

어젠다코드	5 - 19 - 77		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C04	작목구분코드	IC-02-170103
과제종류	공동연구		세세부사업	지역특화작목기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
강원 육성 산느타리버섯 지역특산 소득화 연구			'14~'16	환경농업연구과	이재홍
1) 산느타리버섯 고품질 생산체계 확립			'14~'16	환경농업연구과	이재홍
2) 산느타리버섯 생산비 절감기술 개발			'14~'16	환경농업연구과	이남길
3) 산느타리버섯 기능성 분석 및 선도유지 기간 설정			'15~'16	농식품연구소	노희선
색인용어	산느타리버섯, 고품질 생산체계, 생산비 절감기술, 기능성, 선도유지				

ABSTRACT

○ Development of high-quality cultivation technology of *Pleurotus pulmonarius*

This experiment were carried out to develop high-quality production technology by cultivation types of *Pleurotus pulmonarius*. Optimal growth temperature was 17-19°C in bottle cultivation of *Pleurotus pulmonarius* and optimal growth humidity was 95%. The effect of the use of LED as a light source was not clear, and sometimes resulted in different results. The effect of low temperature treatment for 12 hours or more in 'Hosan' cultivar was good, but it was not effective in the 'Hwasan' cultivar. In the proper tree species selection of log cultivation, willow and cherry tree were good both 'Hosan' and 'Hyangsan' variety. In the log cultivation experiment using oak, yields of 'Hosan' cultivar was higher than that of 'Hwasan' cultivar. Finally, it solved the problems of the farmers such as occurrence of aerial hypae and side formation of primordia in bottle cultivation.

○ Development of cost-down cultivation technology of *Pleurotus pulmonarius*

This experiment were carried out to cost reducing method of the production of *Pleurotus pulmonarius*. In test 1, Develop optimum medium using Kapok, Brewer's grain, Dried bean-curd refuse. In test 2, Using a coffee byproduct(grounds, chaff), we tested the growth characteristics. In test 3, This study was carried out to re-use the post-harvest substrate of *Pleurotus pulmonarius*. [Poplar sawdust(10)+Cottonseed hull(50)+Cottonseed mal(20)+Beet pulp(20)] were used as basic mixing ratios. A reserch result, In the case of 'Hosan', there was no difference in yield even after adding 20% of post-harvest medium. Therefore, when 20% of the medium is recycled after post-harvest medium, it is possible to save 265,000 won of material cost per 10,000 bottles. In test 4, we chose rice hull, Brewer's grain, Kapok that are easy to obtain and cheap. As a result of testing with selected materials, the yield of medium containing 25% rice hull increased. And as a result of economical analysis, the material cost is reduced by 66,000 won and the sales income is increased by 530,000 won when a 10,000 bottles are grown once.

This studies were investigated to analysis of function effect and keeping freshness of *Pleurotus pulmonarius*. Nutrition compositions and chemical properties were different according

to the cultivars of *Pleurotus pulmonarius*. Protein was high 5.2% in 'Hosan', crude fat and fiber were high each 0.14%, 1.03% in 'Hwasan'. Nutritional compositions was high in 'Hosan' Ca 14.5mg, Mg 20.3mg, Na 51.3mg, Fe 14.2mg/100g, V9 122 ug/100g. function effects according to the cultivars of *Pleurotus pulmonarius*. β -glucan contains about 21% in frozen dry weight. These were excellent anti-oxidant activity 93% in 'Hosan' and anti-diabetes activity 89% in 'Hwasan'. Selecting of proper film for small packing and freshness storage period according to the temperatures of *Pleurotus pulmonarius*(Fr.) Quel 'Hosan'. We could storage for 20 days 'Hosan' packed by selected anti-dew treated polypropylene film in 4°C. This technique prolonged 3 times for sailing days after harvest.

1. 연구목표

산느타리버섯은 봄부터 가을에 걸쳐 활엽수의 죽은 나무 또는 떨어진 가지에 균생하거나 단생하는 백색부후균으로서 일본, 유럽, 북반구일대 등에 분포하고, 한국에서는 한라산, 지리산 등에 분포한다. 갓은 반원형이고 갓 지름은 2~8cm, 자실체는 작고 살은 얇으며 균모의 색은 연한 회색 또는 갈색인데 나중에 백색 또는 연한 황색으로 된다. 주름살은 백색에서 크림색 또는 레몬색으로 되고 밀생하거나 약간 성기며, 대의 길이는 0.5~1.5cm이고 굵기는 4~7mm로 때로는 없는 것도 있다. 포자는 6~10×3~4 μ m로 원기둥 모양이고 무늬는 회색, 분홍색, 연한 회색이다(Kim 등, 2002).

산느타리버섯 품종은 호산 등 5품종이 육성되었으며(강원도원, 2008~15), 국내에서는 호산 품종이 육성된 2007년부터 본격적인 재배가 이루어지고 있다. 맛과 향이 우수하며 특히, 저작감이 뛰어나 소비자들의 선호도가 높다. 주로 병재배 위주로 재배되고 있으며 재배기술로서 최적배지 개발, 재배온도 및 습도 등의 연구가 이루어져 있다(Park 등, 2005). 강원도의 버섯재배는 느타리 위주로 단순하고, 2005년 1,263농가, 77ha, 6,144톤 생산에서 2012년 224농가 14ha, 2,713톤으로 점차 감소추세에 있다(농림수산식품부, 2013). 버섯 재배시설의 규모 또한 영세하여 타도에 비해 가격 경쟁력이 낮아 미활용재배사가 2011년 328동으로 전체 재배사의 28%를 차지하고 있다. 강원도 재배 농가에 적합한 소규모 재배에 적당한 고부가가치 버섯의 개발이 필요하고 여기에 적합한 버섯이 산느타리버섯(*Pleurotus pulmonarius*)으로 사료된다.

현재 버섯의 가격하락과 인력 부족 및 외국인 노동자 임금상승으로 인한 인건비 상승, 수입하고 있는 버섯배지 원료의 단가 상승으로 농가의 경영상태 악화가 지속되고 있다. 이러한 어려움을 극복하고자 수확후배지 이용, 염가배지 개발 등 다양한 연구가 지속적으로 개발되고 있다. 버섯 수확후배지 경우 그 양도 증가하고 있어 처리문제가 시급한 상황에 놓여 있다. 현재까지는 전량 폐기하거나 토양퇴비 대체제, 일부 축산 사료로 사용되고 있으나, 사료로 사용되는 경우는 극히 일부분이다. 느타리, 산느타리버섯과 같이 톱밥이 많이 들어간 경우에는 사료로 거의 사용하지 못하고 있는 실정이다. 이렇게 톱밥 배합비율이 높은 버섯배지는 아직까지 수확후처리 기술이나, 다른 용도로 사용하는 연구는 미흡한 상태이다. 그러나 톱밥 배합비율이 높은 적든 수확후배지의 영양분은 그대로 남아 있어 재사용이 가능하다. 이처럼 수확후배지를 이용하는 기술개발은 친환

경적이며, 재배농가의 어려움을 극복할 수 있는 연구라고 생각되며, 지금 현재 느타리, 큰느타리 버섯 등이 개발되어 있지만(Cheng *et al*, 2013), 산느타리버섯에 대한 연구는 아직 미흡한 상태이다. 본 연구는 수확 후 배지, 염가배지 등 산느타리버섯 재배의 생산비를 절감할 수 있는 기술을 개발하여 농가의 어려움을 해결 하는 데에 있다.

강원도원에서 개발한 산느타리버섯 3품종(호산, 강산, 향산)에 대한 재배기술 확립과 더불어 수확 후 체계적인 관리, 저장기술 개발과 산느타리버섯 신품종의 소비자 및 유통업자 인지도 향상을 위하여 우수한 영양성분 및 기능성에 대한 연구를 목표로 실시하였다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제 : 산느타리버섯 고품질 생산체계 확립〉

(시험 1) 온도 및 pH별 균사생장속도 조사

시험품종은 강원도농업기술원에서 육성한 '호산', '향산', '화산' 3품종을 이용하였고, PDA 평판 배지를 이용하여 온도 및 pH별 균사생장속도를 조사하였다. PDA 평판배지에서 배양이 오래되지 않은 신선한 원균을 이용하였고, 원균은 직경 6mm의 cork-borer를 이용하여 이식하였다. 온도는 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 30℃의 5수준으로 하였고, 접종 5일, 7일, 10일, 14일 후에 균총의 직경을 조사하였다. pH는 1N HCl 용액과 1N NaOH 용액을 이용하여 5, 6, 7, 8, 9의 5수준으로 하였고, 온도시험에서와 마찬가지로 접종 5일, 7일, 10일, 14일 후에 콜로니의 직경을 조사하였다. 온도 및 pH에 따른 균사생장조사는 각 처리별 5반복으로 실시하였다.

(시험 2) 최적 환경조건 구명

시험품종은 온도시험에서는 '호산', '향산', '화산' 3품종을 이용하였고, 습도시험에서는 '호산', '자산' 2품종을 이용하였으며, 접종종균은 미루나무톱밥 80%와 미강 20%를 혼합한 톱밥종균을 이용하였다. 재배는 ϕ 75mm, 1,100ml 병을 이용한 병재배를 실시하였고, 생육배지는 미루나무톱밥 60%, 면실피 10%, 면실박 10%, 비트펄프 20%를 혼합한 배지로서 수분함량은 65%로 조정하여 시험을 수행하였다. 온도 및 습도별 처리는 3반복으로 실시하였고, 반복 당 2박스(16병/박스)를 처리하였다.

병당 톱밥종균 10g 정도를 접종한 후 $22\pm 1^\circ\text{C}$ 의 배양실에서 환기를 충분히 하면서 배양하였고, 배양이 완료되면 5일간 후숙시킨 후 재배실로 옮겨 생육시켰다. 최적 생육온도 조건 규명에서는 각각의 재배실 온도를 13, 15, 17, 19℃로 조절하였고, 습도 90-95%, CO_2 1,100ppm 이하, 광조건은 300~500Lux(형광등)로 조정하였으며, 자실체 갓의 크기가 3cm 정도일 때 수확하였고 자실체의 크기, 수량, 색택 등을 조사하였다. 최적 생육습도 조건 구명에서는 온도를 17℃로 고정하고 생육실의 습도를 80, 85, 90, 95%로 조절하였으며, 다른 조건은 온도 조건구명 시험과 같이 하였다.

(시험 3) LED 이용효과 구명

시험품종은 '호산', '화산', '자산' 3품종을 이용하였고 접종종균은 미루나무톱밥 80%와 미강 20%를 혼합한 톱밥종균을 이용하였다. 재배는 $\varnothing 75\text{mm}$, 1,100ml 병을 이용한 병재배를 실시하였고, 생육배지는 미루나무톱밥 10%, 면실피 50%, 면실팩 20%, 비트펄프 20%를 혼합한 배지로서 수분함량은 65%로 조정하여 시험을 수행하였다. 광원별 처리는 3반복으로 실시하였고, 반복 당 5박스(16병/박스)를 처리하였다.

병당 톱밥종균 10g 정도를 접종한 후 $22\pm 1^\circ\text{C}$ 의 배양실에서 환기를 충분히 하면서 배양하였고, 배양이 완료되면 5일간 후숙시킨 후 재배실로 옮겨 생육시켰다. 생육실의 조명은 형광등 단용, LED 단용 및 형광등과 LED 병용처리로 구분하였으며, 생육은 각각의 재배실 온도를 17°C 로 조절하였고, 습도 90-95%, CO_2 1,100ppm 이하, 광조건은 300~500Lux(형광등)로 조정하였으며, 자실체 갓의 크기가 3cm 정도일 때 수확하였고 자실체의 크기, 수량, 선택 등을 조사하였다.

(시험 4) 저온처리효과 구명

시험품종은 '호산', '화산' 2품종을 이용하였고 접종종균은 미루나무톱밥 80%와 미강 20%를 혼합한 톱밥종균을 이용하였다. 재배는 $\varnothing 75\text{mm}$, 1,100ml 병을 이용한 병재배를 실시하였고, 생육배지는 미루나무톱밥 10%, 면실피 50%, 면실팩 20%, 비트펄프 20%를 혼합한 배지로서 수분함량은 65%로 조정하여 시험을 수행하였다. 처리는 3반복으로 실시하였고, 반복 당 4박스(16병/박스)를 처리하였다.

병당 톱밥종균 10g 정도를 접종한 후 $22\pm 1^\circ\text{C}$ 의 배양실에서 환기를 충분히 하면서 배양하였고, 배양이 완료되면 5일간 후숙시킨 다음 저온처리를 5°C 저온 창고에서 0, 6, 12, 18, 24시간 경과후 재배실로 옮겨 생육시켰다. 생육은 재배실 온도 17°C , 습도 90-95%, CO_2 1,100ppm 이하, 광조건은 300~500Lux(형광등)로 조정하였으며, 자실체 갓의 크기가 3cm 정도일 때 수확하였고 자실체의 크기, 수량, 선택 등을 조사하였다.

(시험 5) 구연산 첨가 효과 구명

시험품종은 '호산', '화산' 2품종을 이용하였고 접종종균은 미루나무톱밥 80%와 미강 20%를 혼합한 톱밥종균을 이용하였다. 재배는 $\varnothing 75\text{mm}$, 1,100ml 병을 이용한 병재배를 실시하였고, 생육배지는 미루나무톱밥 10%, 면실피 50%, 면실팩 20%, 비트펄프 20%를 혼합한 배지로서 수분함량은 65%로 조정하였으며, 여기에 구연산을 0, 0.1, 0.2, 0.4% 첨가하여 시험을 수행하였으며, 구연산 첨가 처리는 3반복으로 실시하였고, 반복 당 4박스(16병/박스)를 처리하였다.

병당 톱밥종균 10g 정도를 접종한 후 $22\pm 1^\circ\text{C}$ 의 배양실에서 환기를 충분히 하면서 배양하였고, 배양이 완료되면 5일간 후숙시킨 후 재배실로 옮겨 생육시켰다. 생육은 재배실 온도 17°C , 습도 90-95%, CO_2 1,100ppm 이하, 광조건은 300~500Lux(형광등)로 조정하였으며, 자실체 갓의 크기가 3cm 정도일 때 수확하였고 자실체의 크기, 수량, 선택 등을 조사하였다.

(시험 6) 비가림하우스 균상재배기술 개발

시험품종은 '호산', '화산', '자산' 3품종을 이용하였고 접종종균은 미루나무톱밥 80%와 미강 20%를 혼합한 톱밥종균을 이용하였다. 본 시험에서는 1.5kg과 3kg의 봉지배지를 이용하였고, 생육배지는 미루나무톱밥 10%, 면실피 50%, 면실박 20%, 비트펄프 20%를 혼합한 배지로서 수분 함량은 65%로 조정하였다. 처리는 단구제로 실시하였고, 품종별 96개의 봉지배지를 처리하였다.

봉지당 톱밥종균 20g 정도를 접종한 후 $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 배양실에서 환기를 충분히 하면서 배양하였고, 배양이 완료되면 7일간 후숙시킨 후 비가림하우스로 옮겨 생육시켰다. 비가림하우스는 95%정도 차광막을 설치하였고, 내부에는 폭이 120cm 정도의 균상을 설치하였으며, 균상 위에 봉지를 벗긴 생육배지를 올려놓은 후 생육을 시켰다. 수분은 스프링클러를 이용하여 충분히 공급하였으며, 자실체 갖의 크기가 5cm 정도일 때 수확하였고 자실체의 크기, 수량, 선택 등을 조사하였다.

(시험 7) 원목재배기술 개발

1차 시험에서는 버드나무, 뽕나무, 팽나무, 은사시나무, 오리나무, 자작나무의 원목을 수집하여 20cm 길이로 절단한 뒤 용기(600L 플라스틱 상자)에 넣어 24시간 물에 침지한 후 원목을 내열성 PP봉지에 넣고 마개를 닫은 다음 고압살균기를 이용해 121°C 에서 180분 동안 살균하였으며, 2일 경과 후 충분히 냉각된 것을 확인한 다음 종균을 접종하였다. 종균접종시 톱밥종균(V/V, 미루나무 톱밥 80%, 미강 20%)은 원목 당 50g 정도 접종하였고, 액체종균(물 10L당 대두박 30g, 황설탕 300g, 식물성 식용유 30ml)은 원목 당 100ml를 접종하였다. 원목의 균사배양은 온도 $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 65%, 암조건 하에서 환기를 충분히 하면서 90일 이상 배양하였다. 배양된 원목을 90%로 차광된 비닐하우스내에 매립하였고, 매립방법은 원목과 원목 사이를 10cm 정도 간격을 두었으며 원목이 토양 위로 5cm 정도 노출되도록 매립하였다. 토양매립 후 토양 및 원목이 건조하지 않도록 수시로 관수하였고, 자실체의 갖이 5cm 이상이 되었을 때 수확하였으며, 자실체의 크기, 수량, 선택 등을 조사하였다. 원목재배 1차 시험은 단구제로서 처리당 원목 16개를 매립하여 시험을 수행하였다.

2차 시험에서는 상수리나무 원목을 수집하여 20cm 길이로 절단한 뒤 1차 시험에서와 같이 침수, 입봉, 살균 후 '호산'과 '화산' 품종의 톱밥종균을 50g씩 접종하였고, 22°C 에서 암조건으로 환기를 충분히 하면서 배양하였으며, 균사배양이 완료되면 봉지를 벗기고 배양된 원목을 비가림하우스내 토양에 5cm 정도 원목이 돌출되도록 하면서 원목과 원목사이는 20cm 정도의 간격으로 매립하였다. 토양이 마르지 않도록 수시로 관수해 주었고, 자실체 갖의 크기가 5cm 이상이 되면 수확하였으며, 자실체의 크기, 수량, 선택 등을 조사하였다. 원목재배 2차 시험은 단구제로서 품종 및 수종별 원목 16개를 처리하였다.

(시험 8) 농가 현장 애로사항 발굴 및 해결

산느타리버섯 재배농가를 대상으로 연 5회 이상 수시로 방문하여 재배상 문제점 및 애로사항을 해결하고 재배기술 지도를 실시하였다.

〈제2세부과제 : 산스타리버섯 생산비 절감기술 개발〉

(시험 1) 최적배지 개발

가. 혼합비율에 따른 특성조사

본 시험에는 ‘호산’, ‘화산’ 품종을 사용하여 미루나무톱밥, 면실피, 면실박, 비트펄프, 콘코브를 조합으로 표 2-1.과 같이 혼합하여 1,100ml/병에 입병 한 후 살균(121℃, 90분)하여 위와 같은 배양실 및 생육실 환경조건으로 하여 생육 및 수량특성을 조사하였다.

표 2-1. 혼합배지별 조성비율

처리번호	배지 혼합비율(V/V, %)				
	미루나무톱밥	면실피	면실박	비트펄프	콘코브
I	30	40	10	20	
II	30	30	10	30	
III	15	50	10	25	
IV		40	15	20	25
V	10	40	10	20	20
VI(대조구)	20	50	10	20	

나. 케이폭박이용 생육특성

본 시험에는 ‘호산’, ‘화산’ 품종을 사용하여 미루나무톱밥, 면실피, 면실박, 비트펄프, 케이폭박을 조합하였다. 케이폭박은 구하기 쉽고, 저렴하여(370원/kg) 염가 및 대체배지로 적합하다고 판단되어 시험하게 되었다. 케이폭박을 표 2-2.와 같이 혼합하여 1,100ml/병에 입병 한 후 살균(121℃, 90분)하여 위와 같은 배양실 및 생육실 환경조건으로 하여 생육 및 수량특성을 조사하였다.

