

새송이버섯 재배사의 환경요인 분석¹⁾

윤용철* · 서원명 · 이현우¹

경상대학교 농업생명과학대학 농업시스템공학부(농업생명과학연구원)

¹경북대학교 농업생명과학대학 농업토목공학과

Analysis of Environment Factors in *Pleurotus eryngii* Cultivation House

Yong Cheol Yoon, Won Myung Suh, and Hyun Woo Lee¹

Faculty of Agri. Systems Eng., Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
(Institute of Agriculture & Life Sciences)

¹Dept. of Agri. Eng., Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

Abstract. *Pleurotus eryngii*(King oyster) is one of the most promising mushrooms produced on the domestic farms. The quality as well as quantity of *Eryngii* is sensitively affected by micro climate factors such as temperature, relative humidity, CO₂ concentration, and light intensity. 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. At the commercial mushroom cultivation houses(A, B), this study was carried out 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 for about two-month from Nov. 11, 2002 to Dec. 30, 2002 in *Eryngii* cultivation house-A, B. Ambient temperature during the experiment period was not predominantly different from that of a normal year. The capacity of the hot water boiler and the piping systems were not enough. Maximum air temperature difference between the upper and lower growth stage during a heating time zone was about 2~3°C. The max. and min. relative humidity were ranged approximately 60~100%, and average relative humidity was ranged approximately 80~100%. And CO₂ concentration increased until maximum 1,600~1,800 ppm with the passing growing period. The illuminance in cultivation house was widely distributed from 20lx to 160 lx in accordance with position, and it was maintained lower than the recommended illuminance range 100~200 lx. The average yield per bottle was about 67~85 g. But the optimal productivity will be evaluated by considering the quality and quantity of mushroom production, energy requirements, facility construction and management cost, etc.

Key words : mushroom, temperature, cultivation house, humidity, CO₂ concentration, illuminance

*Corresponding author

¹⁾본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 현장애로연구(102016-03-1-SB010)지원으로 수행되었음.

서 언

우리 나라에 재배되고 있는 버섯은 양송이, 느타리, 표고, 팽이 및 영지 등 19종 정도이다. 2001년 말을 기준으로 버섯 재배농가는 약 20,000호 정도이고, 버섯의 총 재배면적, 생산량 및 생산액은 각각 1,102 ha, 167,422t 및 7,000억원 정도이다. 이것은 전체 농산물 생산액의 3% 정도로서 2.3%의 화훼나 1.6%인 특용

작물보다 많은 것이다. 전체 생산량 측면에서 보면, 느타리버섯이 약 42%, 팽이 및 표고버섯이 23% 정도를 차지한다(Yoo, 2003). 최근 버섯의 재배면적이나 생산량은 1990년의 532 ha 및 55,274t에 비해 각각 100% 이상으로 크게 증가하였으며, 버섯은 다른 농작물에 비해 단위면적당 소득이 높고, 식용 또는 약용으로 다양하게 사용되고 있다.

그리고 1992부터 1999년까지 정부에서는 농가의 소

특중대의 버섯의 국가경쟁력을 높이기 위하여 전국 4,309개소를 대상으로 버섯 종균센터·배치시설, 저온 저장고 등을 포함한 총 128 ha 정도의 첨단 버섯재배 시설을 정부와 지방자치단체의 보조, 융자, 농가 자부담 형태로 보급하였다.

최근 원산지가 남유럽인대이고 아프리카북부, 중앙아시아, 러시아남부 및 북미 동지의 초원지대 및 아열대성 기후에 자생하고 있는 느타리과의 큰느타리(상품명 새송이)버섯의 인공재배법이 개발되었다(Kang 등, 2001; Kim 등, 1997). 이 버섯의 학명은 *Pleurotus eryngii* (De Candolle ex Fries)이고, 일반명은 King Oyster Mushroom 또는 Boletus of the Steppes 이다(Kim 등, 1997).

