여 봐야 알 수 있겠지만, 생산량 측면에서는 유리한 것을 알 수 있다.

부가적으로 전년도 2개 지역 재배사의 경우도 마찬가지였지만, 이 지역도 전기전압의 불안정은 물론 환경조절설비업체들의 영세성 때문에 전기 누전에 대한 대비책이 전혀 되어 있지 않은 상태였다. 따라서 계측장치들을 사용할 때, 누전에 대한 충분한 대비책이 없으면 측정이 불가능하였다. 본 연구에서는 누전에 대한 대책을 여러 가지 방법으로 강구하였음에도 불구하고 전기적 불안정은 상시 따르는 문제로 남아있다. 이러한 누전은 사람이 평소 감지할 수 있는 정도는 아니지만, 버섯을 재배할 때는 내부가 항상 다습하기 때문에 전구의 교환, 장치의 수리 등을 전문가에 의뢰하지 않고 농가가 직접 다루는 것은 대단히 위험할 것으로 판단된다.

**Acknowledgments** : 본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 현장애로연구지원으로 수행되었음.

#### 참고문헌

1. Ministry of Agriculture and Forestry. 2003. The production rate of cash crops.
2. Suh, W.M., Y.C. Yoon and Y.W. Kim. 2002. Status of oyster mushroom houses in Jinju province. J. Bio-Env. Con. 11(1). 7-12(in Korean).
3. Suh, W.M., Y.C. Yoon, S.W. Park and J.K. Kwo. 2003. Instrumentation and control of environment factors in *eryngii* growing house. Proceedings of Korean Society for Bio-Environment. Con, 2003 Spring Conference. 12(1).