표 2-2. 처리배지별 혼합비율

처리번호	배지 혼합비율(V/V, %)				
	미루나무톱밥	면실피	면실박	비트펄프	케이폭박
I	50		20	30	
II	50		10	20	20
III	50	10		20	20
IV	60			20	20
V(대조구)	60	10	10	20	

다. 맥주박, 건비지이용 생육특성

본 시험에는 ‘호산’, ‘자산’ 품종을 사용하여 미루나무톱밥, 면실피, 면실박, 비트펄프, 맥주박, 건비지를 조합하였다. 맥주박은 계절별로 수량의 변화는 있으나, 매우 많은 양이 생산되며, 저렴하다(90원/kg). 건비지는 생비지를 구입할 경우 저렴하여 두가지 모두 염가 및 대체배지로 적합

하다고 판단되어 시험하게 되었다. 표 2-3.과 같이 혼합하여 1,100ml/병에 입병 한 후 살균(121℃, 90분)하여 위와 같은 배양실 및 생육실 환경조건으로 하여 생육 및 수량특성을 조사하였다.

표 2-3. 처리배지별 혼합비율

처리번호	배지 혼합비율(V/V, %)					
	미루나무톱밥	면실피	면실피박	비트펄프	맥주박	건비지
I	50	10		20	20	
II	50	10		20		20
III	50	10		20	10	10
IV(대조구)	60	10	10	20		

(시험 2) 커피부산물 이용 영양원 대체효과 구명

우리나라 커피 부산물은 대부분 폐기처리 되고 있으나, 현재 커피 찌꺼기를 이용한 버섯 키우기 키트가 있는 등 다양하게 재사용되고 있다. 본 시험에는 ‘호산’, ‘화산’ 품종을 사용하여 미루나무 톱밥, 면실피, 면실피박, 비트펄프, 커피부산물, 채프[chaff, 커피 생두의 겉을 싸고 있는 은피(銀皮, silver skin)를 가리키는 속어]를 조합하였다. 커피부산물의 발생량은 매우 많고, 가격도 저렴하여 버섯배지재료로 적합한 것으로 판단되어 산느타리버섯 재배에도 적용이 가능한지 시험하였다. 표 2-4.과 같이 혼합하여 1,100ml/병에 입병 한 후 살균(121℃, 90분)하여 위와 같은 배양실 및 생육실 환경 조건으로 하여 생육 및 수량특성을 조사하였다.

표 2-4. 커피부산물 혼합비율

처리 번호	배지 혼합비율(V/V, %)					
	미루나무톱밥	면실피	면실피박	비트펄프	커피부산물	채프
1	10	50		30	5	5
2	10	50		30	10	
3	10	50		30		10
4	10	40		30	10	10
5	20	40		30	5	5
6(대조)	10	50	20	20		

(시험 3) 수확 후 배지 첨가량별 생육특성 검정

버섯 수확 후 배지와 같은 경우 그 양도 증가하고 있어 처리문제가 시급한 상황에 놓여 있다. 현재까지는 전량 폐기하거나 토양퇴비 대체재, 일부 축산 사료로 사용되고 있으나, 사료로 사용되는 경우는 극히 일부분이다. 느타리, 산느타리버섯과 같이 톱밥이 많이 들어간 경우에는 사료로 거의 사용하지 못하고 있는 실정이다. 이렇게 톱밥 배합비율이 높은 버섯배지는 아직까지 수확 후 처리기술이나, 다른 용도로 사용하는 연구는 미흡한 상태이다. 그러나 톱밥 배합비율이 높은

적든 수확후배지의 영양분은 그대로 남아 있어 재사용이 가능하다. 이처럼 수확 후 배지를 이용하는 기술개발은 친환경적이며, 재배농가의 어려움을 극복할 수 있는 연구라고 생각되며, 지금 현재 느타리, 큰느타리버섯 등이 개발되어 있지만(Cheng *et al*, 2013), 산느타리버섯에 대한 연구는 아직 미흡한 상태이다.

따라서 본 시험에는 ‘호산’, ‘화산’ 품종을 사용하였다. 산느타리버섯 수확 후 배지를 재사용하여 버섯의 수량 및 특성 조사를 통하여 적절한 첨가율을 제시하고자 수행하였다. 대조구 배지 혼합 비율을 미루나무톱밥(60)+면실피(10)+면실박(10)+비트펄프(20%)로하여 버섯을 재배 후 수확 후 배지로 사용하여 10, 20, 30% 혼합하여 1,100ml/병에 입병 한 후 살균(121℃, 90분)하여 위와 같은 배양실 및 생육실 환경조건으로 하여 생육 및 수량특성을 조사하였다.

(시험 4) 염가배지 개발

국내 버섯배지 원료의 가격이 상승하고, 공급이 어려워지고 있는 실정이다. 본 시험에서는 표 2-5와 같이 구하기 쉽고, 가격이 비교적 저렴한 왕겨, 맥주박, 케이폭박 3종을 선발하여 시험하였다. 시험품종으로는 ‘호산’, ‘자산’ 품종을 사용하여 미루나무톱밥, 면실피, 면실박, 비트펄프, 왕겨, 맥주박, 케이폭박을 조합하였다. 표 2-6과 같이 혼합하여 1,100ml/병에 입병 한 후 살균(121℃, 90분)하여 위와 같은 배양실 및 생육실 환경조건으로 하여 생육 및 수량특성을 조사하였다.

표 2-5. 버섯배지 재료 가격

재 료	미루나무톱밥	왕겨	면실박	면실피	맥주박	케이폭박
가 격 (원/kg)	250	150	640	420	90	370

표 2-6. 버섯배지 재료별 혼합비율

배지 재료	처리 번호	배지 혼합비율(V/V, %)				
		미루나무톱밥	면실피	면실박	비트펄프	맥주박
왕겨	I	45	10	10	20	15
	II	35	10	10	20	25
	III	25	10	10	20	35
맥주박	I	60	10	5	20	5
	II	60	10		20	10
	III	60	5		20	15
케이폭박	I	60		10	20	10
	II	60	10		20	10
	III	60			20	20
IV(대조구)		60	10	10	20	

〈제3세부과제 : 산느타리버섯 기능성 분석 및 선도유지 기간 설정〉

(시험 1) 산느타리버섯 신품종 영양성분 분석

시험에 사용된 산느타리버섯은 강원도농업기술원 환경연구과에서 육종하여 재배한 '호산', '화산' 품종과 대조구로는 경기도 여주 농가에서 재배한 느타리버섯 '수한'을 사용하였다. 분석한 내용은 수분, 조단백, 조섬유, 조회분 등 일반성분과 Vitamin B9(엽산)과 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 인 등 무기성분을 생체를 사용하여 아래와 같이 분석하였다.

수분은 수분건조기(ISO 9001, Sartorius)를 이용하여 처음 시료의 양과 건조된 후의 중량차이로 수분값을 산출한다.

조회분은 깨끗한 회화용기를 회화로(62700 Furnace, Barnstead Thermolyne)에서 600℃이상으로 여러 시간 강하게 가열한 후 데시케이터에 옮겨 실온으로 식힌 다음 칭량한다. 다시 2시간 강하게 가열하여 건조 칭량하고 이 조작을 항량이 될 때까지 반복한다. 시료를 회화용기에 정밀히 달아 넣고 회화로에 옮겨 550~600℃에서 여러 시간 가열하여 백색이나 회백색의 회분이 얻어질 때까지 계속한다. 회화가 끝난 후, 가열을 그치고 그대로 식혀 온도가 약 200℃로 되었을 때 데시케이터에 옮겨 식힌 후 칭량한다.

$$\text{회분(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W_0 : 항량이 된 회화용기에 무게(g)

W_1 : 회화 후의 회화용기와 회분의 무게(g)

S : 검체의 채취량(g)

조단백질은 Kjeldahl법에 의해 분석한다. 시료 1g을 분해장치(2020 Digester, FOSS TECATOR) 분석 tube에 넣고 분해촉진제 2알과 황산 12ml를 넣고 420℃에서 50분간 가열한다. 실온에서 식힌 후 Kjeltac 장치(Kjeltac auto sampler system 1035 Analyzer, FOSS TECATOR)에 넣고 질소를 정량한다. 질소단백질 환산계수인 6.25를 적용하여 산출한다.

조지방은 Soxhlet 추출법을 사용하여 분석한다. 지방 자동추출장치인 Soxtec(2050 SOXTEC, FOSS TECATOR)을 이용해 측정한다. 조지방 분석통을 1시간 건조시킨 후 무게를 측정한 후 원통형 여과지에 시료 1g을 넣고 솜으로 위를 덮고 ethyl ether 80ml를 넣고 Soxtec에 장착한다. 추출장치의 수기를 130℃에서 20분간 끓이고 40분간 세척, 20분간 회수, 20분간 건조되도록 조절한다. 분석이 완료되면 분석통을 꺼내 hood안에서 30분간 휘발시킨 후 100℃의 건조기에서 1시간 건조한 후 30분간 진공방냉 후 무게를 측정한다.

$$\text{조지방(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W_0 : 항량이 된 조지방 분석용기의 무게(g)

W_1 : 분석 완료 후 분석용기와 추출된 조지방의 무게(g)

S : 검체의 채취량(g)

Vitamin B9(엽산)은 시료를 0.1M 인산완충용액(1% sodium ascorbate 함유, pH6.3)으로 균질화하여 소액 분주하고, 분석시 까지 -20℃ 보관한다. Tamura의 Trienzyme(α -amylase, protease, folate conjugase) treatment법으로 처리 후 *Lactobacillus casei*(L. casei; ATCC 7469)를 이용한 미생물학적인 방법으로 분석한다. α -amylase 용액은 *Aspergillus oryzae*(Type X-A, Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 탈염증류수에 용해시켜 각각 100 mg/mL 농도로 조제한다. Protease 용액은 *Streptomyces griseus*(Type XIV, Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 탈염증류수에 용해시켜 20 mg/mL 농도로 조제한다. Folate conjugase 는 rat serum(Harlan Bioproducts For Science, Indianapolis, USA) 이용한다. α -amylase 용액과 rat serum 내인성 folate 제거를 위하여 사용직전 각 용액 1/10 부피의 charcoal를 넣어 얼음 위에서 60분간 교반한 후 여과기(0.22 μ m, Corning Glass Works, Corning, NY, USA)를 이용해 여과-멸균한다. Trienzyme 처리는 -20℃에서 냉동보관 중인 시료를 해동시킨 다음 1g을 HEPES-CHES buffer 4mL 와 잘 섞은 다음, 100℃에서 10분간 끓이고 이를 10,000 \times g 에서 25분간 원심분리해 상등액을 수거하고, 상등액 500 μ l에 0.1M 인산완충용액(1% sodium ascorbate 함유, pH 6.3) 500 μ l를 넣어 5분간 끓인다. 이중 200 μ l를 취해 α -amylase 용액 200 μ l와 섞어 37℃에서 8시간 동안 처리 후 100℃에서 5분간 끓여 효소작용을 정지시킨다. 이를 2000 \times g에서 10분간 원심분리한 후 상등액 200 μ l rat serum 20 μ l, 0.1 M 인산완충용액(1%, sodium ascorbate 함유, pH 7.0) 380 μ l을 잘 섞은 다음 37℃에서 3시간 동안 처리한다. 미생물학적 방법을 이용하여 엽산 분석하기 위하여 trienzyme 처리된 시료를 96-well microplate 에 50 μ l 씩 넣어 0.1 M 인산완충용액으로 단계적으로 희석한 뒤, L. casei 용액을 접종하여 37℃에서 18시간 배양한다. 표준용액은 안정한 환원형 Folinic acid 95-HCO-H4-PteGlu Calcium Salt; F7878, Sigma Chemical Co., USA)를 사용한다. 배양이 끝난 후 96-well microplate 혼탁도를 microplate reader(EL 800, Bio-Tek Instruments, Inc., USA)를 이용하여 흡광도를 측정하고, 표준용액의 흡광도와 비교하여 엽산농도를 측정한다.

(시험 2) 산느타리버섯 기능성 분석

산느타리버섯 기능성 분석에 사용된 시료는 시험 1과 같이 강원도농업기술원 환경연구과에서 육종하여 재배한 ‘호산’, ‘화산’ 품종과 대조구로는 경기도 동 농가에서 재배한 느타리버섯 ‘수향’을 사용하였다. 분석한 내용은 항암활성 등 다양한 기능성을 보이는 베타글루칸(β -glucan)과 항당뇨 활성을 보기 위하여 α -amylase 저해활성, 항산화활성을 측정하기 위하여 DPPH, ABTS radical 소거능을 아래와 같은 방법으로 분석하였다.

β -glucan 분석은 먼저 추출은 위하여 시료를 분쇄기로 균질화하여 100mesh 체에 통과 시킨다. 실온에서 20시간 연화시킨 후 pH6으로 고정시킨 시료를 thermostable α -amylase 로 95℃ 2시간 동안 효소처리하고 실온으로 냉각시킨다. pH 5로 조정하고 amyloglucosidase로 60℃에서 2시간 동안 수용 중에 교반한다. 효소를 불활성화시키기 위해 pH 4.5로 고정시킨 다음 95℃에서 30분간 수용상에서 교반, 냉각시킨다. absolute ethanol에 침전된 침전물을 세척하여 물에 녹인 수용액 상태의 시료를 pH 4.5로 맞춘 후 amyloglucosidase로 58℃에서 2시간 동안 재처리하였다. 처리

후 95℃에서 30분 동안 효소를 불활성 시킨 다음 냉각하고 absolute ethanol 로 재침전시켜 crude β-glucan 을 얻는다. 추출된 β-glucan 정제를 위하여 thermostable α-amylase, amyloglucosidase 및 protease 로 처리한 후 absolute ethanol로 침전, 여과, 물에 녹이는 과정을 3회 반복 후 10,000rpm 에서 10분간 원심분리하여 불용성 물질을 제거한 다음 동결건조 시켜 순수한 β-glucan을 얻어 낸다. β-glucan 정량 (효소법 McCleary's Megazyme Method)을 위하여 시료 0.1ml를 test tube에 넣고, lichenase enzyme 0.1ml, 40℃, 1시간 반응 후 식힌다. β-glucan enzyme 0.1ml 넣고 40℃, 15분간 반응 후 식힌다. glucose oxidase/oxidase/4-amino-antipyrin 3ml 넣고, 40℃, 20분 반응 후 식힌다. 510nm에서 O.D 측정한다. Std β-glucan 도 가열 용해시킨 후 100~500ppm 농도로 만든 후 같은 방법으로 처리한 후 측정한다.

생리활성 검정을 위하여 물/에탄올 추출물 조제를 위하여 산느타리버섯 시료를 냉풍제습건조기 (TJHP-1003, Joogang Precision, Daegu, Korea)에서 건조 하여 마쇄한다. 먼저, 에탄올 추출 물은 분말시료 20g에 에탄올 200ml을 첨가하여 상온에서 24시간 동안 2회 추출후 동결건조기 (PVTFD 10R, Ilshin Co., Ltd, Yangju, Korea)로 동결건조한다. 물 추출물은 분말시료 20g에 증류수 200ml을 첨가하여 60℃에서 24시간 동안 2회 추출한 다음 상등액을 분리하여 rotary vacuum evaporator(N-21NS, EYELA, Tokyo, Japan)로 완전농축 후 동결건조하여 제조한다.

항당노활성 검정을 위한 α-amylase 활성 검정은 에탄올추출물의 α-amylase 저해활성은 돼지 췌장 α-amylase(Sigma Co USA : 100U/mL)를 효소로 기질 p-nitrophenyl-α-maltoheptaoside (Megazyme, Ireland)를 0.1M phosphate buffer(pH 6.9)에 용해시켜 5 mM농도로 사용하였고, 반응시간은 10분으로 한다. Microplate reader를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였고, 효소 저해활성은 흡광도 변화로부터 계산한다. 표준품으로 아카보스(Byer-Korea)를 사용하여 메 탄올추출물의 저해활성을 비교한다.

항산화활성 DPPH radical 소거능 시험은 산느타리버섯 품종별 2가지 용매별(물/에탄올) 추출물 0.2mL에 0.2 mM의 DPPH 용액 0.8 mL를가하여 혼합 한 뒤 상온에서 30분간 반응시킨 후 microplate reader(UVM 340, ASYS Hitech GmbH, Engendorf, Austria)를 이용하여 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료는 3회 반복 실시하여 평균한다. DPPH radical 소거활성은 시료 용액의 첨가 구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타냈으며, DPPH radicals scavenging activity의 값이 50%가 되는 시료의 농도를 IC50값으로 구한다. 대조약제로는 기존의 항산화제인 ascorbic acid(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 비교한다.

* DPPH radicals scavenging activity(%) = (1-시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) × 100

ABTS radical 소거능은 7.4mM ABTS와 2.6mM potassium persulfate를 혼합 후 실온 암소 에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 ABTS용액 950uL에 농도별 추출물 50uL을 첨가 하여 실온에서 10분동안 방치한 다음, Microplate reader를 이용하여 734nm에서 흡광도를 측정 한다. ABTS radical소거 활성은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타냈으며, 기존의 항산화제인 ascorbic acid(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정한 후 활성을 비교한다.

* ABTS radicals scavenging activity(%)=(1-시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100

(시험 3) 산느타리버섯 재배 배지별 영양성분 분석

앞선 배지선발 시험에서 수량이 많았던 처리구의 영양성분과 베타클루칸을 분석하였다. 분석대상 배지처리번호와 내역은 2번배지(톱밥:면실피:비트펄프:면실피:건비지:맥주박 = 1:3:1:2:1:2(부피비), 3번배지(톱밥:면실피:면실피:맥주박 = 3:3:1:3), 6번 배지(톱밥:면실피:비트펄프:면실피:건비지:맥주박 = 1:5:2:2)를 시험에 사용하였으며, 분석 방법은 시험1과 동일하게 실시하였다.

(시험 4) 산느타리버섯 포장 필름별 선도유지 효과 구명

수확한 버섯의 품질 유지와 저장 수명 연장을 위한 적정 포장필름을 선별하기 위하여 산느타리 버섯 '호산' 품종을 경기도 여주 가나안 농장에서 생산된 버섯을 사용하였으며, 수확 즉시 24시간 동안 4℃에서 예냉한 후 소포장을 위하여 플라스틱용기에 산느타리 200g을 넣고 시험처리에 사용한 필름으로 밀봉포장하였다. 포장필름은 물방울이 맺히지 않는 PP (Polypropylene) 방담필름을 femtosecond laser로 가공한 비천공 필름으로 산소투과도가 각각, 0, 3,000, 5,000, 7,000 그리고 10,000 cc/m² · day · atm 인 필름으로 사용하였다. 대조구로는 농가에서 관행으로 사용하고 있는 선상저밀도폴리에틸렌(LLD-PE, 랩) 포장을 사용하였다. 저장온도는 4℃로 일주일 간격으로 3주간 생체중 감소율, CO₂발생량, O₂발생량, 경도, 종합선도(10점 척도), 이취, 경도 등을 조사하였다. 생체중감소율은 호흡에 의한 에너지소모, 건조에 의한 수분증발 등이 영향을 미치며, 증량감소율이라고 표현된다. 초기 시료의 중량과 측정시점에서의 중량이 차를 감모율이라 하며, 포장 또는 저장 전 시료의 중량과 저장 완료 후 포장을 제거한 후 중량의 차를 측정하여 계산한다. 포장내 이산화탄소 및 산소 농도는 다중가스분석기(Checkpoint, PBI Dansensor, Denmark)를 사용하였으며, 색도 Spectrophotometer(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 시료의 일정한 상당 부위를 10회 반복 측정한다. 측정 전 표준백판 (L=97.75, a=0.49, b=1.96)으로 보정한 후 사용하였으며 L(명도, Lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness)값으로 나타낸다. 경도는 경도계(Rheometer, Compac-100, SUN, Japan)를 이용하여 측정, 3mm인 probe를 장착하고 60mm/min의 속도로 압축하여 잎의 일정 부위의 최대강도를 10회 반복 측정하였으며, 최대 강도를 g-force단위로 나타낸다. 외관상 품질은 5명의 숙련된 패널에 의한 관능평가로 조사하였는데 관능평가 방법은 Minamide 법(Minamide, 1985)을 참고하여 0~10 점으로 채점기준으로 한다. 10 매우 신선, 8 좋음, 6 판매가능, 4 식용가능(약간 시들었으나 식용가능), 2 식용불가(겉게 시들어 식용하기 어려움), 0 부패 함. 0부터 10까지 등급으로 평가하였다. 모든 실험은 5반복으로 진행하였으며, 통계분석은 Microsoft Excel 2007 program을 이용하였다.