이 버섯의 인공재배법은 1958년에 최초로 시도되었으며, 국내에서도 1997년 5월경 돌밤을 이용한 병재배에 성공하여 일반 농가에 보급되기 시작하였다. 이 품종이 보급됨으로써 느타리버섯을 재배하던 많은 재배자들이 새송이버섯 재배로 방향전환을 시도하고 있는 실정이다. 현재 새송이버섯 재배사는 기존의 느타리버섯 배재사를 개조한 간이형과 샌드위치패널을 이용한 영구형이 대부분이지만, 2001년에 11,000~12,000원/kgf 이었던 가격이 공급량의 증가로 현재는 8,000~9,000원/kgf까지 하락하였다. 또한 최근 국내에서 재배되는 버섯 중 생산량 측면에서 느타리버섯 다음으로 우위를 점하고 있는 팽이버섯 재배의 한계가 현실화되면서 새송이버섯 재배로의 작목 전환을 고려 중인 곳이 많기 때문에 생산량의 증가에 따른 가격불안 사태가 우려되며, 중장기적으로는 시설형 버섯재배사의 관리 및 운용과 관련된 경영합리화가 요구될 것으로 판단된다. 그러므로 이러한 문제들을 미연에 방지하고 농

가의 고소득 작목으로 육성하기 위하여 고품질 및 다수확 생산을 위한 현대화 및 생략화된 영구재배사와 재배기술을 개발·보급하여 저장성이 우수한 새송이버섯을 송이나 표고와 같이 국내의 주요 수출 버섯의 하나로 육성하여야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 사부 경남지역의 새송이버섯 재배사 구조의 형상, 환경조건 장치 및 방법 등을 조사하여 그 결과를 발표한 적이 있다(Suh 등, 2002a, 2002b; Suh 등, 2003). 본 보고에서는 새송이버섯 재배사의 환경조건장식 및 시스템 설계에 대한 기초자료를 얻기 위하여 환경인자 계속결과를 분석하였다.

재료 및 방법

실험 재배사는 진주인근에서 기존의 느타리버섯 재배사를 새송이버섯 재배사로 전환한 간이형 재배사를 운영하고 있는 농가로 하였다. Photo 1은 2002년 11월 20일부터 동년 12월 30일까지 실험을 실시한 재배사의 내·외부를 나타낸 것이다. 일반적으로 재배사의 과복 층은 재배사마다 약간 차이가 있지만, 실험 재배사는 외부로부터 차광막, 성피, 플라스틱 필름, 스티로폼, 플라스틱 필름으로 되어 있다.

재배사의 규모는 폭 6m, 길이 20m, 둥고 4m, 축고 2.5m이며, 전체 4등으로 되어 있다. 재배상은 폭 1.3m, 길이 18m, 높이 0.6m이며, 폭 2.4m인 중앙 통로를 중심으로 좌·우측에 각각 4단으로 되어 있다. 작업의 효율성을 고려하여 크기 40×40×10cm 플라스틱 박스에 850cc의 균상(배양용) 16개를 담아 재배하고 있었으며, 한 재배주기에 약 15,000병/등을 재배할 수 있지만, 노동력 등을 고려하여 일반적으로



Photo 1. *Pleurotus eryngii* cultivation houses.

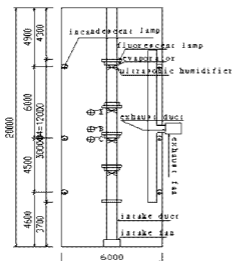
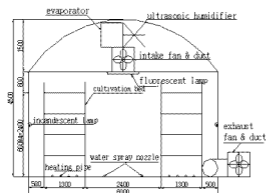


Fig. 1. Plan of *Pleurotus eryngii* cultivation house (unit : mm).

12,000~13,000봉/동을 재배한다. Fig. 1은 재배사의 정면도와 평면도이다.

환경조절장치로는 각 동 모두 냉방기(4.5 kW) 3대, 초음파 가습기(6구) 3대, 흡기팬 및 배기팬(0.4 kW) 각각 1대, 형광등(40W) 5개, 백열등(18W) 6개 및 온수보일러(71,400 kJ·h) 1대를 사용하고 있다. 재배사 내부의 동로 바닥에는 자유헌 가습을 위하여 바닥에서 약 5 cm 높이에 1 m 간격으로 38개의 분무노즐이 길이 방향으로 설치되어 있었다. 난방은 재배상 아래 바닥에 설치된 직경 22 mm의 액셀캐피터(8셀/동)로 약 65°C 정도의 온수를 순환시켜 실시하였다.