(시험 5) 산느타리버섯 저장온도별 선도유지 기간 설정

산느타리버섯 저장온도별 선도유지 기간 설정을 위하여 시험4에서 선별된 산소투과 무처리 폴리프로필렌(polypropylene) 방담 필름을 가지고 포장필름을 저장온도 0, 4, 8, 24℃에서 실험하였다. 시험재료는 시험4와 같이 경기도 여주 가나안 농장에서 생산된 '호산' 품종을 사용하였으며, 수확 즉시 24시간 동안 4℃에서 예냉한 후 소포장을 위하여 플라스틱용기에 산느타리 200g을 넣고

선발된 포장필름으로 밀봉 포장하였다. 저장온도(0, 4, 8, 24℃)는 인큐베이터(MIR-254, Panasonic co., Japan)를 활용하여 시험 하루전 온도를 안정화 시킨 후 시료를 저장한다. 저장 후 2일 간격으로 35일 까지 생체중 감소율, CO₂발생량, O₂발생량, 경도, 생체중감소율, 종합선도(10점 척도), 이취, 경도 등을 조사하였다. 이산화탄소 및 산소 농도는 다중가스분석기(Checkpoint, PBI Dansensor, Denmark)를 사용하였으며, 외관상 품질은 5명의 숙련된 패널에 의한 관능평가로 조사하였는데 0부터 10까지 등급으로 평가하였다. 모든 실험은 5반복으로 진행하였으며, 통계분석은 Microsoft Excel 2007 program을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제 : 산느타리버섯 고품질 생산체계 확립〉

(시험 1) 온도 및 pH별 균사생장속도 조사

산느타리버섯 육성 품종의 온도에 따른 균사생장조사의 결과는 표 1과 같고, 모든 품종에서 5℃에서는 균사가 성장하지 못하였고, 10℃부터는 균사가 성장하였으나 20℃까지 매우 저조하였으며, 25℃ 이상에서는 양호하였다. ‘호산’ 품종의 경우 25℃에서 균사생장속도가 3.9mm/day로 가장 빨랐고, 30℃에서는 조금 낮은 3.7mm/day를 나타냈다. ‘향산’과 ‘화산’ 품종은 모두 고온인 30℃에서 각각 9.1mm/day, 8.6mm/day로 가장 빠른 성장을 나타냈으며, 20℃ 이하에서는 저조하였다. 품종별로는 ‘호산’ 품종이 다른 두 품종에 비해 생장이 느렸고, ‘향산’과 ‘화산’ 품종은 비슷하였는데 이것은 ‘화산’ 품종의 교배모본이 ‘향산’ 품종이기 때문이며 지금까지 육성된 산느타리버섯 품종은 모두 25℃ 이상의 고온에서 잘 자라는 고온성 버섯으로 생각된다.

표 1-1. PDA배지 위에서 품종 및 온도별 균사생장 속도

(단위 : mm/day)

품 종	배양온도				
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃
호산	1.4	1.8	2.9	3.9	3.7
향산	1.3	2.1	4.3	7.5	9.1
화산	1.6	2.4	4.7	8.4	8.6

pH별 균사생장 조사결과 ‘호산’ 품종은 약알칼리성인 8에서 5.8mm/day로 생장이 가장 양호하였고, pH 9가 되면서 5.1mm/day로 낮아졌다. ‘향산’ 품종도 마찬가지로 pH가 8까지 높아질수록 균사생장이 빨라졌으며, pH 8에서 9.6mm/day로 정점을 보이다가 pH 9로 높아지면 8.7mm/day로 낮아졌다. ‘화산’ 품종은 pH 6이상에서는 8.0mm/day 이상으로 생장이 빨랐고, pH에 따른 차이는 없었다(표 2). ‘화산’ 품종은 pH에 큰 영향을 받지 않는 품종으로 생각되고, ‘호산’과 ‘향산’ 품종은 적정 pH 8로서 약알리성 배지에서 잘 자라는 호염기성 품종임을 알 수 있으며, 생육배지도 pH를 조금 높여 재배할 필요가 있다.

표 1-2. PDA배지 위에서 품종 및 pH별 균사생장 속도

(단위 : mm/day)

품 종	pH				
	5	6	7	8	9
호산	3.6	4.4	4.8	5.8	5.1
향산	6.5	8.0	7.8	9.6	8.7
화산	6.8	8.4	8.1	8.1	8.9

(시험 2) 최적 환경조건 구명

○ 최적 생육온도 구명

산느타리버섯 ‘호산’, ‘향산’ 및 ‘화산’의 형태적 특징에 미치는 온도의 영향을 조사하였다. 갓의 직경은 ‘호산’과 ‘향산’ 품종이 ‘화산’에 비해 다소 크게 나타났고, 온도에 따라서는 모든 시험 품종에서 온도가 높아질수록 갓은 작아지는 경향이였다. 대의 길이는 ‘화산’ 품종이 59~80mm로 가장 길었고 다음이 ‘향산’, ‘호산’ 순이었다. 대의 굵기는 반대로 ‘호산’ 품종이 9.8~11.6mm로 가장 굵었으며, ‘향산’, ‘화산’ 순으로 굵게 나타났다. 대의 길이를 굵기로 나눈 값을 보면 ‘호산’ 품종이 3.5~6.5로 가장 작았고, 다음이 ‘향산’ 품종으로 4.2~7.1이었으며, ‘화산’ 품종이 6.1~11.1로 가장 크게 나타났다. 이것은 ‘호산’ 품종의 형태적 특성이 짧고 굵은 것을 나타내며, ‘화산’ 품종은 길고 가늘다는 것을 의미한다. 생육온도별 차이를 살펴보면 온도가 높아질수록 대는 길어지고, 대의 굵기는 작아졌으며, 향산의 17℃ 처리를 제외하면 대의 길이를 굵기로 나눈 값은 온도가 높아질수록 값이 커지는 경향이였다. 이것은 온도가 올라가면 대는 길어지고 가늘어진다는 것을 의미한다.

산느타리버섯 ‘호산’, ‘향산’ 및 ‘화산’의 생육 및 수량에 미치는 온도의 영향을 조사하였다. 초발이 소요일수는 품종별 차이가 없었고 온도별에서는 13℃가 4일로 나타났고 나머지 온도에서는 3일로 차이가 없었다. 생육일수에서는 품종별로는 ‘화산’ 품종이 3~4일로 ‘호산’, ‘향산’ 품종의 3~5일보다 1일정도 빠른 것으로 나타났다. 온도별로 살펴보면 모든 품종에서 온도가 높아질수록 생육일수가 줄어드는 결과를 얻었고 19℃에서는 모든 품종이 3일로 같았다. 유효경수의 조사에서는 ‘화산’ 품종이 15개 내외로 가장 많았고, ‘호산’과 ‘향산’ 품종은 11개 내외로 비슷하였다. 온도에 따른 유효경수의 차이는 크게 없었고, 19℃에서 ‘호산’과 ‘화산’ 품종이 각각 13.6, 17.9개로 가장 높게 나타났다. 병당 수량도 마찬가지로 ‘화산’ 품종이 150g 이상으로 가장 높았고, ‘호산’과 ‘향산’ 품종은 120g 내외로 비슷하였다. 온도별로 살펴보면 19℃에서 ‘향산’을 제외한 ‘호산’과 ‘화산’ 품종에서 가장 높은 수량을 나타냈으나 갓이 일부 말리거나 대가 지나치게 가늘어 지는 현상이 나타나는 등 품질 면에서는 다소 좋지 않았다. 따라서 모든 품종에서 15~17℃의 생육온도가 수량과 품질 면에서 가장 좋은 것으로 판단되었다.

표 1-3. 생육온도별 생육 및 수량특성 조사(호산)

생육온도	초발이소요 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔 ¹⁾		
								L	a	b
13℃	4	5	56.2	41.2	11.6	11.2	124.2	30.7	6.4	4.3
15℃	3	5	55.1	51.9	14.3	11.0	121.7	33.4	7.2	6.4
17℃	3	4	51.7	48.7	9.8	11.9	128.3	36.8	7.0	7.1
19℃	3	3	50.5	64.0	9.8	13.6	131.1	37.9	7.4	7.3

¹⁾ L : White(+) ~ Black(-), a : Red(+) ~ Green(-), b : Yellow(+) ~ Blue(-)

표 1-4. 생육온도별 생육 및 수량특성 조사(향산)

생육 온도	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
13℃	4	5	54.3	47.6	11.2	11.3	123.4	33.5	5.5	3.7
15℃	3	5	56.9	67.1	11.3	11.2	122.7	39.3	6.0	5.5
17℃	3	4	59.6	54.6	11.0	12.1	129.1	38.5	6.8	6.7
19℃	3	3	52.2	68.5	9.6	11.1	110.2	43.5	6.9	7.3

표 1-5. 생육온도별 생육 및 수량특성 조사(화산)

생육 온도	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
13℃	4	4	50.4	59.9	9.7	15.3	155.3	39.8	5.2	4.3
15℃	3	4	45.3	64.4	10.1	14.1	158.6	36.7	4.7	3.3
17℃	3	3	49.1	63.3	8.0	15.7	154.4	35.9	6.5	5.4
19℃	3	3	46.0	80.2	7.2	17.9	161.5	35.4	6.8	5.6

○ 최적 생육습도 구명

산느타리버섯 생육습도에 따른 품종별 생육 및 수량특성 조사 결과 표 5, 6과 같다. 호산 품종은 습도가 높아짐에 따라 갓이 커지는 경향을 나타냈고 유효경수 및 수량도 마찬가지로 95% 처리가 병당 10.4개, 111.1g으로 가장 높았다. 다음이 90% 처리로서 9.9개, 110.7g을 나타냈다. 반면 생육 일수는 95%처리가 1일 빠른 3일로 이었고 다른 모든 처리는 4일이었다.

자산 품종에서도 마찬가지로 95% 처리가 병당 수량이 120.8g으로 가장 높게 나타났다. 생육일수는 90% 이상에서 2일로 빨랐고, 80과 85% 처리는 3일로 1일 늦었다. 갓의 형태나 유효경수에 있어서는 일관성이 없는 결과가 나타났다.

표 1-6. 생육습도에 따른 '호산' 품종의 생육 및 수량특성

습도 (%)	초발이소요 일수(일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
80	2	4	49.3	52.8	9.8	9.2	95.6	36.9	6.4	11.3
85	2	4	50.2	46.9	10.5	9.3	100.9	36.2	6.3	10.7
90	2	4	52.9	48.0	11.1	9.9	110.7	34.5	6.2	9.7
95	2	3	52.8	51.4	10.1	10.4	111.1	36.6	6.5	10.6

표 1-7. 생육습도에 따른 '자산' 품종의 생육 및 수량특성

습도 (%)	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
80	2	3	48.5	41.9	8.4	11.5	111.6	36.4	5.8	9.7
85	2	3	51.0	41.8	8.6	11.5	116.0	35.0	5.9	9.3
90	2	2	48.2	43.9	8.6	10.3	115.0	32.8	5.9	8.7
95	2	2	47.9	42.3	8.9	10.8	120.8	33.5	5.8	8.6

(시험 3) LED 이용효과 구명

○ 1차시험(15)

본 시험에서는 청색광과 백색광이 혼합된 LED 등을 이용하였고, 광원별 밝기는 형광등 460lux, LED 150lux, 형광등과 LED 혼합처리는 592lux를 나타냈다.

표 1-8. '호산' 품종에서 LED 이용에 따른 생육 및 수량특성

구분	초발이소요일수 (일)	생육일수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경 수(개)	수량 (g)	갓의 색도		
								L	a	b
형광등	3	3	54.6	41.2	12.3	11.5	137.6	28.9	5.3	4.5
LED	3	3	51.4	41.6	9.9	12.0	137.3	28.8	5.0	4.3
형광등+LED	3	3	51.2	33.7	9.8	9.9	129.3	28.3	5.0	4.4



형광등



LED



형광등+LED

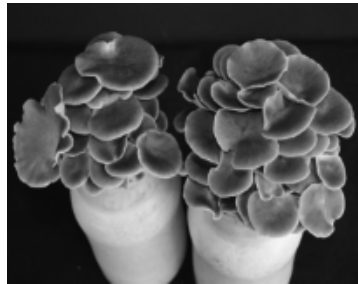
1차시험에서는 호산과 화산 품종을 이용하여 광원별 생육 및 수량특성 조사를 실시하였고 그 결과는 표 7, 8과 같다. 호산 품종은 LED 처리가 다소 선택이나 발이 등에서 양호하였고, 수량에서는 형광등과 LED 등이 유사하게 나타났으며, 형광등과 LED 혼합처리시 다소 낮았다. 화산 품종 조사결과 생육특성은 모든 처리가 비슷하였으나 수량에서는 LED 처리가 수량성이 가장 높았다.

표 1-9. '화산' 품종에서 LED 이용에 따른 생육 및 수량특성

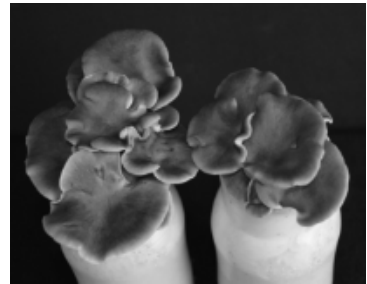
구분	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경 수(개)	수량 (g)	갓의 색도		
								L	a	b
형광등	3	3	50.1	40.8	8.9	11.2	130.8	29.5	4.6	3.9
LED	3	3	48.3	37.7	7.5	12.1	153.9	29.8	4.7	3.8
형광등+LED	3	3	52.2	40.8	9.2	10.7	129.4	28.8	4.5	3.5



형광등



LED



형광등+LED

○ 2차시험(16)

2차 시험에서는 호산과 자산 품종을 이용하여 광원별 생육 및 수량특성을 조사하였고 그 결과는 표 10, 11과 같다. 호산과 자산 품종 모두 형광등과 LED 병행처리에서 가장 높은 수량을 나타냈고 유효경수 또한 가장 많았다. 형광등과 LED 단독처리구에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 1-10. '호산' 품종에서 LED 이용에 따른 생육 및 수량특성

광원	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
형광등	3	3	50.3	50.5	10.6	12.1	120.6	35.5	6.2	10.5
LED	3	3	51.8	51.3	10.3	11.3	119.3	36.4	6.3	10.9
형광등+LED	3	3	55.5	48.3	10.6	14.3	141.3	35.6	6.5	11.1



형광등



LED



형광등 + LED

표 1-11. '자산' 품종에서 LED 이용에 따른 생육 및 수량특성

광원	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
형광등	2	3	47.4	41.7	9.2	11.8	129.3	31.0	5.3	7.9
LED	2	3	47.9	42.0	8.7	12.7	134.1	30.9	5.8	8.3
형광등+LED	2	3	46.1	40.6	8.2	13.1	141.1	30.6	5.5	8.0



형광등



LED



형광등 + LED

(시험 4) 저온처리효과 구명

○ 저온처리 시간에 따른 생육 및 수량특성

산느타리버섯 품종별 저온처리 효과로서 배양완료후 5℃ 저장고에서 0, 6, 12, 18, 24시간 저온처리 실시후 재배사에 치상하여 6일차의 생육특성을 조사하였고 그 결과는 표 12, 13과 같다. 호산 품종에서는 12시간 처리가 가장 양호하였으나 12시간 이상의 처리에서는 비교적 차이가 크지 않았다. 화산 품종은 저온처리를 하지 않은 처리구가 151.6g으로 가장 수량이 높았고, 12시간 이상의 처리는 비슷하였다. 따라서 산느타리버섯의 발이를 균일하게 하고 수량성을 높이기 위해서는 12시간의 저온처리가 바람직하다.

표 1-12. 저온처리 시간에 따른 호산 품종의 생육 및 수량특성

저온 처리시간	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경 수(개/병)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
0	3	3	52.3	52.7	9.4	8.4	116.1	38.7	6.1	11.9
6	3	3	50.9	52.1	9.3	9.2	119.6	37.2	5.7	11.2
12	3	3	48.1	47.3	10.9	10.9	130.9	33.7	5.6	9.9
18	3	3	50.6	50.2	9.7	9.3	126.9	40.7	6.0	12.2
24	3	3	51.0	51.3	10.4	8.9	128.6	37.1	5.6	11.0

표 1-13. 저온처리 시간에 따른 화산 품종의 생육 및 수량특성

구분	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경 수(개/병)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
0	3	3	51.7	53.4	8.6	13.5	151.6	37.3	5.9	10.8
6	3	3	46.2	55.4	8.5	11.3	116.2	44.4	4.9	10.6
12	3	3	46.8	59.6	7.6	13.7	146.6	39.1	5.3	10.1
18	3	3	47.0	56.0	8.6	13.5	141.6	38.1	5.5	10.4
24	3	3	46.2	52.9	8.0	14.0	140.7	38.2	4.8	9.6

(시험 5) 구연산 첨가 효과 구명

산느타리버섯 병재배시 구연산 첨가효과를 조사하였고 그 결과는 표 14와 같다. ‘호산’ 품종에서는 구연산을 첨가하지 않았을 경우 유효경수 14.0, 수량 144.9g으로 가장 양호하였으나 0.2%까지는 차이가 크지 않았으며, 구연산 0.4% 첨가에서는 수량이 126.7g으로 저조하였다. ‘화산’ 품종에서도 마찬가지로 구연산을 첨가하지 않는 처리가 가장 수량이 높았고 구연산의 첨가량이 많아짐에 따라 수량이 줄어드는 경향이였다.

표 1-14. 구연산 첨가에 따른 생육 및 수량특성 조사

품종	구연산 첨가율(%)	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
									L	a	b
호산	0	3	4	48.6	55.7	9.9	14.0	144.9	39.4	6.5	7.3
	0.1	3	4	51.8	55.9	10.1	11.6	141.2	38.7	6.6	7.3
	0.2	3	4	48.3	53.9	8.2	13.3	141.3	37.2	6.7	7.3
	0.4	3	4	49.9	56.6	9.2	11.9	126.7	40.4	6.8	7.3
화산	0	3	3	50.9	76.4	9.6	16.2	145.5	38.4	6.7	6.3
	0.1	3	3	43.9	72.2	8.9	16.2	142.2	37.7	6.4	5.8
	0.2	3	3	43.7	74.4	9.3	19.4	140.7	37.7	6.9	6.3
	0.4	3	4	47.6	74.1	9.5	15.5	139.6	36.8	6.7	6.0

* 1,100cc 병재배, 배지조성(V/V, %) : 미루나무툽밥 10+면실피 50+면실박 20+비트펄프 20

(시험 6) 비가림하우스 균상재배기술 개발

○ 1차 시험

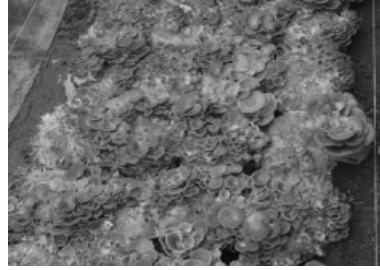
표 1-15. 비가림하우스 균상재배시 품종별 생육 및 수량특성

품종	수확일자	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/2kg 배지)	수량 (g/2kg 배지)	갓 색깔		
							L	a	b
호산	9/13-9/14	61.2	35.5	11.5	9.9	112.6	50.7	5.0	14.0
화산	8/29-8/31	58.0	38.7	10.7	26.4	277.9	47.5	4.9	12.9

* 접종 6/25, 입상 8/27



호산



화산

비가림하우스 균상재배기술 1차시험은 호산과 화산 품종을 이용하여 수행하였고 그 결과는 표 15와 같다. 비가림하우스내에 균상을 설치후 봉지배지를 생육시킨 결과 ‘호산’품종은 수확일자가 9월 13-14일로 늦었고, 발이가 잘 이루어지지 않아 수량성 또한 낮았다. ‘화산’품종에서는 균상에 매립후 3일차부터 수확해서 매립 5일 만에 모두 수확을 완료하였으며 수량또한 3kg 봉지배지당 278g으로 높았다. ‘호산’품종은 배양에 문제가 있었을 것으로 판단되어 후년에 재시험으로 다시 검토할 계획이다. 시험을 고온기인 8월 하순에 실시하여 갖의 선택에 있어서는 다소 연한 갈색으로 나타났고, 토양의 흙이 갖에 묻어 나오는 단점이 발생하여 이를 개선하기 위한 시험이 필요하다.

○ 2차 시험

비가림하우스 균상재배기술 1차시험은 호산과 화산 품종을 이용하여 수행하였고 그 결과는 표 16과 같다. 7월 하순 입상은 2kg배지, 흰색 투명비닐을 이용하였고, 호산과 자산 품종 모두 선택, 형태 및 수량 등에서 좋지 않은 결과를 나타냈으며, 1주기 이후에는 온도가 높아 부패하는 등 수확이 불가능하였다. 9월 하순 입상은 1.2kg 배지, 검은색 불투명 비닐을 이용하였고, 자산의 경우 371g으로 매우 높은 수량을 나타냈으며 호산은 229g으로 다소 낮았다. 10월 중순 입상은 2kg 배지, 흰색 투명비닐을 이용하였고, 두 품종 모두 낮은 기온으로 인하여 품질과 수량이 좋지 않았다. 호산 품종은 자실체가 발생하지 않았으나 자산 품종은 봉지당 138g으로 다소 발생하여 호산보다 저온에 대한 내성이 큰 것으로 나타났다.

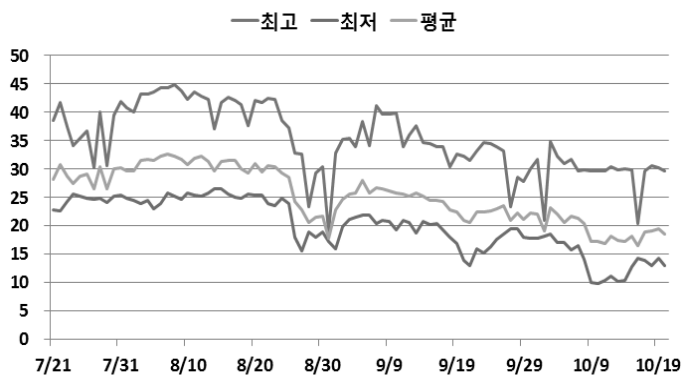


그림 1-1. 비가림하우스내 재배시기별 온도변화(16)

표 1-16. 비가림하우스 균상재배시 품종별 생육 및 수량특성

품종	입상시기	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/봉지)	수량 (g/봉지)	갓 색깔		
							L	a	b
호산	7월 하순*	51.9	38.4	9.7	16.4	193.7	58.1	4.3	13.6
	9월 하순**	42.9	42.6	10.6	21.4	229.0	41.9	5.4	11.6
	10월 중순*	-	-	-	-	-	-	-	-
자산	7월 하순*	48.8	27.6	7.7	16.6	221.2	48.2	5.0	12.3
	9월 하순**	50.3	48.5	10.0	34.2	371.0	45.3	5.1	11.7
	10월 중순*	45.0	49.4	8.9	12.4	138.0	37.3	5.0	9.3

* 2kg 배지, 흰색투명비닐 이용, ** 1.2kg 배지, 검은색비닐 이용

(시험 7) 원목재배기술 개발

○ 산느타리버섯 원목재배시 수종별 생육 및 수량특성 조사

산느타리버섯 원목재배에 적합한 수종을 선발하기 위하여 버드나무 등 6종을 수집하여 생육 및 수량특성을 조사하였다. 토양에 원목을 매립한 뒤 지온 및 토양수분함량을 조사한 결과 평균지온은 5월 중순 15℃~18℃이었다가 6월로 접어들면서 20℃이상 오른뒤 8월 초에 25℃ 전후로 가장 높았으며, 9월 중순이 되어서야 20℃이하로 내려갔다. 평균 지온이 20℃전후인 5월 하순과 9월 상순경에 자실체의 발생이 많았다. 토양의 수분함량은 스프링클러를 이용하여 관수한 날에는 0.25m³/m³으로 높아졌고 관수를 오랫동안 하지 않으면 5월 중순처럼 0.12m³/m³까지 내려갔다. 버섯의 자실체는 주로 늦여름부터 가을에 발생하기 때문에 8월부터 토양 표면이 마르지 않도록 관리했으며, 8월 이후에는 토양수분함량이 0.20m³/m³ 이상의 값을 나타냈다.

원목 수종별 균사배양 특성을 조사한 결과 버드나무, 벗나무, 은사시나무, 뽕나무 등은 배양이 빠르고 균사밀도가 치밀하였으나 오리나무와 자작나무는 균사배양이 늦었고 균사밀도 또한 낮았다(표 17).

‘호산’ 품종에서 수종별 원목재배결과 자실체의 크기는 수종별로 큰 차이가 없었고 유효경수는 버드나무가 30.7개로 가장 많았으며, 다음이 벗나무, 오리나무로서 각각 26.4개, 22.7개이었다. 수량에 있어서는 버드나무가 312g으로 가장 높았고, 다음이 벗나무, 뽕나무로서 290g, 213g이었으며, 은사시나무, 오리나무, 자작나무는 200g 이하로 낮은 수량을 나타냈다(표 18).

‘향산’ 품종에서 수종별 원목재배결과 ‘호산’ 품종과 같이 자실체의 크기는 수종별로 큰 차이가 없었다. 유효경수 조사에서는 버드나무가 31.7개로 가장 많았으며, 다음이 벗나무, 은사시나무로서 각각 25.9개, 16.5개이었다. 수량에 있어서도 마찬가지로 버드나무가 308g으로 가장 높았고, 다음이 벗나무, 은사시나무로서 247g, 129g이었으며, 뽕나무, 오리나무, 자작나무는 100g 이하로 매우 낮은 수량을 나타냈다(표 18).

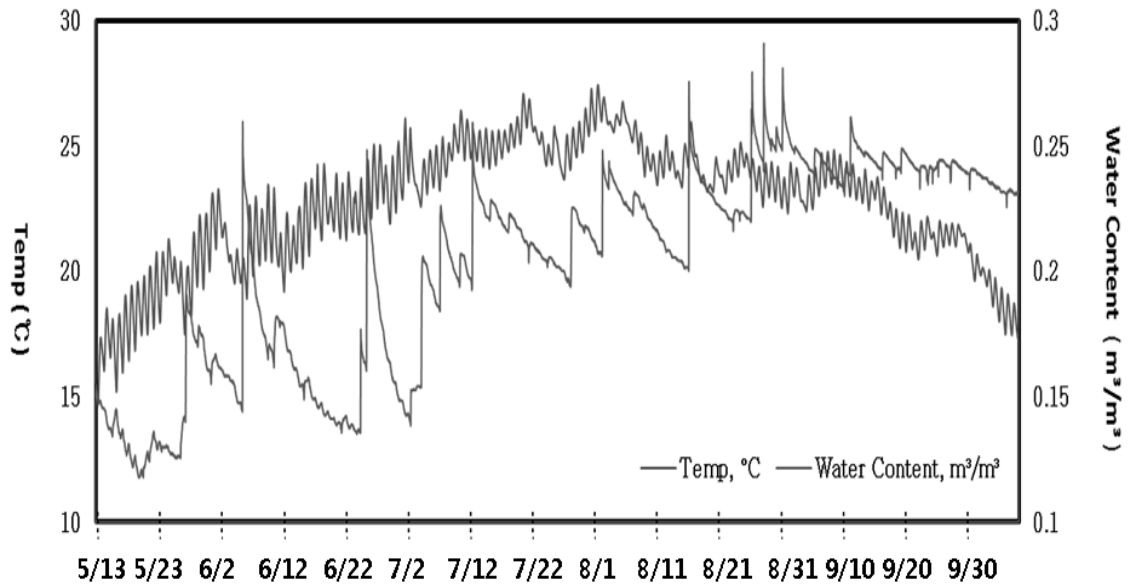


그림 1-2. 산느타리버섯 원목재배 하우스의 토양온도 및 수분함량

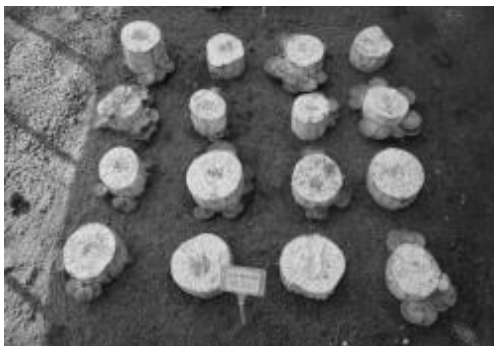
표 1-17. 산느타리버섯 원목재배 수종별 배양적 특성

수종명	원목 수종		품종	균사생장
	학명	영명		
버드나무	<i>Salix koreensis</i> Andersson	Willow	호산	+++
			향산	+++
벚나무	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	Cherry	호산	+++
			향산	+++
뽕나무	<i>Morus alba</i> L.	Mulberry	호산	+++
			향산	+++
은사시나무	<i>Populus tomentiglandulosa</i> T. B. Lee	Hybrid Suwon Poplar	호산	+++
			향산	+++
오리나무	<i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steud.	Alder tree	호산	++
			향산	++
자작나무	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	White birch	호산	++
			향산	++

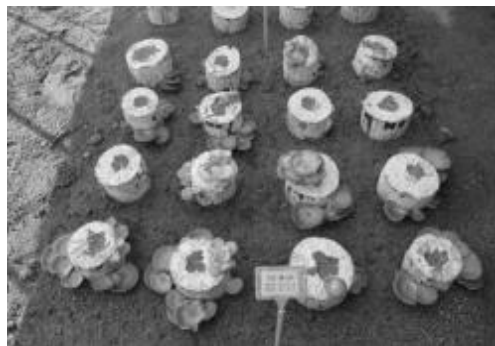
* 균사생장 : - 배양되지 않음, + 배양속도 늦음, ++ 배양속도 중정도, +++ 배양속도 빠름

표 1-18. 산느타리버섯 원목재배 수종별 생육 및 수량특성

품종	원목 수종	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (ea/log)	수량 (g/log)
호산	버드나무	77.7	36.85	8.1	30.7	312.0
	벚나무	66.1	54.8	10.4	26.4	290.0
	뽕나무	83.1	48.2	11.4	18.9	212.9
	은사시나무	77.1	39.9	9.7	18.4	145.9
	오리나무	77.1	51.3	25.5	22.7	171.2
	자작나무	69.3	36.8	8.0	15.8	156.1
향산	버드나무	62.2	36.6	9.5	31.7	308.3
	벚나무	61.3	37.8	8.8	25.9	247.1
	뽕나무	60.0	33.6	10.8	11.0	82.2
	은사시나무	59.4	46.3	11.6	16.5	128.7
	오리나무	73.9	39.2	10.1	12.7	94.9
	자작나무	64.4	32.0	10.7	11.0	77.2



버드나무



벚나무



오리나무



자작나무

그림 1-3. 원목 수종별 산느타리버섯 원목재배 모습

○ 참나무 이용 원목재배

원목재배 2차 시험에서는 참나무 단목을 이용하여 호산과 화산 품종에서 생육 및 수량특성을 조사하였다.

참나무 단목을 이용한 원목재배 결과 1년차에서는 두 품종 모두 5월 27일부터 9월 30일까지 수확하였고, '호산' 품종이 원목당 788g으로 '화산' 품종보다 높게 나타났다. 2년차 조사결과자실체의 발생은 화산 품종이 5월 27일부터 발생하였으나 호산 품종은 9월 25일부터 발생하였다. 수량에 있어서는 호산 품종이 261.7g으로 화산 품종 116.4g보다 수량이 높게 나타났다.

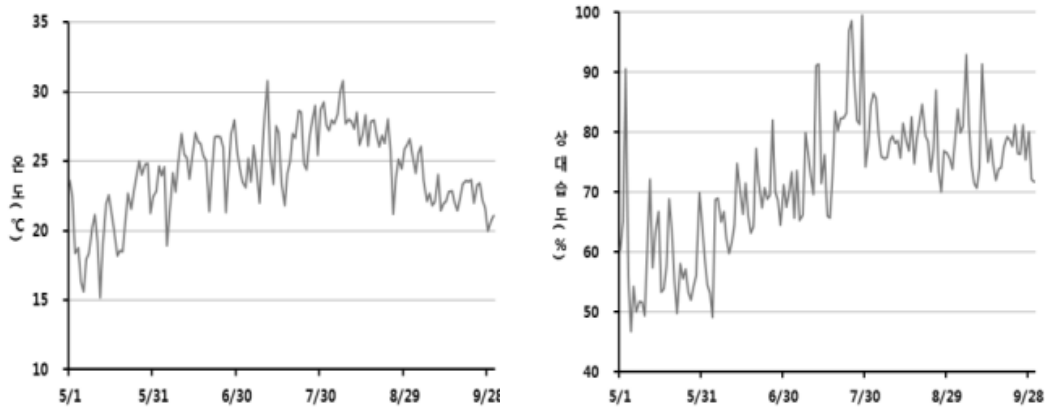


그림 1-4. 하우스내 시기별 온도 및 상대습도

표 1-19. 참나무 이용 원목재배시 품종별 생육 및 수량특성(1년차)

품종	수확일자	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/원목)	수량 (g/원목)	갓 색깔		
							L	a	b
호산	5/27-9/30	55.4	36.1	9.4	63.2	788.0	48.5	5.2	11.4
화산	5/27-9/30	51.7	47.5	6.1	29.3	268.5	55.5	4.7	12.7

* 접종 '15. 1/2, 매립 '15. 5/20

표 1-20. 참나무 이용 원목재배시 품종별 생육 및 수량특성(2년차)

품종	수확일자	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/원목)	수량 (g/원목)	갓 색깔		
							L	a	b
호산	9/25-10/23	52.4	27.6	9.3	22.6	261.7	53.6	4.6	12.8
화산	5/27-9/30	53.0	38.1	6.4	12.0	116.4	56.2	4.3	12.1



호산



화산

○ 참나무 원목재배기술 농가실증

- 실증규모 : 비가림하우스 1동 330m²(중균 1,000병 분양)
 - 생육 및 수량특성
 - 자실체 발생시기 : 8월 하순 - 9월 하순 (3주기)
 - 원목당 수량은 1kg 정도 추정
- ⇒ 하우스 설치가 지연되어 노지에 방치됨으로써 수확 및 판매 불가



산느타리버섯 원목배양



토양매립



노지방치

(시험 8) 농가 현장 애로사항 발굴 및 해결

- 현지기술 지도 : 화천, 영월 등 년 5회 이상
- 갯말림 현상 구명
 - 20℃이상의 고온 및 CO₂ 농도 2,000ppm 이상에서 심하게 발생
 - ⇒ 재배실의 온도는 15~17℃, 환기를 통해 CO₂ 농도 1,100ppm이하 유지
- 측면발이 발생 해결
 - 배양중 조명에 의해 발생 → 배양시 암조건 유지
- 봉지재배 발이불량
 - 발생원인 : 배지조제시 수분 부족 및 과다
 - ⇒ 적정 수분함량 조절 65% 내외

<제2세부과제 : 산느타리버섯 생산비 절감기술 개발>

(시험 1) 최적배지 개발

가. 혼합비율별에 따른 특성조사

혼합비율별 재배실에 입상후 7일차 특성조사 결과 호산품종에서는 표 2-7.과 같이 대조구인 6번 배지[미루나무톱밥(20)+면실피(50)+면실박(10)+비트펄프(20)]보다 1번배지[미톱(30)+면실피(40)+면실박(10)+비트펄프(20)], 5번배지[미톱(10)+면실피(40)+면실박(10)+비트펄프(20)+콘코브(20)]의 수량이 각 22.4, 15.9% 증가하였으며, 화산품종에서는 표 2-8.과 같이 대조구인 6번보다 1번, 5번 배지의 수량이 각 22.8, 17.5% 증가하였음.

표 2-7. 처리배지별 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갯경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갯 색깔 ¹⁾		
								L	a	b
1	3	4	55.6	62.9	14.4	12.4	131	41.2	6.5	6.5
2	3	4	47.5	67.3	10.1	9.6	100	37.9	4.8	4.5
3	3	4	52.2	64.8	12.6	8.4	88	37.2	5.1	4.4
4	3	4	47.9	65.5	10.8	9.7	103	37.4	7.2	7.8
5	3	4	51.8	63.7	11.1	11.4	124	36.1	6.6	6.5
6(대조)	3	4	52.9	57.2	10.6	10.1	107	37.2	6.9	7.3

¹⁾ L : White(+) ~ Black(-), a : Red(+) ~ Green(-), b : Yellow(+) ~ Blue(-)

표 2-8. 처리배지별 생육 및 수량특성(화산)

처리 번호	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
1	3	3	54.7	72.9	9.0	13.1	140	40.0	6.6	6.3
2	3	3	43.9	71.2	8.6	10.6	108	36.5	6.2	5.6
3	3	3	44.2	81.9	8.8	11.6	121	42.5	7.0	7.0
4	3	3	49.4	81.1	9.3	12.0	118	39.9	6.4	6.6
5	3	3	56.8	77.0	8.6	13.0	134	40.9	7.1	6.9
6(대조)	3	3	54.9	72.2	8.8	10.7	114	41.4	6.7	6.7

나. 케이폭박이용 생육특성

케이폭박을 이용하여 생육특성 조사결과, 호산품종에서는 표 2-9.와 같이 대조구가 115.7g/병으로 수량이 가장 높았으며 처리별 배지는 대조구에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 화산품종에서는 표 2-10.과 같이 대조구[미톱(60)+면실피(10)+면실박(10)+비트펄프(20%)]가 124.1g/병으로 케이폭박이 첨가된 2번배지[미톱(50)+면실박(10)+비트펄프(20)+케이폭박(20%)]가 138.1g/병으로 수량이 11.3% 증가하였음.