재배사의 내부 온도는 보일러와 냉방기로 조절하며, 온도센서(Pt 100Ω)를 이용하여 ON/OFF식 중앙제어

방식을 채택하고 있었다. 탄산가스 농도는 재배사 동로 상단에 위치한 덕트로 외기를 불어넣는 흡기팬과 한 쪽 측벽에 연하여 설치된 배출용 덕트를 통해 실내공기를 빨아내는 배기팬을 이용하여 조절하였다. 상대습도는 주로 천장부에 설치한 초음파 가습기를 이용하여 조절하였으며, 분무노즐은 난상을 입상한 후, 상대적으로 높은 습도가 요구되는 서기인 균상을 뒤집기 전인 발이기(약 7일)에만 사용하였다. 평은 난상을 뒤집기 한 후, 주상동안에만 접동하는 방식을 채택하였으며, 습도나 탄산가스 농도 조절을 위한 환기는 다이어머를 이용하여 조절하였다.

배지조성, 종균의 접종 및 배양 능이 완료된 버섯의 균상을 재배사에 입상한 후, 발이기와 생육기를 거쳐 수확할 때까지 필요한 재배주기는 설정온도나 상대습도에 따라 다소 차이가 있지만 약 20일 정도이다. 그러나 버섯을 수확한 후, 폐균상의 처리, 재배사 청소 및 소독, 난상의 공기 농을 고려하면 실제 재배주기는 약 30일 정도이다.

본 연구에서는 실험 재배사들 대상으로 재배사 내·외부의 온도 및 상대습도, 탄산가스농도, 조도 등의 정시적 변화를 측정하고, 또 재배주기별 수확량도 조사하였다.

외기온은 재배사 인근에 설치한 백엽상에서 건·습구온도를 측정하였고, 재배사의 내부온도는 습구온도 1점을 포함하여 재배상 각 단별로 총 8점의 온도를 측정하였다. 온도는 센서(T-type)를 이용하여 1분 간격으로 측정하였으며, 측정값은 데이터로거(NEC, DE10-109) 및 컴퓨터를 이용하여 저장하고 분석하였다. 탄산가스농도 및 조도는 각각 Testo(testo 535) 및 HIOKI(3421)를 이용하여 순간 값을 측정하였다. 자료의 측정과 조사는 2개 동(이하 A, B동이라 함)을 대상으로 실시하고 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 외기온 및 재배사 내부의 기온

Fig. 2는 재배주기동안 외기온의 최대, 최저 및 평균값의 변화를 A동 재배사를 대상으로 나타낸 것이지만, 이하의 모든 환경인자 검토에서는 B동에 대한 검토도 병기하였다. A동은 2002년 11월 11~30일까지, B동은 동년 11월 21~12월 8일까지 측정하였으며, 이

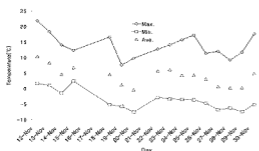


Fig. 2. Variations of daily outside air temperature(cultivation house A).

기간동안 최저 및 최고 외기온은 각각 $-7.5\sim 6.0^{\circ}\text{C}$ 및 $5.6\sim 21.8^{\circ}\text{C}$ 정도의 범위에 있었다. 재배기간 중 A 및 B동 대한 평균 외기온의 변화 범위는 각각 $-0.4\sim 10.4^{\circ}\text{C}$ 및 $-0.7\sim 10.7^{\circ}\text{C}$ 였고, 평균 외기온은 각각 4.1°C 및 4.3°C 로서 평년의 4.9°C 와 4.1°C 와 큰 차이가 없었다.

Fig. 3은 재배사 A동의 내부 온도변화를 나타낸 것으로서, 측정한 온도센서의 위치로 No.1은 최하단 재배상의 직하부이고, No.4는 최상단 재배상의 직상부이다. Fig. 3(a)은 입상 17일째인 재배사 내부온도의 일변화를 나타낸 것이고, Fig. 3(b)은 높이별 온도차를 확인하기 위하여 Fig. 3(a)의 일 변화 중에서 약 3시간 동안의 자료를 나타낸 것이다. 또 Fig. 3(c)은 재배사 내부의 대표온도로 생각할 수 있는 측점(No.3; 재배상 제2단의)의 최고, 최저 및 평균온도를 나타낸 것이다. 재배사 내부의 설정온도는 16.5°C 이다. 그리고 그뒤으로 나타나 있지 않은 B-동은 입상 8일째에 설정온도 17.0°C 이다.