표 2-9. 처리배지별 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
I	3	4	54.7	34.8	11.9	7.4	83.9	30.5	5.1	7.9
II	3	3	57.1	42.8	12.0	10.4	89.9	34.1	5.6	9.5
III	2	3	54.8	47.0	11.5	9.8	93.8	33.4	5.9	9.3
IV	4	4	53.0	35.8	8.8	8.8	71.0	35.8	5.1	10.2
V(대조)	2	2	56.5	48.0	12.4	12.0	115.7	33.1	5.6	9.7

표 2-10. 처리배지별 생육 및 수량특성(화산)

처리 번호	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
I	3	4	48.0	47.4	9.5	7.8	74.6	34.6	4.9	8.4
II	3	4	56.4	47.9	9.3	12.2	138.1	35.1	5.3	9.2
III	3	4	53.5	47.4	9.0	11.0	122.6	42.8	4.3	9.7
IV	3	4	48.4	35.2	8.3	7.2	89.4	38.8	4.9	9.5
V(대조)	3	3	46.7	48.1	8.5	13.8	124.1	37.1	5.4	9.0

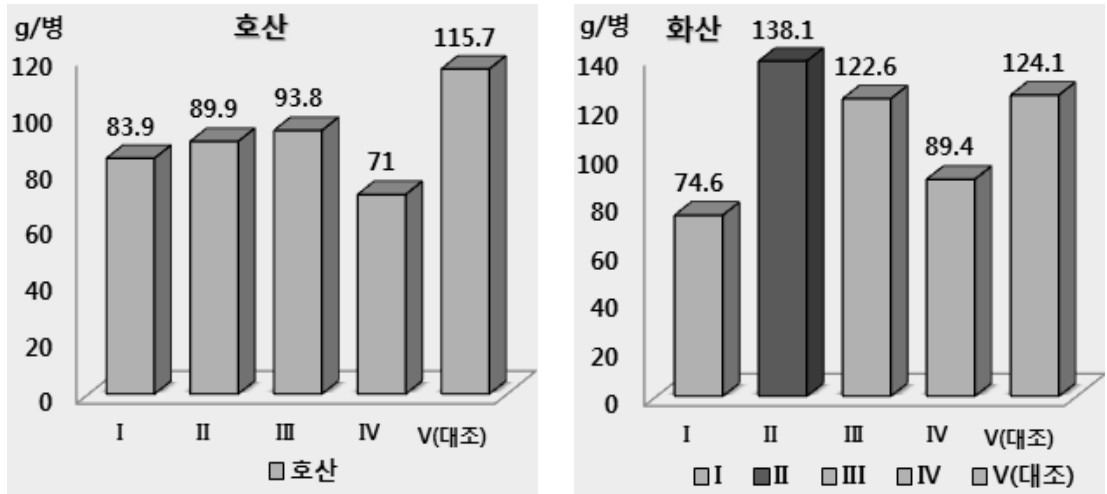


그림 2-1. 처리배지별 수량비교

다. 맥주박, 건비지이용 생육특성

본 시험에서는 맥주박과 건비지를 이용하여 수량 등 생육특성을 조사하였다. 각 배지재료별 성분 조사 결과 표 2-11.과 같이 나타났으며, 배지조성별 성분조사 결과 표 2-12.와 같이 IV번 배지의 pH가 다른 배지보다 높았고, C/N율은 낮게 나타났다. 맥주박, 건비지 이용 생육특성 조사결과, 호산 품종에서는 IV번배지가 116.1g/병으로 가장 높았으며, 화산품종 또한 IV번배지의 수량이 128.6g/병으로 가장 높게 나왔다. 두 품종 모두 맥주박, 건비지를 첨가하지 않은 IV번 대조구의 수량이 가장 높게 나타났는데 그 원인으로 그림 2-2.에서 보는 바와 같이 I~III번배지의 pH가 4.38~4.45로 IV번 배지보다 다소 낮았으며, C/N에서는 I~III번배지가 31.37~33.88로 IV번배지보다 높은 것으로 나타나, 이 두가지 특성이 수량 감소 원인으로 사료됨

표 2-11. 배지재료별 성분조사 결과

구분	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	NaCl (%)	P ₂ O ₅ (%)
미루나무	7.29	0.28	46.18	164.9	0.51	0.33	0.07	0.04	0.65
비트펄프	4.31	1.67	41.39	24.8	0.52	0.45	0.31	0.35	0.64
면실박	6.48	7.40	41.74	5.64	0.31	1.60	0.82	0.49	1.59
면실피	5.86	1.40	42.59	30.4	0.32	0.98	0.27	0.12	0.69
건비지	5.98	3.33	43.31	13.0	0.76	1.53	0.25	0.06	0.90
맥주박	5.62	2.06	26.36	12.8	0.39	0.08	0.20	0.06	1.37

표 2-12. 배지조성별 성분조사 결과

구분	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	NaCl (%)
I	4.38	1.28	43.36	33.88	0.58	0.36	0.29	0.10
II	4.43	1.39	43.61	31.37	0.66	0.59	0.30	0.10
III	4.45	1.35	44.07	32.64	0.56	0.45	0.27	0.09
IV(대조)	5.04	2.36	43.86	18.58	0.57	0.42	0.28	0.09

표 2-13. 처리배지별 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
1	46	47.2	40.8	11.2	7.0	71.8	43.7	5.5	12.2
2	46	48.7	37.5	11.1	6.5	66.4	41.9	5.6	12.1
3	46	44.1	37.8	9.8	6.5	54.6	39.4	5.9	11.6
4(대조)	46	45.2	42.9	8.0	11.7	116.1	35.5	5.5	10.3

표 2-14. 처리배지별 생육 및 수량특성(자산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
1	46	44.0	39.0	9.0	8.3	73.0	37.4	5.1	9.6
2	46	42.7	40.0	9.0	9.9	89.1	35.1	5.3	8.9
3	46	47.8	45.5	10.6	7.7	76.7	35.6	5.0	9.0
4(대조)	45	46.9	45.0	8.6	12.7	128.6	32.8	5.1	8.4

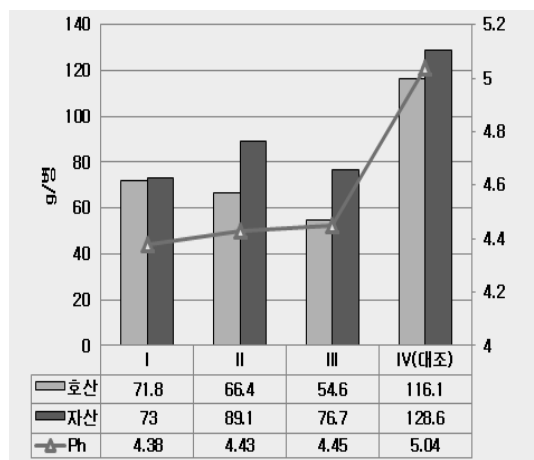
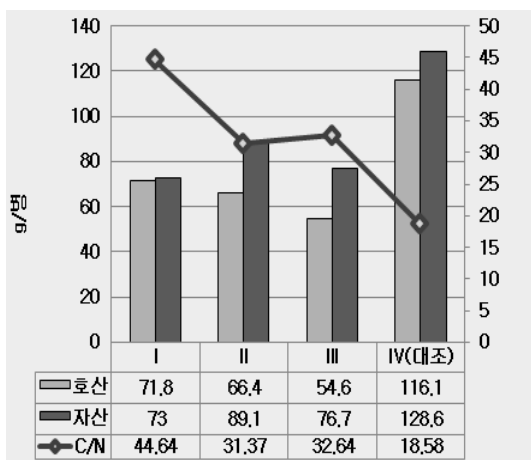


그림 2-2. pH, C/N율과 수량과의 상관관계 분석

(시험 2) 커피부산물 이용 영양원 대체효과 구명

본 시험에서는 커피부산물(커피찌꺼기)과 채프를 이용하여 산느타리버섯 재배에 적합한 지 시험하였다. 표 2-15.와 같이 커피부산물 등 배지재료별 성분을 조사하였으며, 표 2-16.과 같이 혼합배지별 성분조사를 하였음. 커피부산물을 이용하여 수량 등 생육특성 조사결과 표 2-17, 2-18.에서 보는 바와 같이 호산품종에서는 커피부산물을 첨가하지 않은 6번배지의 수량이 118g/병으로 가장 높았으며, 화산품종 또한 커피부산물을 첨가하지 않은 6번배지가 127g/병으로 가장 높게 수량이 나타났다. 산느타리버섯 재배에서는 커피부산물이 적합하지 않은 것으로 사료된다.

표 2-15. 커피부산물 및 배지영양원 분석결과

구분	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	NaCl (%)
커피부산물	5.60	1.18	24.26	20.6	0.19	0.60	0.22	0.05
채프	-	2.92	42.57	14.6	1.17	1.00	0.33	0.09
밀기울	6.51	2.28	39.83	17.5	0.14	0.87	0.41	0.06
미강	6.57	2.09	42.22	20.2	0.12	1.35	0.98	0.06
비트펄프	4.40	1.27	39.55	31.1	1.10	0.08	0.29	0.11
면실박	6.31	7.02	41.25	5.9	0.33	1.37	0.84	0.07

표 2-16. 혼합배지별 분석결과

처리 번호	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	NaCl (%)	P ₂ O ₅ (%)
1	4.86	1.54	45.63	26.8	0.41	0.91	0.29	0.17	2.05
2	4.96	1.70	45.42	26.7	0.62	1.00	0.31	0.64	2.00
3	4.96	1.63	45.06	27.6	0.66	0.96	0.29	0.56	2.00
4	4.86	1.73	46.06	28.3	0.64	0.94	0.29	0.53	1.96
5	4.82	1.59	45.55	28.6	0.47	0.89	0.29	0.17	1.96
6(대조)	5.05	2.26	45.62	20.2	0.45	1.05	0.39	0.17	0.29

표 2-17. 커피부산물 첨가에 따른 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
1	3	4	53.9	38.3	15.8	11.3	38	33.5	16.5	7.1
2	3	4	55.6	48.0	16.5	4.7	43	39.8	6.9	8.7
3	3	4	56.5	43.8	13.2	5.3	60	35.0	7.4	8.2
4	3	4	54.6	47.6	15.7	4.0	43	36.3	6.2	6.9
5	3	4	49.9	38.7	16.3	3.7	34	35.6	7.6	7.4
6(대조)	3	4	57.3	56.7	19.4	5.3	118	30.6	6.9	5.3

표 2-18. 커피부산물 첨가에 따른 생육 및 수량특성(화산)

처리 번호	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
								L	a	b
1	3	4	63.2	61.9	12.2	6.5	97	35.1	6.1	5.6
2	3	4	49.2	46.4	9.4	7.0	93	41.7	7.6	8.4
3	3	4	58.9	61.6	11.7	5.0	83	31.4	7.0	6.9
4	3	4	61.2	63.1	16.9	4.1	84	31.7	6.5	5.2
5	3	4	53.2	58.1	12.0	5.9	88	31.1	5.9	5.3
6(대조)	3	4	54.0	53.9	11.5	11.8	127	34.3	6.5	5.5

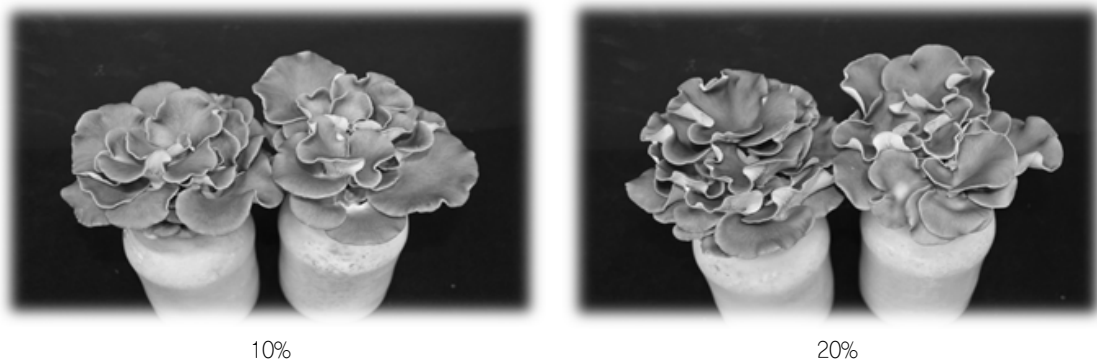
(시험 3) 수확 후 배지 첨가량별 생육특성 검정

수확후 배지 첨가량별 생육특성 조사 결과, 호산품종에서는 수확 후 배지를 첨가하지 않은 대조구가 153.5g/병, 수확 후 배지를 10, 20%첨가한 배지가 각 153.8, 154.8g/병으로 수량 및 자실체 형태의 차이가 없는 것으로 나타나 수확 후 배지를 20%까지 첨가하여 사용할 경우 재료비 절감효과가 있는 것으로 나타났으며, 화산품종에서는 수확 후 배지를 첨가하지 않은 대조구가 144.2g/병, 수확 후 배지를 10% 첨가한 배지의 수량은 139.9g/병으로 수량의 차이가 없는 것으로 나타나 수확 후 배지를 10%까지 첨가 할 수 있는 것으로 나타났다.

표 2-19. 수확후배지 첨가량에 따른 생육 및 수량특성(호산)

수확후배지 첨가율(%)	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g)	갓 색깔		
								L	a	b
10	5	8	51.5	37.1	8.3	12.7	153.8a	38.4	5.9	11.5
20	5	8	50.4	31.3	10.8	11.6	154.8a	33.8	5.5	9.5
30	5	8	48.5	30.5	9.6	11.7	144.9b	35.6	5.8	10.9
대조구	5	8	51.9	36.5	10.0	12.1	153.5a	38.4	5.8	10.9

* DMRT = 0.05





30%



대조구(무첨가)

그림 2-3. 수확 후 배지 첨가량에 따른 자실체 사진(화산)

표 2-20. 수확후배지 첨가량에 따른 생육 및 수량특성(화산)

수확후배지 첨가율(%)	초발이소요일수 (일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g)	갓 색깔		
								L	a	b
10	4	7	47.4	53.6	7.9	11.3	139.9a	40.6	5.3	9.1
20	4	7	51.9	59.9	9.1	10.5	120.1b	40.0	5.7	10.0
30	4	7	47.9	62.0	8.3	10.0	116.3b	39.3	6.1	10.2
대조구	4	7	45.6	48.1	8.2	11.7	144.2a	36.7	5.2	11.3

* DMRT = 0,05



10%



20%



30%



대조구(무첨가)

그림 2-4. 수확 후 배지 첨가량에 따른 자실체 사진(화산)

(시험 4) 염가배지 개발

본 시험에서는 구하기 쉽고, 가격이 저렴한 버섯배지 재료 중 왕겨, 맥주박, 케이폭박을 선발하여 각 재료별 대체효과 시험을 하였다. 각 재료별 성분분석 결과는 표 2-21.과 같이 나타났다.

표 2-21. 배지재료별 성분조사 결과

구분	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	NaCl (%)	P ₂ O ₅ (%)
미루나무	7.29	0.28	46.18	164.9	0.51	0.33	0.07	0.04	0.65
왕겨	7.31	0.43	39.29	91.37	0.12	0.20	0.04	0.04	-
면실박	6.48	7.40	41.74	5.64	0.31	1.60	0.82	0.49	1.59
맥주박	5.62	2.06	26.36	12.8	0.39	0.08	0.20	0.06	1.37
케이폭박	6.17	4.50	43.02	9.56	0.51	1.58	0.63	0.06	1.34

가. 왕겨

본 시험에서는 미루나무톱밥(250원/kg)을 대체하여 가격이 비교적 저렴한 왕겨(150원/kg)를 이용하여 생육특성을 조사하였다. 처리배지별 성분분석 결과 표 2-22와 같이 나타났다. 시험 결과 표 2-23.과 같이 호산품종에서는 왕겨를 첨가하지 않은 IV번 배지가 수량이 가장 높았으며 I~III번 배지의 수량은 다소 감소하는 것으로 나타났다. 또한 표 2-24.와 같이 자산품종에서는 왕겨를 첨가하지 않은 IV번 배지에 비해 왕겨를 15, 25% 첨가한 I 번 배지가 122.7g/병, II 번 배지가 121.5g/병으로 각 8.3, 7.2% 증가하였다. 왕겨를 25% 첨가한 II 번배지를 경제성 분석한 결과 표 2-25.와 같이 1만병/1회 재배시 재료비는 66천원 절감되고 수량은 530천원의 경제적 이익이 있는 것으로 나타났다.

표 2-22. 처리배지별 성분검사

구분	pH	CaO	K ₂ O	MgO	NaCl	P ₂ O ₅	T-N	T-C	c/n
I	4.81	0.71	0.59	0.32	0.23	3.58	2.32	42.56	18.35
II	4.84	0.71	0.72	0.37	0.25	3.80	2.33	42.28	18.15
III	4.89	0.77	0.75	0.38	0.27	3.78	2.80	42.32	15.11
IV	5.02	0.59	0.65	0.36	0.28	4.11	2.60	42.74	16.44

표 2-23. 처리배지별 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수(개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
I	30.2	44.7	43.0	9.4	10.0	108.0	34.0	6.1	10.0
II	31.0	49.6	44.1	9.7	11.5	114.5	36.7	6.1	11.2
III	31.1	52.4	51.4	9.9	18.8	120.0	37.0	6.1	11.2
IV(대조)	31.1	49.7	43.6	10.8	11.9	129.5	34.8	6.1	10.5

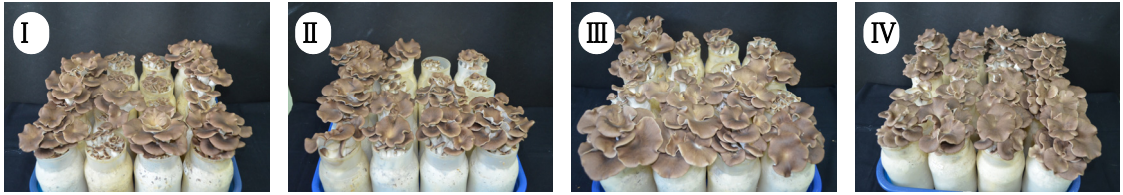


그림 2-5. 처리배지별 자실체 사진(호산)

표 2-24. 처리배지별 생육 및 수량특성(자산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수(개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
I	30.0	47.4	40.9	9.0	12.3	122.7	30.7	5.3	8.0
II	30.0	45.2	40.9	8.7	11.1	121.5	33.3	5.4	8.9
III	30.0	50.3	41.0	8.9	12.3	110.2	31.2	5.2	7.9
IV(대조)	30.0	43.9	38.8	8.4	11.5	113.3	31.1	5.5	8.2

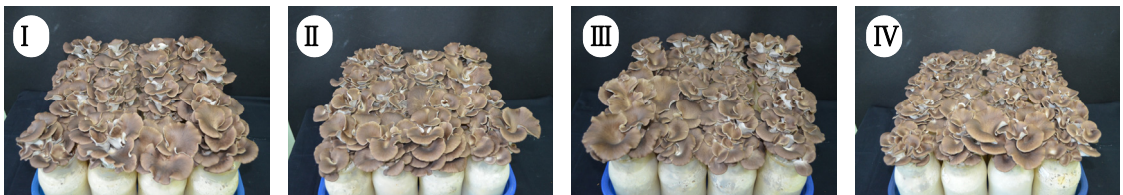


그림 2-6. 처리배지별 자실체 사진(자산)

표 2-25. 왕겨 25% 첨가 시 경제성 분석(자산)-1만병/1회 재배 시

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 없음</p> <p>- 계(A) : 0원</p>	<p>○ 증가되는 이익</p> <p>- 수량증가 : 82kg×850원/150g=464천원 : 82kg=1,215kg(III배지)-1,133kg(IV배지)</p> <p>- 배지재료 절감비 : 66천원</p> <p>계(B) : 530천원</p>
<p>○ 추정수익액(B-A) = 644천원</p>	

※ 1병당 재료 중량 산출 : 750g(전체재료)×(1-0.65%·함수율)×x (각 재료별 비율)
= y(각 재료별 중량), 750g/1,100ml 입병기준

ex) 미루나무톱밥 : 750g×(1-0.65%)×0.6(미루나무톱밥 비율)=157.5g

※ 재료별 가격(원/kg) : 미루나무톱밥(250), 왕겨(150), 면실박(640), 면실피(420), 비트펄프(460)

※ 산느타리버섯 가격 : 850원/150g

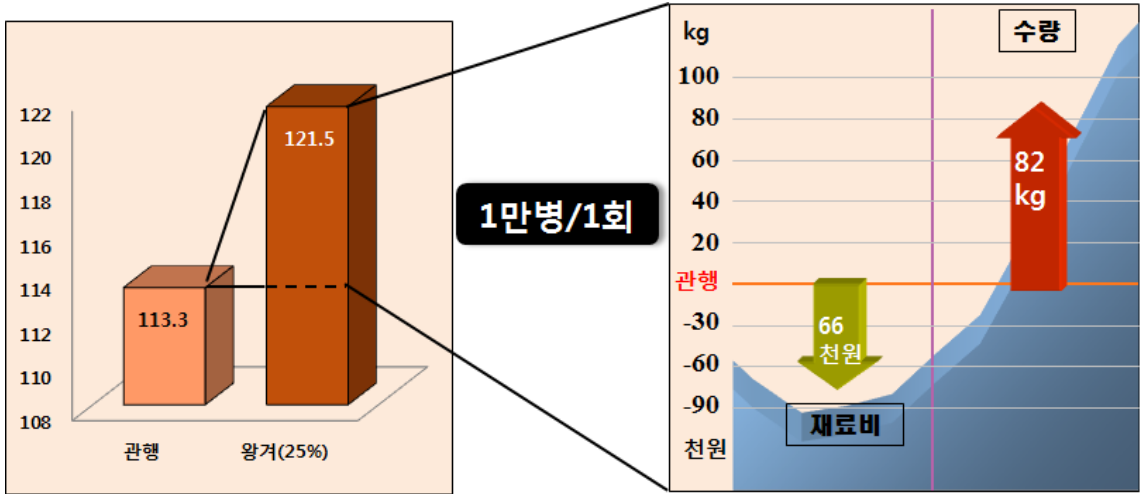


그림 2-7. 왕겨 25% 첨가 시 경제성 분석

나. 맥주박

본 시험에서는 면실피(420원/kg), 면실박(640원/kg) 대체배지로 맥주박(90원/kg)을 이용하여 생육특성을 조사하였다. 표 2-26.에서 보는 바와 같이 호산품종에서는 IV번 배지의 수량이 115.5g/병으로 가장 높은 것으로 나타났으며 I~III번 처리별 배지의 수량은 대조구에 비해 수량이 낮은 것으로 나타났다. 표 2-27.과 같이 자산품종에서는 면실박을 5% 줄이고, 맥주박을 5% 첨가한 I번 배지의 수량이 103.1g/병으로 대조구인 IV번 배지의 수량보다 9.6% 증가하였다.

표 2-26. 처리배지별 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수(개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
I	32.8	46.1	52.7	10.5	8.5	86.4	34.9	6.0	10.1
II	34.0	44.7	38.4	9.7	5.2	45.8	45.9	5.8	12.2
III	33.6	46.2	46.4	11.0	6.3	53.0	44.0	5.6	12.3
IV(대조)	32.7	48.8	52.5	11.5	10.7	115.5	35.3	6.1	10.1

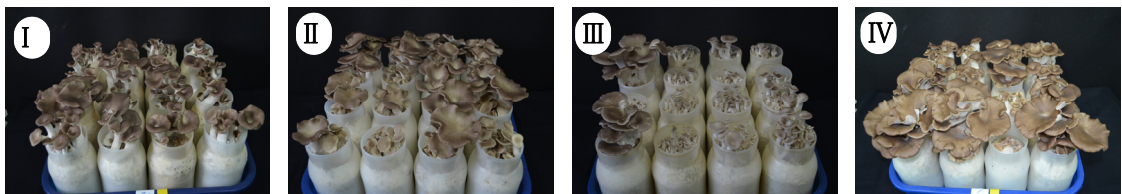


그림 2-8. 처리배지별 자실체 사진(호산)

표 2-27. 처리배지별 생육 및 수량특성(자산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수(개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
I	29.6	47.6	43.6	9.6	10.6	103.1	33.9	5.5	8.6
II	29.6	43.6	41.8	9.8	7.7	76.5	38.1	5.4	9.5
III	29.4	51.0	41.5	10.0	8.0	77.6	36.0	5.5	12.7
IV(대조)	29.8	48.2	41.1	5.7	8.8	94.1	34.2	5.6	9.0

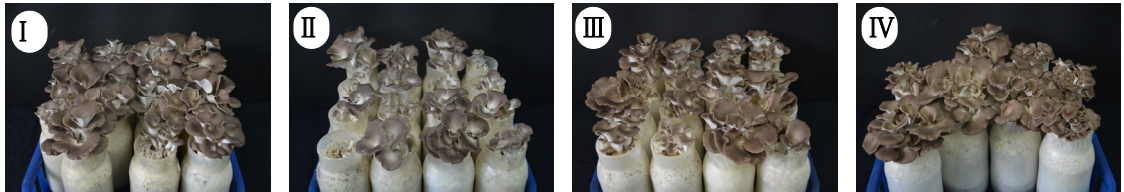


그림 2-9. 처리배지별 자실체 사진(자산)

다. 케이폭박

본 시험에서는 면실피, 면실박 대체배지로 케이폭박(370원/kg)을 이용하여 생육특성을 조사하였다. 처리배지별 성분검사는 표 2-28.와 같이 나타났다. 생육특성은 표 2-29.에서 보는 바와 같이 호산품종에서는 대조구인 IV번배지에 비해 면실피(10)와 면실박(10) 대신 케이폭박(20%)을 첨가한 III번배지의 수량이 114.1g/병으로 4.9% 증가하였다. 표 2-30.과 같이 자산품종에서는 대조구인 IV번 배지의 수량이 116.2g/병으로 가장 높게 나타났으며 I~III번의 각 처리별배지는 대조구에 비해 다소 감소하는 경향을 나타냈다.

표 2-28. 처리배지별 성분검사

구분	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	NaCl (%)
I	5.05	2.98	43.94	14.74	0.62	0.71	0.45	0.14
II	4.66	1.52	42.79	28.15	0.70	0.61	0.37	0.08
III	4.81	2.16	43.52	20.15	0.69	0.69	0.39	0.06
IV(대조)	5.06	2.11	42.88	20.32	0.60	0.55	0.39	0.16

표 2-29. 처리배지별 생육 및 수량특성(호산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
I	33.0	51.0	40.3	10.3	8.6	94.4	33.7	5.5	8.9
II	31.3	48.3	43.0	11.1	9.3	103.7	36.9	5.7	10.2
III	31.7	47.1	42.5	10.7	10.3	114.1	36.2	5.3	10.1
IV(대조)	31.8	43.6	41.6	10.6	9.7	108.8	33.7	5.8	9.6

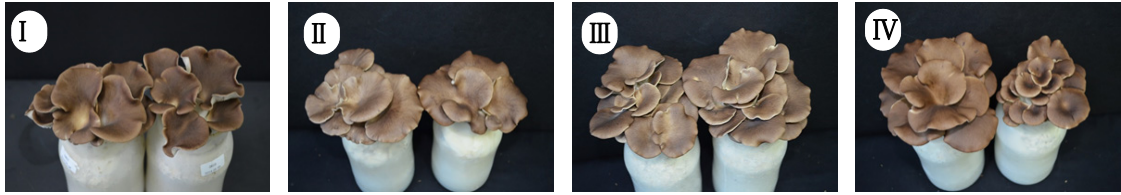


그림 2-10. 처리배지별 자실체 사진(호산)

표 2-30. 처리배지별 생육 및 수량특성(자산)

처리 번호	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓 색깔		
							L	a	b
I	31.9	43.1	44.1	7.6	9.9	101.0	30.4	5.1	7.7
II	31.2	42.6	46.2	9.5	9.7	109.1	37.4	5.0	8.7
III	31.1	41.9	42.9	8.7	10.7	108.3	34.0	5.0	8.8
IV(대조)	31.2	42.9	41.7	8.8	10.9	116.2	31.1	4.7	7.6

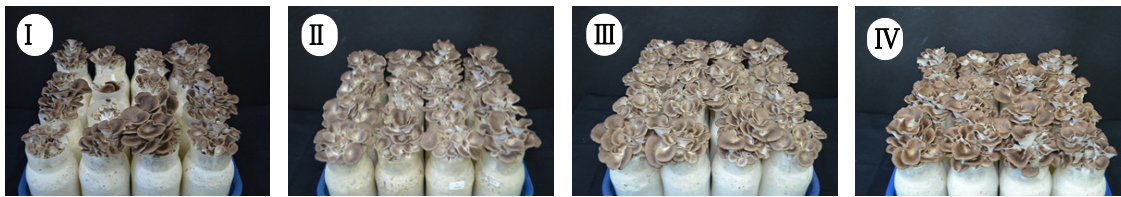


그림 2-11. 처리배지별 자실체 사진(자산)

<제3세부과제 : 산느타리버섯 기능성 분석 및 선도유지 기간 설정>

(시험 1) 산느타리버섯 신품종 영양성분 분석

일반영양성분 분석 결과(표 1) '화산'은 수분 89.0%, 단백질 4.0%, 조지방 0.14%, 조회분 0.77%, 조섬유 1.03%, '호산'은 수분 88.0%, 단백질 5.2%, 조지방 0.12%, 조회분 0.75%, 조섬유 0.96%, 대조품종으로 사용된 느타리버섯 '수한'은 수분 90.9%, 단백질 4.0%, 조지방 0.04%, 조회분 0.72%, 조섬유 0.85%로 품종별로 비교해 보았을 때 수분함량은 '수한', 단백질은 '호산', 조지방과 조섬유는 '화산'이 다소 많았다.

표 1. 산느타리버섯 '화산', '호산' 일반성분

(가식부 생체 100g당)

구 분	수 분 (%)	단백질 (%)	조지방 (g)	조회분 (g)	조섬유 (g)
화 산	88.6±0.81	3.9±0.38	0.14±0.02	0.77±0.04	1.03±0.04
호 산	87.9±0.04	5.2±0.18	0.12±0.03	0.75±0.02	0.96±0.05
수 한(대조)	90.9±0.30	4.0±0.32	0.04±0.01	0.72±0.03	0.85±0.08

무기성분 분석결과(표 2) '화산'은 칼슘 7.3mg, 칼륨 322.1mg, 마그네슘 17.7mg, 나트륨 37.0mg, 철 9.3mg/100g, '호산' 칼슘 14.5mg, 칼륨 311.1mg, 마그네슘 20.3mg, 나트륨 51.3mg, 철 14.2mg /100g, '수한' 칼슘 11.2mg, 칼륨 473.4mg, 마그네슘 10.9mg, 나트륨 52.7mg, 철 11.9mg/100g로 품종별로 보았을 때 '호산' 품종이 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 철 함량이 더 높게 나타났다.

표 2. 산느타리버섯 '화산', '호산' 무기질 함량

(가식부 생체 100g당)

구 분	Ca (mg)	K (mg)	Mg (mg)	Na (mg)	Fe (mg)	Mn (mg)	Cu (mg)	P (mg)
화 산	7.32±2.19	322.1±10.50	17.7±0.55	37.0±2.18	9.27±0.46	0.24±0.02	0.90±0.05	0.10±0.01
호 산	14.5±6.54	311.1±12.85	20.2±1.64	51.3±2.01	14.2±3.11	0.31±0.07	0.98±0.07	0.09±0.02
수 한 (대조)	11.2±1.11	473.4±8.87	10.9±2.51	52.7±9.61	11.9±6.21	0.24±0.04	0.29±0.06	0.01±0.01

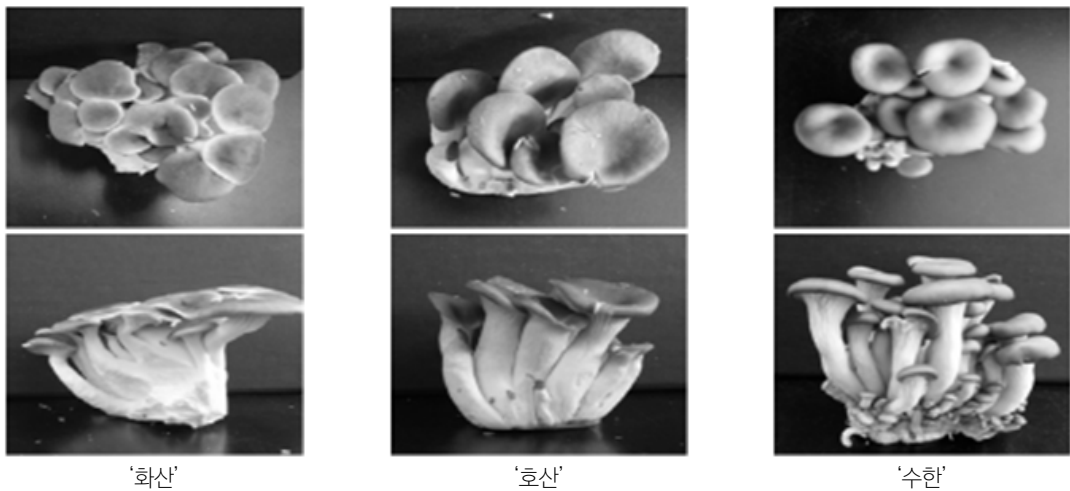


그림 1. '화산', '호산', '수한' 비교

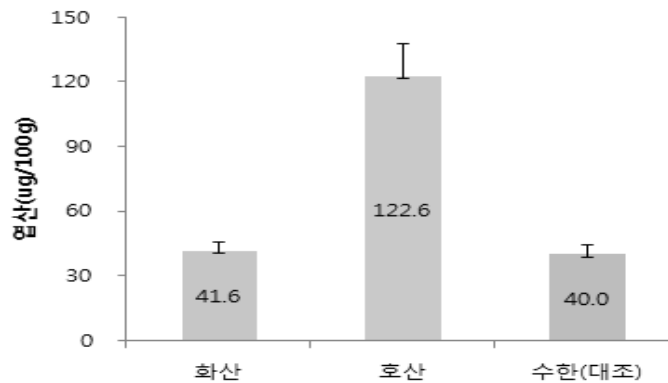


그림 2. 산느타리 품종별 엽산 함량

엽산은 아미노산 대사와 핵산 합성에 필수적인 영양소로 성장발달 및 생식에 중요하여, 성장기, 임신기 및 수유기에 엽산 요구량이 증가하는 중요한 영양소(진현옥 등, 2001)로 산느타리버섯 품종별 엽산 분석 결과는 ‘화산’ 41.6ug/100g, ‘호산’ 122.6ug/100g, ‘수한’ 40.0ug/100g 으로 ‘호산’ 품종이 가장 높았다(그림 2).

(시험 2) 산느타리버섯 기능성 분석

산느타리버섯은 기존 느타리버섯에 비해 모양과 색깔은 조금 떨어지지만 맛 기호도가 느타리버섯에 비해 월등히 높아 맛과 향기가 우수하고(이광재 등, 2008), 신제품 홍보를 위해서는 산느타리버섯이 가진 기능성을 구명하여 활용하는 것이 필요하다. 특히, 베타글루칸은 다당류로 면역력을 높여주어 암세포의 증식과 재발을 막고, 혈당과 혈중콜레스테롤을 감소시켜 지질대사개선으로 체지방 형성과 축적을 억제하는 등 많은 기능성을 가진 성분으로 버섯류에 많이 들어 있는 기능성 성분이다. 이를 분석하기 위하여 동결건조한 산느타리버섯시료로 분석한 결과 ‘화산’ 21.9%, ‘호산’ 21.3%, 대조구 ‘수한’ 20.7%로 산느타리버섯 ‘화산’과 ‘호산’이 대조구로 사용한 느타리버섯 ‘수한’에 비하여 다소 많이 베타글루칸을 함유하는 것으로 나타났지만 품종별 차이는 없었다(그림 3).

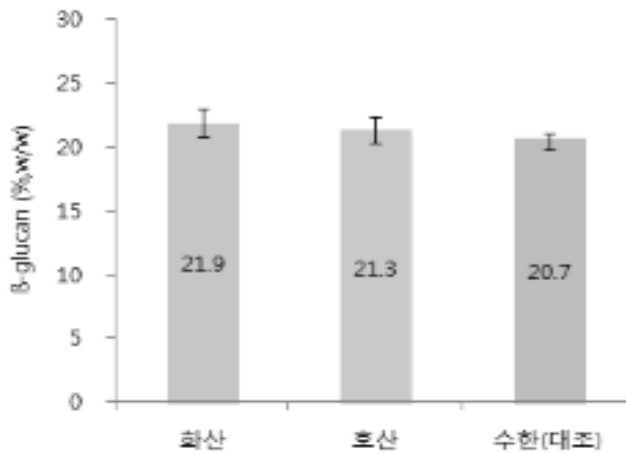


그림 3. 산느타리 품종별 β-glucan 함량

α-Amylase는 탄수화물의 소화에 관여하는 중요한 효소로 α-amylase inhibitor는 탄수화물의 소화속도를 조절하여 식후 혈당 상승을 억제한다(Park et al., 2011). 산느타리버섯 추출용매별 α-amylase 저해 효과는 그림 4와 그림 5와 같았다. 식후 혈당 상승을 억제하는 α-amylase 저해 효과는 물 추출물이 에탄올 추출물에 비하여 다소 높았으며 품종별로는 화산이 89.2%로 다소 높았으며, 호산, 수한 순으로 높았다.

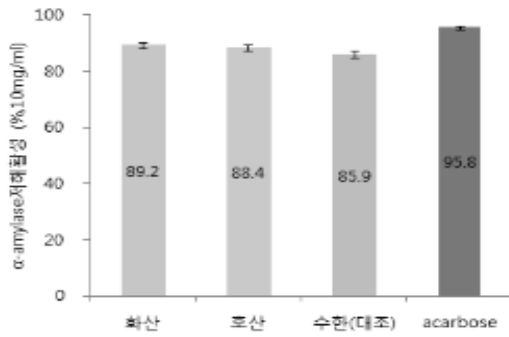


그림 4. α-amylase 저해활성(물 추출물)

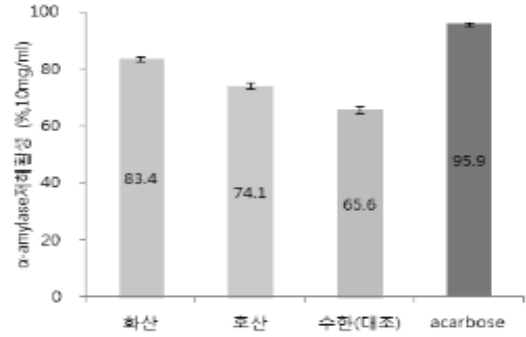


그림 5. α-amylase 저해활성(에탄올 추출물)

노화방지 등의 효과가 있는 항산화활성을 보기 위하여 DPPH radical 소거능을 측정한 결과 에탄올 추출물이 물 추출물에 비하여 높았으며, '수한' 96.1%, '호산' 93.0%, '화산' 80.0% 순이었다 (그림 6, 그림 7).

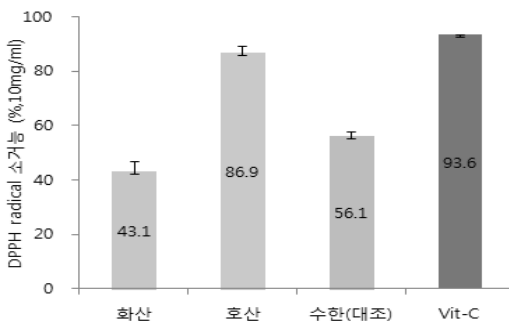


그림 6. DPPH radical 소거능(물 추출물)

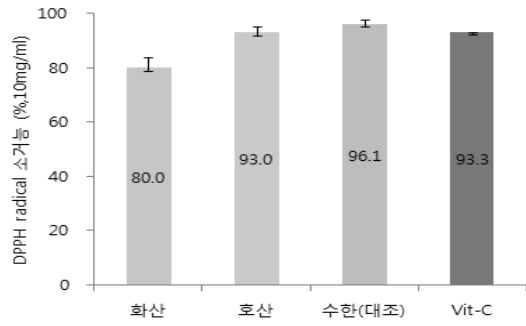


그림 7. DPPH radical 소거능(에탄올 추출물)

항산화 활성 ABTS 저해율은 물 추출물이 에탄올 추출물에 비하여 저해율이 높았으며, '수한' 92.1%, '화산' 90.7%, '호산' 87.5% 순이 었으며 큰 차이는 없었다(그림 8, 그림 9).