Fig. 3(a)에서 온도가 심한 것은 가슴, 환기 및 난방이 반복적으로 이루어지고 있기 때문이다. 두 재배사 모두 제어장치의 설정온도보다 $0.5\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 정도 온도가 낮게 유지되었고, 거의 동일한 외기온 조건하에서 B동의 온도변화는 거의 일정한 경향을 보였지만, A동의 경우에는 심야에 설정온도보다 1.5°C 전후로 낮게 유지되는 것으로 나타났다. 이것은 보일러의 계약회사나 용량이 동일하고 난방배관 길이가 동일한 점을 고려하면, A동 재배사가 상대적으로 탄산가스 발생이 많은 생육시기이므로 환기횟수가 B동보다 많기 때문인 것으로 판단된다.

버섯 재배인수의 장단에 따라 버섯의 발이온도와 생

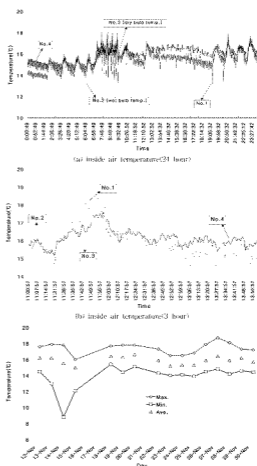


Fig. 3. Variations of air temperature in *Pleurotus eryngii* cultivation house A.

육적온이 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 로서 다소 온도변위가 넓지만, 최저 외기온 $-7.0\sim 6.0^{\circ}\text{C}$ 정도의 범위에서 재배사 내부의 가온이 설정온도보다 다소 낮게 유지되고 있다. 전후지역의 동절기 최저 외기온이 -10°C 전후로 매년 내려가는 점을 고려하면, 난방기 용량이나 배관에 문제가 있는 것으로 판단된다.

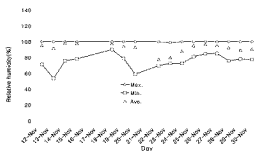
그리고 약 3시간 자료만 정리한 Fig. 3(b)를 보면, 재배상의 단 높이별 온도차는 난방의 유무에 따라 다소 차이가 있었다. 즉, 난방용 배관이 바닥에 설치된 관계로 난방시에는 배관 직상부에 있는 측점(No.1)에서 가장 높게 나타났고, 최하부와 최상부의 재배상간에는 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 정도의 온도차가 발생하였다. 그러나 무난방시나 환기시에는 위치별 온도차가 반대로 나타났다. 실

제로 최저단에 있는 균상의 경우, 난방시에 지나치게 건조하여 버섯의 발아장애가 야기되는 경우도 종종 발생하였다. 따라서 실내 기온 및 습도를 고르게 분포시키는 것이 품질의 균일성 확보와 직결됨을 확인할 수 있었다.

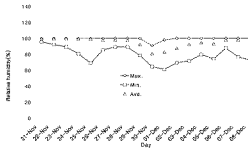
Fig. 3(c)에서 임상초기(임상 후 7일 전후)의 발이기간 동안 최저온도가 상대적으로 낮게 나타나는 것은 아침저녁으로 재배사의 양쪽 출입문을 30분 정도 개방하기 때문인 것으로 버섯의 발이를 촉진시키기 위한 것으로 판단된다. 이 때를 제외하면, 평균온도는 16.0°C 전후에서 대체로 일정하게 유지되고 있지만, 최고 최저온도가 평균온도에 비하여 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 정도 차이를 보였다. 재배사가 온도환경의 차이가 탄산가스농도나 습도 등과 함께 버섯의 생육 및 품질, 에너지 소비량, 공기기의 내구성 등에 미치는 영향은 장기적으로 좀더 면밀히 검토되어야 할 것으로 판단된다.

2. 상대습도

Fig. 4는 재배기간 동안 재배상 제2대에서 측정된 재배사 내부의 상대습도 변화를 나타낸 것으로서, 전체 재배기간 동안 약 60~100% 범위로 저폭이 큰 것을



(a) cultivation house A



(b) cultivation house B

Fig. 4. Variations of relative humidity in *Pleurotus eryngii* cultivation house.

알 수 있다. 상대습도의 변화 폭이 큰 것은 온도와 달리 직접 컨트롤되는 것이 아니라 재배자가 버섯의 상태를 감안하여 경험적으로 환기 및 가습장치를 더이므로 조화하기 때문인 것으로 판단된다. 한편 평균상대습도는 약 80~100% 범위 내에 있고, 생육기가 발이 기보다 상대적으로 약간 낮게 유지됨을 알 수 있다. 일반적으로 재배사내의 권장상대습도는 발이기에 90~95%, 생육기에 80~85% 정도로 생육기가 발이 기보다 약간 낮게 관리하는 것으로 알려져 있다(Yoo, 2003). 이 재배사의 경우 평균상대습도를 기준으로 볼 때, 권장습도보다 발이거나 생육기 모두 약간 높거나 낮게 유지되는 등 습도유지가 일정하지 않은 것을 알 수 있다.

3. 탄산가스 농도

Fig. 5는 재배기간 동안 B동의 탄산가스 농도변화를 나타낸 것으로, 환기팬이 작동하기 직전의 값을 최대, 환기팬이 작동한 직후의 값을 최소 값으로 하였다. 환기장치의 고장으로 인하여 환기정지가 일시적으로 멈춘 임상 16일째의 경우를 제외하면, 탄산가스 농도는 임상 후 이수가 증가할수록 증가하였고 1,600~1,800 ppm 까지 도달함을 알 수 있다. 이러한 탄산가스 농도변화는 발이기간 동안 탄산가스 배출량의 증가속도는 완만하지만, 자실체가 비대해되는 생육기에 급속히 증가하는 버섯의 생리적 현상을 잘 보여주고 있다.

일반적으로 새송이버섯의 경우, 재배사의 탄산가스 농도는 발이기에 1,000 ppm 이하, 생육기에 800 ppm 이하가 적당하며, 2,000 ppm 이상이 되면 버섯의 맛이 작게되고, 4,000 ppm 이상이 되면 생육장애가 일어나는 것으로 알려져 있다(Yoo, 2003). 이러한 점을

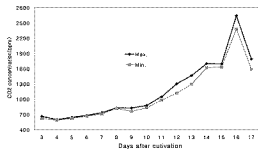


Fig. 5. Variations of CO₂ concentration in *Pleurotus eryngii* cultivation house B.

Table 1. Distributions of illuminance in *Pleurotus eryngii* cultivation house A. (unit: lx)

Measuring points	Bed location		1st			2nd			3rd			4th		
	[Horizontal positions		left	mid.	right	left	mid.	right	left	mid.	right	left	mid.	right
	left	right												
A			20	7	60	20	15	60	17	20	50	30	30	30
B			120	10	60	140	40	75	20	20	75	30	27	40
C			160	30	60	410	80	65	20	15	65	25	30	50

고려한다면, 입상 11일째 이후에 1,000 ppm 이상으로 높게 유지되는 것을 막기 위해서는 환기시스템의 적절한 설계가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

또한 환기장치 고장시에는, 탄산가스 농도가 일시적으로 급격히 높게 되는 것을 알 수 있다. 따라서 환기장치뿐만 아니라 각종 공조기가 고장상태로 장시간 방치된다면 버섯의 생육이나 품질에 치명적인 피해가 예상됨을 알 수 있다.

4. 조도

Table 1은 재배사 A동의 조도를 위치별로 나타낸 것으로서, 측정 A, B 및 C는 Fig. 1에 표시되어 있는 것처럼 통로 측의 측정위치이고, 단은 재배상의 층별을 나타낸 것이다. 그리고 폭 방향 위치는 동일 높이의 단에서 밖쪽, 중간 및 통로 쪽의 구분이다. 조도 측정은 각각의 위치에서 균상의 적상부에서 실시하였다.

Table 1에서 알 수 있듯이 위치에 따라 최소 20 lx 부터 최대 160 lx까지 조도분포가 다양하다. 일반적으로 재배사 내의 권장조도는 100~200 lx 정도이며, 조도가 너무 낮으면 갖이 작아지고 대의 길이가 길어지는 것으로 알려져 있다(Yoo, 2003).

이상과 같은 점을 고려하면, 이 재배사의 경우 전반적으로 광은 낮게 유지되는 편이지만, 버섯의 색과 형태에 대한 재배자의 경험적 지식이 반영된 것으로 판단된다.

5. 재배주기별 수확량

Fig. 6은 재배농가로부터 입수한 전체 다섯 주기의 버섯 수확량을 특성, 상, 중품이하로 구분하여 나타낸 것이다. 이 때 입상한 균상은 모두 13,000병으로 동일하다.

Fig. 6에서 알 수 있듯이 수확량의 대부분이 특성 또는 상품이었으며, 중품이하는 전체 수확량의 약

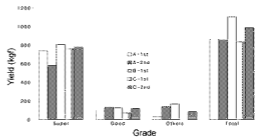


Fig. 6. Periodical yields of *Pleurotus eryngii* from 13,000 bottles.