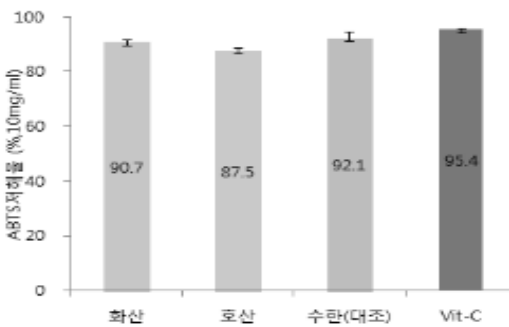


그림 8. ABTS 저해율(물 추출물)

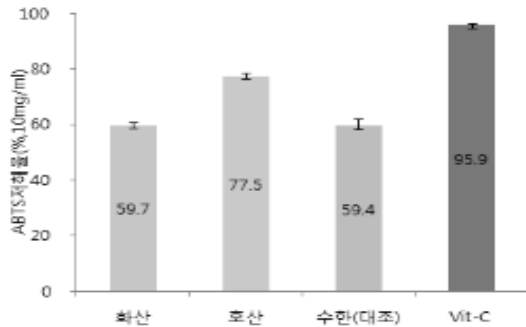


그림 9. ABTS 저해율(에탄올 추출물)

(시험 3) 산느타리버섯 재배 배지별 영양성분 분석

산느타리버섯 재배 배지 선발 시험에서 수량성이 좋았던 배지 조합인 2, 3, 6 처리 조합의 영양성분을 분석한 결과 수분함량은 6번 배지가 다소 많았으며, 단백질, 조지방, 조회분, 조섬유는 2번 배지가 다소 많았다(표 3).

표 3. 산느타리버섯 '호산' 배지 종류별 일반성분

(가식부 생체 100g당)

배 지 ²	수 분 (%)	단백질 (%)	조지방 (g)	조회분 (g)	조섬유 (g)
2	88.1±0.12	5.4±0.08	0.04±0.01	1.25±0.04	1.57±0.11
3	88.2±0.21	5.4±0.04	0.02±0.01	1.24±0.03	1.44±0.13
6	88.8±0.12	4.9±0.21	0.02±0.02	1.17±0.03	1.48±0.13

²2: 톱밥:면실피:비트펄프:면실박:건비지:맥주박 = 1:3:1:2:1:2(부피비), 3: 톱밥:면실피:면실박:맥주박 = 3:3:1:3
6: 톱밥:면실피:비트펄프:면실박:건비지:맥주박 = 1:5:2:2

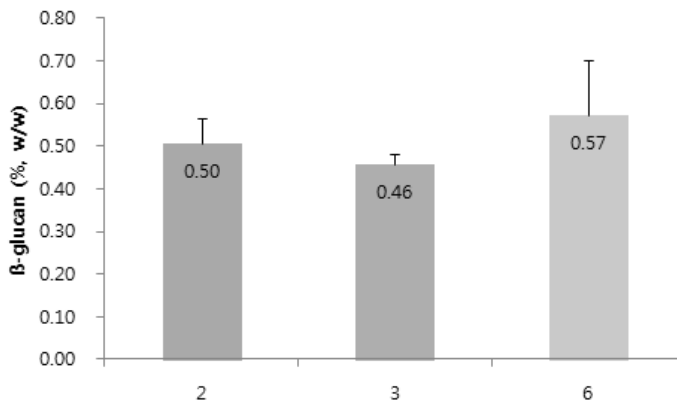


그림 10. 산느타리 '호산'배지별 β-glucan 함량

베타글루칸은 가식부 생체시료 분석시 2번 배지 0.50%, 3번 배지 0.46%, 6번 배지 0.57%로 6번 배지가 다소 많았다(그림 10).

(시험 4) 산느타리버섯 포장 필름별 선도유지 효과 구명

버섯 장기저장을 위한 다양한 실험들이 시도되고 있으나 많은 설비투자가 예상되는 경우가 많아 농가 현실 적용에 편의성을 제고한다면 다양한 포장재료에 따른 버섯의 선도유지 효과를 연구(지정현 등, 1998; 안용선 등, 2000)가 비교적 적은 비용으로 농가에서 활용성이 높다. 최근 식물에 적정한 공기 투과성 필름을 활용하면 호흡으로 포장내 산소가 소비되고, 이산화탄소가 생성되어 저장에 유리한 가스환경이 조성되는 환경가스조절방법(modified atmosphere, MA)을 이용한 저장 기술이 많이 시도되고 있으며(Kader, 1989), 또한, 양송이 버섯저장에도 MA 저장이 유리하다는 보고(Nichols, 1975)가 있다. 이렇게 MA 포장에서 포장재의 가스투과도는 저장성과 밀접한 영향을 미치고 있어

(Choi 등, 2011), 최근 개발된 femtosecond laser로 비천공 breathable 필름이 MA 포장에 적용하는 많은 실험들이 호흡율이 다양한 작물별로 진행되고 있다. 본 실험에서는 산느타리 버섯에 적용시험을 한 결과 농장기존 선상저밀도폴리에틸렌(LLD-PE, 랩) 포장에 비하여 시험에 사용된 모든 산소투과성(OTR 필름)에서 생체중 감소율은 1.0% 미만으로 조직이 비교적 약한 상추의 최대 생체중 감소 허용범위인 3.7%보다 낮았다(Kays and Paull, 2004). 또한, 산소투과율 무처리와 3,000 cc/m² · day · atm 필름에서 선도평가지 판매가능일 7, 식용가능일 14일로 비교적 좋았으며, 이취는 농가기존 포장지에 비하여 이취발생도 적었다(그림 11). 특히, 산소투과율 무처리에서 기균사 발생이 적어 우수하였다.

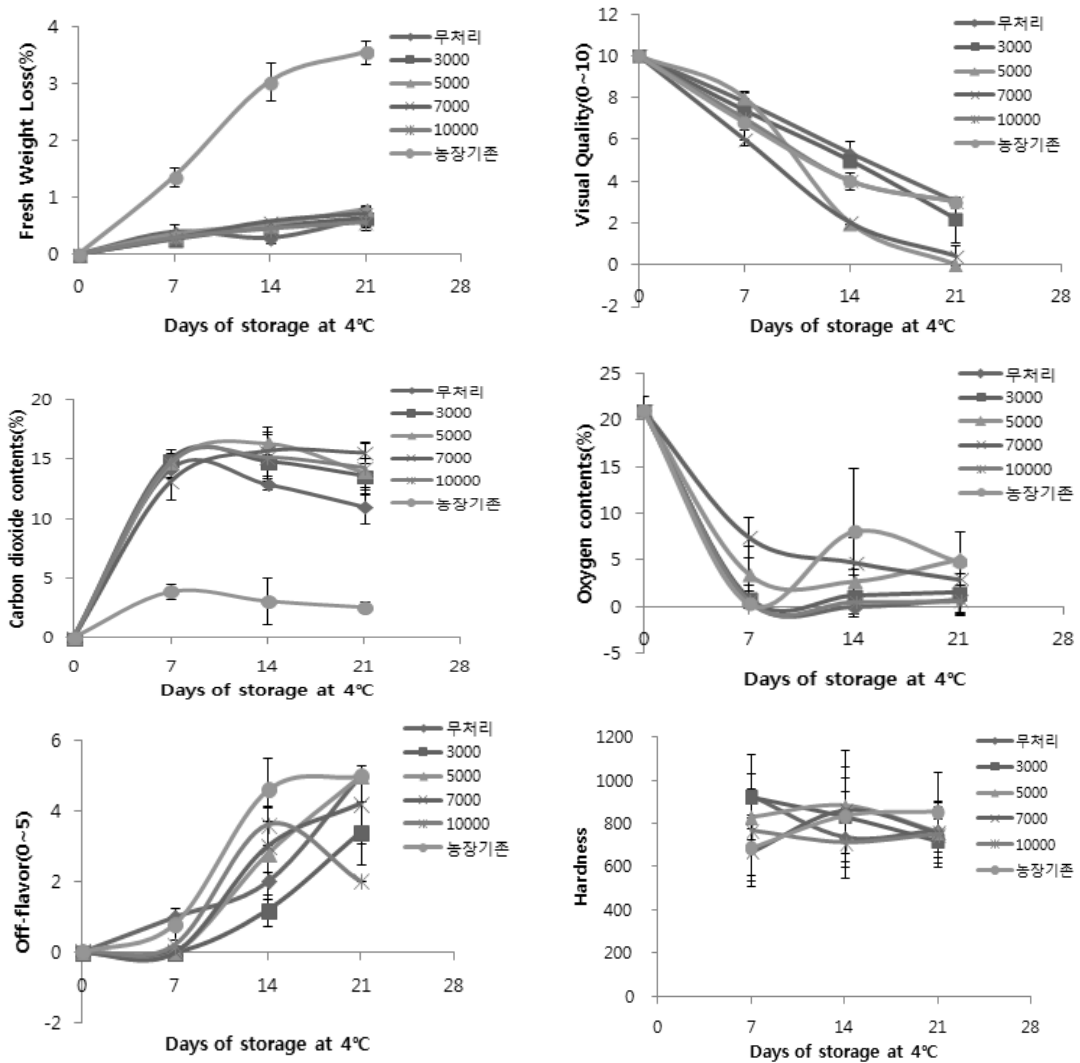
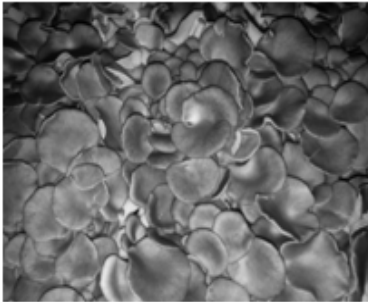


그림 11. 산느타리 '호산' 포장필름별 생체중감소율, 선도평가(0~10), 이산화탄소, 산소함량, 경도 및 이취(0~5)변화



산느타리 '호산'



농가 포장 전경

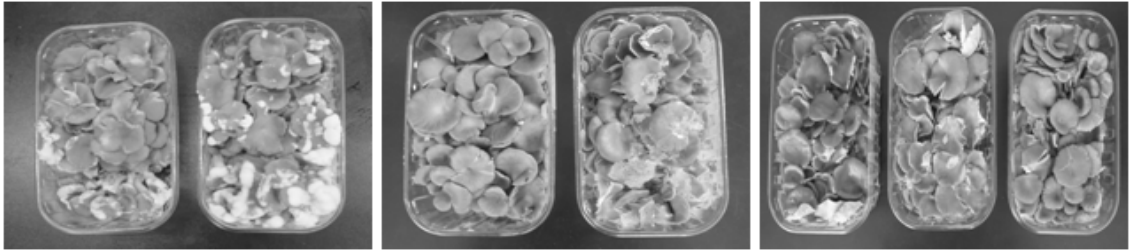


포장필름 시험

그림 12. 산느타리 '호산' 농가 포장

(시험 5) 산느타리버섯 저장온도별 선도유지 기간 설정

식물체 저장시 저장기간을 길게 유지하는 것은 호흡율을 낮게 유지하는 것이다. 호흡율이 높으면 식물체 내에 저장하고 있던 영양분이 호흡을 통하여 소진되고 증발산을 통해 수분이 감소하게 되어 저장 품질이 떨어지게 되므로 저장성을 오랫동안 유지하기 위해서는 호흡율을 낮추는 것이 가장 중요하다. 이를 위해서는 온도를 낮게 유지하는 것이 필요한데 너무 낮은 온도를 주었을 때 저온스트레스에 의한 상품성 저하등의 문제들도 함께 진행되므로 작물에 따른 적정 저온저장온도가 다르다. 또한, 호흡율 변화에 따른 생체중의 감소율도 저장품질에 영향을 주는 큰 요인으로 저장온도가 높을수록 중량이 급속히 감소하는 경향을 보이므로(황순배 등, 1995) 저장온도에 따라 상품 판매를 위한 선도유지 기간 설정은 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 특히, 수확 후 농가의 선별, 포장작업 및 유통 판매, 소비자 보관 등의 단계별로 저장되는 환경과 온도조건의 변화가 크므로 이에 대응하기 위한 다양한 온도별 선도유지기간 설정이 필요하다. 앞선 시험4에서 산느타리버섯 소포장에 적합한 포장필름인 산소투과율 무처리 방담폴리프로필렌(PP) 포장필름 사용한 실험 결과, 생체중은 모든 처리에서 0.8% 미만으로 적었다. 저장온도별 선도유지기간 설정을 위하여 10점 척도로 매우 신선(10점), 좋음(8점), 판매가능(6점), 식용가능(4점), 식용불가(2점), 부패(0점) 으로 평가한 결과 온도별 판매가능한 선도유지기간은 0℃ 20일, 4℃ 20일차, 8℃ 15일차, 24℃ 3일이었다(그림 14). 또한, 온도별 시험종료일은 0℃ 45일, 4℃ 27일, 8℃ 20일로 종료일까지 관능평가 5점으로 판매가능과 식용가능 품질 중간을 유지하였다. 포장시 이산화탄소는 24℃ 에서는 40% 이상이 검출된 것을 제외하고 4℃이하로 저장한 경우 20%로 저감되었으며, 산소는 일수별 편차가 있지만 대부분 장기 저장된 저온의 경우 1% 이하를 유지하였다. 이러한 결과는 산느타리를 포장시 가스측정 결과인 이산화탄소 10%이상, 산소 1.0-1.3% 유지(한대석 등, 1992)한 것에 비해서는 다소 이산화탄소가 많았지만 0.5℃의 저온에서 저장한 결과이므로 저장시 이산화탄소가 증가하고 산소가 1% 로 가스조합이 변화된다는 것은 거의 같은 경향을 보였고, 이러한 가스 조합이 산느타리버섯의 호흡율 감소를 유도하여 저장기간 연장에 영향을 미친 것으로 판단되었다.



24°C, 6일차 저장 기균사발생

0°C, 34일차 수분현상
(산소투과 무처리, 10,000 CC)

0, 4, 8°C 저장온도, 17일

그림 13. 산느타리 '호산' 저장온도별 시험 사진

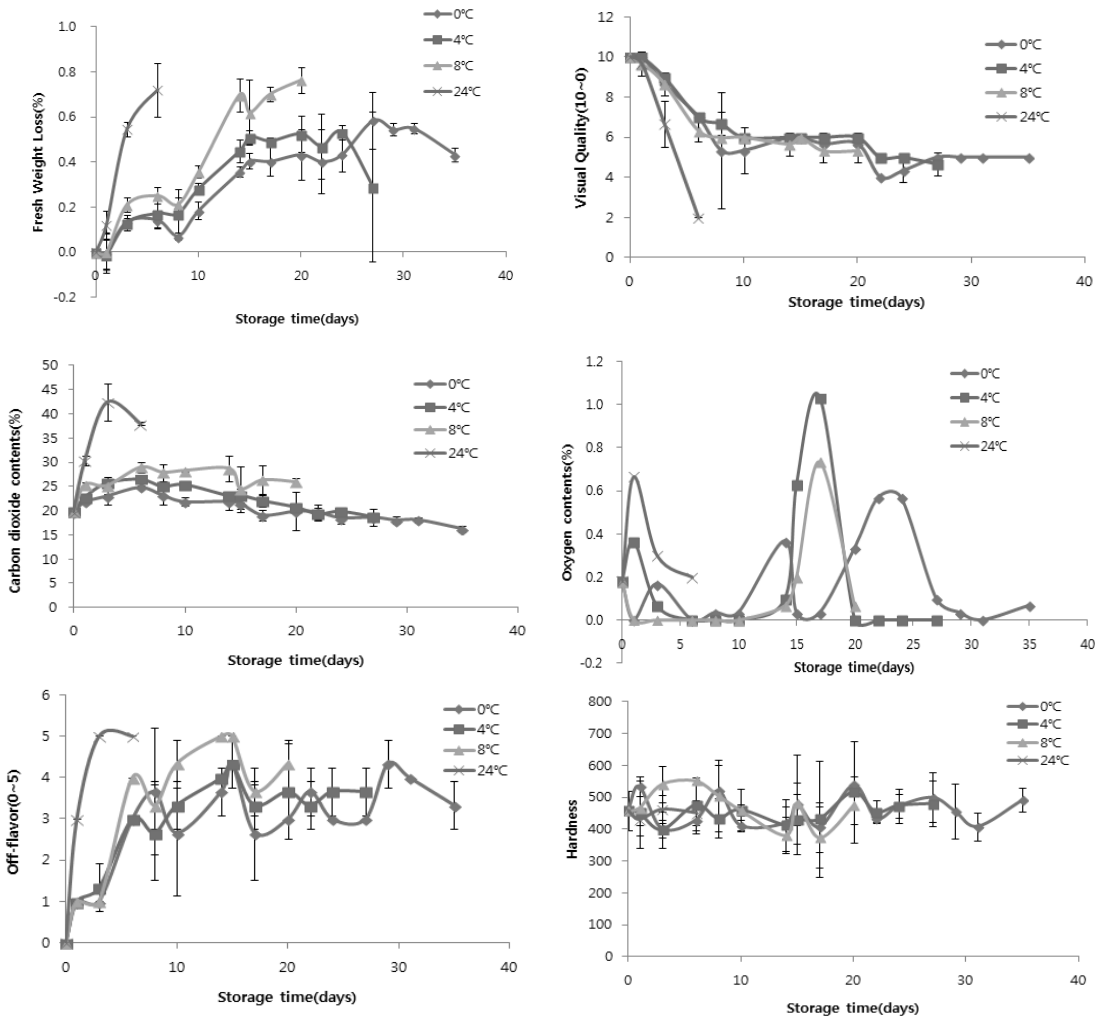


그림 14. 산느타리 '호산' 저장온도별 생체중감소율, 선도평가(0-10), 이산화탄소, 산소함량, 경도 및 이취(0-5)변화

4. 적 요

〈제1세부과제 : 산느타리버섯 고품질 생산체계 확립〉

(시험 1) 온도 및 pH별 군사생장속도 조사

산느타리버섯 육성 품종의 온도에 따른 군사생장조사 결과 모든 품종에서 5℃에서는 군사가 생장하지 못하였고, 10℃부터는 군사가 생장하였으나 20℃까지 매우 저조하였으며, 25℃ 이상에서는 양호하였다. ‘호산’ 품종의 경우 25℃에서 군사생장속도가 3.9mm/day로 가장 빨랐고, 30℃에서는 조금 낮은 3.7mm/day를 나타냈다. ‘향산’과 ‘화산’ 품종은 모두 고온인 30℃에서 각각 9.1mm/day, 8.6mm/day로 가장 빠른 생장을 나타냈으며, 20℃ 이하에서는 저조하였다.

pH별 군사생장 조사결과 ‘호산’ 품종은 약알칼리성인 pH8에서 5.8mm/day로 생장이 가장 양호하였고, pH 9가 되면서 5.1mm/day로 낮아졌다. ‘향산’ 품종도 마찬가지로 pH 8까지 높아질수록 군사생장이 빨라졌으며, pH 8에서 9.6mm/day로 정점을 보이다가 pH 9로 높아지면 8.7mm/day로 낮아졌다. ‘화산’ 품종은 pH 6이상에서는 8.0mm/day 이상으로 생장이 빨랐고, pH에 따른 차이는 없었다.