9.0~16.4% 정도였다. 다섯 주기에 대한 평균 수확량은 병당 약 67~85 g 정도로 나타났지만, 통로쪽으로 분포되면서 공식적으로 집계되지 않은 부분 등을 고려하면 실제 총 수확량은 병당 85 g 이상일 것으로 판단된다. 특히 이 농가는 새송이버섯을 초기부터 전문적으로 재배하였기 때문에 다른 농가에 비해 상대적으로 버섯의 품질과 생산성이 좋은 것으로 판단된다.

한편 전체 판매액을 살펴보면, 균상 구입비의 2배 이상인 것으로 나타났으며, 가격이나 수확량 측면에서 평년작 수준이었다. 다만, 생산성에 대한 구체적인 검토는 시설 및 설비에 대한 투자비, 감가상각비, 유지관리비용 등에 대한 중장기적인 자료를 바탕으로 신중히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구실에서는 새송이버섯을 중심으로 품질향상 및 생산량 증대를 목적으로 직경재배사의 구조설계 및 환경조절 기술을 개발·보급하기 위하여 서부 경남지역의 새송이버섯 재배농가를 중심으로 재배사의 구조 및 환경조절장치를 조사하였다. 또한 환경조절설비를 조사하기 위하여 농가에 위치한 2개 동의 상업용 버섯재배사를 대상으로 환경인자를 계속하였다. 본

연구에서는 이들 연구 중 환경인자 측정결과를 분석하였다.

실험기간동안 외기온은 평년과 큰 차이가 없었으나, 재배사 내부의 온도가 설정온도보다 다소 낮게 유지되고 있기 때문에 진주지역의 동절기 최저 외기온을 고려하면, 난방기 용량이나 배관에 문제가 있는 것으로 판단되었다. 난방시 상하 재배상간 온도차가 최대 2~3°C 정도로 높게 나타나 높이별 온도분포가 일정하지 않을 뿐만 아니라 또 최하단 재배상에서 균상이 지나치게 건조하게 되어 버섯의 발이가 잘 되지 않는 등의 문제도 종종 발생하였다. 그리고 상대습도는 재배 기간 동안 변화가 심하고, 평균상대습도도 일반적으로 알려져 있는 것보다 발이구나 생육기에 모두 다소 높거나 낮게 유지되는 등 습도유지가 일정하지 않은 것을 알 수 있었다. 탄산가스 농도도 권장농도보다 높게 유지되는 등의 문제가 있었다. 조도는 권장조도보다 전반적으로 낮게 유지되고 있음을 알 수 있었다. 또한 버섯의 수확량은 평균적으로 병당 약 67~85 g 정도로 나타났고, 총 판매금액은 균상 구입비의 2배 이상인 것으로 조사되었다.

주제어 : 버섯, 재배사, 온도, 습도, 탄산가스 농도, 조도

인용문헌

1. Kang T.S., M.S. Kang, J.M. Sung, A.S. Kang, H.R. Shon, and S.Y. Lee. 2001. Effect of *Pleurotus eryngii* on the blood glucose and cholesterol in diabetic rats, Korean Journal of Mycology. 29(2):86-90 (in Korean).
2. Kim H.K., J.C. Cheong, H.Y. Chang, G.P. Kim, D.Y. Cha, and B.J. Moon. 1997. The Artificial cultivation of *Pleurotus eryngii* (I) - Investigation of mycelial growth conditions-. Korean Journal of Mycology. 25(4):305-310 (in Korean).
3. 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).
4. Suh, W.M., Y.C. Yoon, and Y.W. Kim. 2002. Technical development of environment control complex of micro-climatic factors for oyster mushroom cultivated in protected environment, Proceeding of the 2002 Annual Con. the Korean Society of Agricultural Engineering. 121-124 (in Korean).
5. Suh, W.M., Y.C. Yoon, S.W. Park, and J.K. Kwo. 2003. Instrumentation and control of environment factors in *eryngii* growing house. Proceeding of Korean Society for Bio-Environment. Con, 2003 Spring Conference. 12(1):161-165 (in Korean).
6. Yoo Y.B. 2003. Cultivation technology and functionality of *Pleurotus eryngii*(seminar). Mushroom Institute of Jinju National University and Mushroom Association of Gyeongnam. 1-42 (in Korean).