(시험 2) 최적 환경조건 구명

○ 최적 생육온도 구명

산느타리버섯 ‘호산’, ‘향산’ 및 ‘화산’의 형태적 특징에 미치는 온도의 영향을 조사하였다. 갓의 직경은 ‘호산’과 ‘향산’ 품종이 ‘화산’에 비해 다소 크게 나타났고, 온도에 따라서는 모든 시험 품종에서 온도가 높아질수록 갓은 작아지는 경향이였다. 대의 길이는 ‘화산’ 품종이 59~80mm로 가장 길었고 다음이 ‘향산’, ‘호산’ 순이었다. 대의 굵기는 반대로 ‘호산’ 품종이 9.8~11.6mm로 가장 굵었으며, ‘향산’, ‘화산’ 순으로 굵게 나타났다. 대의 길이를 굵기로 나눈 값을 보면 ‘호산’ 품종이 3.5~6.5로 가장 작았고, 다음이 ‘향산’ 품종으로 4.2~7.1이었으며, ‘화산’ 품종이 6.1~11.1로 가장 크게 나타났다.

산느타리버섯 ‘호산’, ‘향산’ 및 ‘화산’의 생육 및 수량에 미치는 온도 영향 조사 결과 초발이소요 일수는 품종별 차이가 없었고 온도별에서는 13℃가 4일로 나타났고 나머지 온도에서는 3일로 차이가 없었다. 생육일수에서는 품종별로는 ‘화산’ 품종이 3~4일로 ‘호산’, ‘향산’ 품종의 3~5일보다 1일정도 빠른 것으로 나타났다. 온도별로 살펴보면 모든 품종에서 온도가 높아질수록 생육일수가 줄어드는 결과를 얻었고 19℃에서는 모든 품종이 3일로 같았다. 유효경수의 조사에서는 ‘화산’ 품종이 15개 내외로 가장 많았고, ‘호산’과 ‘향산’ 품종은 11개 내외로 비슷하였다. 온도에 따른 유효경수의 차이는 크게 없었고, 19℃에서 ‘호산’과 ‘화산’ 품종이 각각 13.6, 17.9개로 가장 높게 나타났다. 병당 수량도 마찬가지로 ‘화산’ 품종이 150g 이상으로 가장 높았고, ‘호산’과 ‘향산’ 품종은 120g 내외로 비슷하였다. 온도별로 살펴보면 19℃에서 ‘향산’을 제외한 ‘호산’과 ‘화산’ 품종에서 가장 높은 수량을 나타냈으나 갓이 일부 말리거나 대가 지나치게 가늘어 지는 현상이 나타나는 등 품질 면에서는 다소 좋지 않았다.

○ 최적 생육습도 구명

산느타리버섯 생육습도에 따른 품종별 생육 및 수량특성 조사 결과 호산 품종은 습도가 높아짐에 따라 갓이 커지는 경향을 나타냈고 유효경수 및 수량도 마찬가지로 95% 처리가 병당 10.4개, 111.1g으로 가장 높았다. 다음이 90% 처리로서 9.9개, 110.7g을 나타냈다. 반면 생육일수는 95% 처리가 1일 빠른 3일이었고 다른 모든 처리는 4일이었다.

자산 품종에서도 마찬가지로 95% 처리가 병당 수량이 120.8g으로 가장 높게 나타났다. 생육일수는 90% 이상에서 2일로 빨랐고, 80%와 85% 처리는 3일로 1일 늦었다. 갓의 형태나 유효경수에 있어서는 일관성이 없는 결과가 나타났다.

(시험 3) LED 이용효과 구명

광원에 따른 생육 및 수량특성 조사 결과 광원별 밝기는 형광등 460lux, LED 150lux, 형광등과 LED 혼합처리는 592lux를 나타냈다. 1차 시험에서는 호산과 화산 품종을 이용하여 광원별 생육 및 수량특성 조사를 실시하였고, 호산 품종이 LED 처리가 다소 선택이나 발이 등에서 양호하였다. 수량에서는 형광등과 LED 등이 유사하게 나타났으나 형광등과 LED 혼합처리시 다소 낮았다. 화산 품종 조사결과 생육특성은 모든 처리가 비슷하였으나 수량에서는 LED 처리가 수량성이 가장 높았다. 2차 시험에서는 호산과 자산 품종을 이용하여 광원별 생육 및 수량특성을 조사하였고, 호산과 자산 품종 모두 형광등과 LED 병행처리에서 가장 높은 수량을 나타냈으며 유효경수 또한 가장 많았다. 형광등과 LED 단독처리구에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

(시험 4) 저온처리효과 구명

산느타리버섯 품종별 저온처리 효과로서 배양완료후 5℃ 저장고에서 0, 6, 12, 18, 24시간 저온처리 실시 후 생육특성을 조사한 결과 호산 품종에서는 12시간 처리가 가장 양호하였으나 12시간 이상의 처리에서는 비교적 차이가 크지 않았다. 화산 품종은 저온처리를 하지 않은 처리구가 151.6g으로 가장 수량이 높았고, 12시간 이상의 처리는 비슷하였다. 따라서 산느타리버섯의 발이를 균일하게 하고 수량성을 높이기 위해서는 12시간의 저온처리가 바람직한 것으로 나타났다.

(시험 5) 구연산 첨가 효과 구명

산느타리버섯 병재배 시 구연산 첨가효과를 조사한 결과 ‘호산’ 품종에서는 구연산을 첨가하지 않았을 경우 유효경수 14.0, 수량 144.9g으로 가장 양호하였으나 0.2%까지는 차이가 크지 않았으며, 구연산 0.4% 첨가에서는 수량이 126.7g으로 저조하였다. ‘화산’ 품종에서도 마찬가지로 구연산을 첨가하지 않는 처리가 가장 수량이 높았고 구연산의 첨가량이 많아짐에 따라 수량이 줄어드는 경향이였다.

(시험 6) 비가림하우스 균상재배기술 개발

비가림하우스 균상재배기술 1차 시험은 호산과 화산 품종을 이용하여 수행하였고, 비가림하우스 내에 균상을 설치 후 봉지배지를 생육시킨 결과 ‘호산’ 품종은 수확일자가 9월 13~14일로 늦었고,

발이가 잘 이루어지지 않아 수량성 또한 낮았다. ‘화산’품종에서는 균상에 매립 후 3일차부터 수확해서 매립 5일 만에 모두 수확을 완료하였으며 수량 또한 3kg 봉지배지당 278g으로 높았다. 2차 시험은 호산과 자산 품종을 이용하여 입상시기를 달리하여 수행하였으며, 7월 하순 입상은 호산과 자산 품종 모두 선택, 형태 및 수량 등에서 좋지 않은 결과를 나타냈으며, 1주기 이후에는 온도가 높아 부패하는 등 수확이 불가능하였다. 9월 하순 입상은 자산의 경우 371g으로 매우 높은 수량을 나타냈으며 호산은 229g으로 다소 낮았다. 10월 중순 입상은 두 품종 모두 낮은 기온으로 인하여 품질과 수량이 좋지 않았다.

(시험 7) 원목재배기술 개발

원목 수종별 군사배양 특성을 조사한 결과 버드나무, 벗나무, 은사시나무, 뽕나무는 배양이 빠르고 군사밀도가 치밀하였으나 오리나무와 자작나무는 군사배양이 늦었고 군사밀도 또한 낮았다.

‘호산’ 품종에서 수종별 원목재배결과 자실체의 크기는 수종별로 큰 차이가 없었고 유효경수는 버드나무가 30.7개로 가장 많았으며, 다음이 벗나무, 오리나무로서 각각 26.4개, 22.7개이었다. 수량에 있어서는 버드나무가 312g으로 가장 높았고, 다음이 벗나무, 뽕나무로서 290g, 213g이었으며, 은사시나무, 오리나무, 자작나무는 200g 이하로 낮은 수량을 나타냈다. ‘향산’ 품종에서 수종별 원목재배결과 ‘호산’ 품종과 같이 자실체의 크기는 수종별로 큰 차이가 없었다. 유효경수 조사에서는 버드나무가 31.7개로 가장 많았으며, 다음이 벗나무, 은사시나무로서 각각 25.9개, 16.5개이었다. 수량에 있어서는 마찬가지로 버드나무가 308g으로 가장 높았고, 다음이 벗나무, 은사시나무로서 247g, 129g이었으며, 뽕나무, 오리나무, 자작나무는 100g 이하로 매우 낮은 수량을 나타냈다.

원목재배 2차 시험에서는 참나무 단목을 이용하여 호산과 화산 품종에서 생육 및 수량특성을 조사하였다. 참나무 단목을 이용한 원목재배 결과 1년차에서는 두 품종 모두 5월 27일부터 9월 30일까지 수확하였고, ‘호산’품종이 원목당 788g으로 ‘화산’ 품종보다 높게 나타났다. 2년차 조사 결과 자실체의 발생은 화산 품종이 5월 27일부터 발생하였으나 호산 품종은 9월 25일부터 발생하였다. 수량에 있어서는 호산 품종이 261.7g으로 화산 품종 116.4g보다 수량이 높게 나타났다.

(시험 8) 농가 현장 애로사항 발굴 및 해결

현지기술 지도를 화천, 영월 등 재배농가를 대상으로 년 5회 이상 실시하였고 현장애로사항으로서 갓말림 현상 구멍, 측면발이 발생 해결 및 봉지재배 발이불량 등을 발굴하여 해결하였다.

〈제2세부과제 : 산느타리버섯 생산비 절감기술 개발〉

(시험 1) 최적배지 개발

산느타리버섯 ‘호산’품종에서 기존배지보다 1번 배지[미톱(30)+면실피(40)+면실박(10)+비트펄프(20)], 5번 배지[미톱(10)+면실피(40)+면실박(10)+비트펄프(20)+콘코브(20)]의 수량이 각각 22.4,

15.9% 증가하였고 ‘화산’품종에서는 기존배지보다 1번 배지[미톱(30)+면실피(40)+면실박(10)+비트펠프(20)], 5번 배지[미톱(10)+면실피(40)+면실박(10)+비트펠프(20)+콘코브(20)]의 수량이 각 22.8, 17.5% 증가하였다. 케이폭박 이용한 생육특성 조사 결과 ‘호산’품종에서는 기존배지보다 수량이 감소하였고, ‘화산’품종에서는 기존배지보다 케이폭박이 첨가된 2번 배지[미톱(50)+면실박(10)+비트펠프(20)+케이폭박(20%)]가 138.1g/병으로 수량이 11.3% 증가하였음. 맥주박, 건비지를 이용하여 생육특성 조사 결과 두 품종 모두 기존배지보다 수량이 감소하는 것으로 나타났다.

(시험 2) 커피부산물 이용 영양원 대체효과 구명

‘호산’품종에서는 커피부산물을 첨가하지 않은 6번 배지[미톱(10)+면실피(50)+면실박(20)+비트펠프(20)]의 수량이 118g/병으로 가장 높았으며, ‘화산’품종 또한 커피부산물을 첨가하지 않은 6번 배지가 127g/병으로 가장 높게 수량이 나타났다.

(시험 3) 수확 후 배지 첨가량별 생육특성 검정

수확 후 배지 첨가량별 생육특성 조사 결과, ‘호산’품종에서는 수확 후 배지를 첨가하지 않은 대조구가 153.5g/병, 수확 후 배지를 10, 20% 첨가한 배지가 각 153.8, 154.8g/병으로 수량 및 자실체 형태의 차이가 없는 것으로 나타나 수확 후 배지를 20%까지 첨가하여 사용할 경우 재료비 절감효과가 있는 것으로 나타났으며, ‘화산’품종에서는 수확 후 배지를 첨가하지 않은 대조구가 144.2g/병, 수확 후 배지를 10% 첨가한 배지의 수량은 139.9g/병으로 수량의 차이가 없는 것으로 나타나 수확 후 배지를 10%까지 첨가 할 수 있는 것으로 나타났다.

(시험 4) 엽가배지 개발

왕겨를 이용하여 수량 및 생육특성 조사 결과 ‘호산’품종에서는 왕겨를 첨가하지 않은 기존배지 [미톱(60)+면실피(10)+면실박(10)+비트펠프(20)] 수량이 가장 높았으며, ‘자산’품종에서는 기존배지보다 왕겨를 15, 25% 첨가한 배지가 각 122.7g/병, 121.5g/병으로 8.3, 7.2% 증가하였다. 왕겨를 25% 첨가한 배지를 경제성 분석한 결과 1만병/1회 재배시 재료비는 66천원 절감되고 수량은 530천원의 경제적 이익이 있는 것으로 나타났다. 맥주박을 이용하여 수량 및 생육특성 조사 결과 ‘호산’품종에서는 기존배지의 수량이 가장 높았으며, ‘자산’품종에서는 면실박을 5% 줄이고, 맥주박을 5% 첨가한 1번 배지[미톱(60)+면실피(10)+면실박(5)+비트펠프(20)+맥주박(5)]의 수량이 103.1g/병으로 기존배지보다 9.6% 증가하였다. 케이폭박을 이용하여 수량 및 생육특성 조사 결과 ‘호산’품종에서는 기존배지에 비해 면실피(10)와 면실박(10) 대신 케이폭박(20%)을 첨가한 3번 배지의 수량이 114.1g/병으로 4.9% 증가하였다. ‘자산’품종에서는 기존배지 수량이 116.2g/병으로 가장 높게 나타났으며 1~3번의 각 처리별 배지는 대조구에 비해 다소 감소하는 경향을 나타냈다.

〈산느타리버섯 병·봉지재배〉



〈산느타리버섯 원목재배〉



〈제3세부과제 : 산느타리버섯 기능성 분석 및 선도유지 기간 설정〉

가. 산느타리버섯 일반영양성분은 수분함량이 '수한' 90%, 단백질은 '호산' 5.2%, 조지방과 조섬유는 '화산'이 각각 0.14%, 1.03%로 다소 많았으며, 무기성분은 '호산' 품종에서 칼슘 14.5mg, 마그네슘 20.3mg, 나트륨 51.3mg, 철 14.2mg/100g이 고르게 높게 나타났으며, 엽산은 '호산' 품종이 122 ug/100g로 가장 많았음

- 나. 베타글루칸은 동결건조시료 분석시 ‘화산’ 21.9%, ‘호산’ 21.3%, 대조구 ‘수한’ 20.7% 로 큰 차이는 없었음
- 다. 향당노 α-amylase 저해활성은 물 추출물이 에탄올 추출물에 비하여 다소 높았으며 품종 별로는 화산이 89.2%로 다소 높았으며, 호산, 수한 순이었음
- 라. 항산화 활성 DPPH radical 소거능은 에탄올 추출물이 물 추출물에 비하여 높았으며, ‘수한’ 96.1%, ‘호산’ 93.0%, ‘화산’ 80.0% 순이었음
- 마. 산느타리버섯 재배배지별 영양성분은 수분함량이 6번 배지가 다소 많았으며, 단백질, 조지방, 조회분, 조섬유는 2번 배지가 많았으며, 베타글루칸은 2번 배지 0.50%, 3번 배지 0.46%, 6번 배지 0.57%로 6번 배지가 다소 많았음
- 바. 소포장 저장시험시 농장에서 기존에 사용하는 선상저밀도폴리에틸렌(LLD-PE, 랩) 포장에 비하여 방담폴리프로필렌(PP) 포장지에서 생체중 감소율이 적었으며, 특히, 산소투과율 무처리필름에서 판매가능일 7일로 좋았고, 기균사 발생이 적었음
- 사. 산느타리버섯 선발된 포장필름 사용시 저장온도별 선도유지기간은 0℃ 20일, 4℃ 20일차, 8℃ 15일차, 24℃ 3일이었음

5. 인용문헌

- 강원도농업기술원. 2005. 2004 시험연구보고서
- 강원도농업기술원. 2008. 2007 시험연구보고서
- 강원도농업기술원. 2010. 2009 시험연구보고서
- 강원도농업기술원. 2012. 2011 시험연구보고서
- 농림수산식품부. 2013. 2012 특용작물생산실적.
- 농촌진흥청. 2008. 유용버섯류의 재배기술개발
- 유영복, 공원식, 장갑열, 김인엽, 오세종, 전창성. 2007. 계통간 교잡에 의한 분홍느타리 품종 “노을”의 육성 및 그 특성. 한국버섯학회지 5(1) : 7-12
- 유영복, 공원식, 장갑열, 김인엽, 오세종, 전창성. 2006. 노랑느타리 품종 “금빛”의 특성. 한국버섯학회지 4(3) : 83-87
- 이경립, 이정옥, 김하원, 김정우, 김성원, 최응칠, 김병각. 1985. 한국산 고등균류의 성분연구 -조개느타리버섯의 항암성분. 한국균학회지 13(2) : 11-21
- 최종인, 지정현, 하태문, 주영철. 2007. 분홍느타리 신품종 적단의 특성. 한국버섯학회지 5(2) : 86-90
- Cheong JC., 2013. Proper recycling levels in oyster mushroom medium of oyster mushroom bottle cultivation post-harvest substrate. RDA
- Chae HJ, Ahn JH. 2011. Evaluation of Medium for *Pleurotus ostreatus* Spent Mushroom Substrate and Food Waste Compost. Korea society of Waste Management 28: 695-703

- Cristina Soler-Rivasa, Ana García-Rosadoa, Isabel Poloniab, Gemma Junca-Blancha, Francisco R. Marín, and Harry J. Wichersaa. 2006. Microbiological effects of olive mill waste addition to substrates for *Pleurotus pulmonarius* cultivation. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 57(1) : 37-44
- Dulce Salmones, Gerardo Mata, and Krzysztof N. Waliszewski. 2005. Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*. 96(5) : 537-544
- Giovana Kirst Tychanowicz, Adriana Zilly, and Cristina Giatti Marques. 2004. Decolourisation of industrial dyes by solid-state cultures of *Pleurotus pulmonarius*. *Process Biochemistry*. 39(7) : 855-859
- Jonathan S. G., Lawal M. M., and Oyetunji O. J. 2011. Effect of spent mushroom compost of *Pleurotus pulmonarius* on growth performance of four Nigerian vegetables. *Mycobiology* 39(3) : 164-169
- Kim IY., Han, SG., Lee WH. and Sung JH. 2002. Studies on mycelial growth and artificial cultivation of *Pleurotus pulmonarius*. *Mycobiology* 30: 110.
- Lara Armstrong and R. Larry Peterson. 2002. The Interface between the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus intraradices* and Root Cells of *Panax quinquefolius*: A Paris-Type Mycorrhizal Association. *Journal Mycologia* 94(4) : 587-595
- Lee JH., 2015. Breeding of High-Yielding Cultivar and Development of Cultural Techniques for *Pleurotus pulmonarius*. *Kor. J. Mycol.* 25: 1-2, 21-22, 90-92.
- Y. H. Park, K. J. Lee, W. H. Lee, K. H. Kim. 2005. Studies on Cultural Characteristics of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel. *균학회소식* 17(2) : 135
- 지정현, 하태문, 김영호. 1998. 포장재료에 따른 생버섯의 선도유지 효과. *농촌진흥청특작논문집*. 40(2) :58~64.
- 황순배. 1995. 진공포장한 팽이버섯의 저장 중 품질변화. 숙명여자대학교 석사학위논문.
- 안용선, 신동화, 강진하, 오승원. 2000. 환경친화적 포장재를 이용한 느타리버섯의 저장성 연구. *한국식품영양과학회지*. 29(1):85~92.
- 이광재, 김경희, 조병주, 박영학. 2008. 산느타리버섯 재배특성 및 기호도 조사. *버섯과학과 생산저널*. Vol. 6, No3&4, P 146-149.
- 진현옥, 임현숙. 2001. 가임기 여성의 주요 엽산급원식품 및 식품의 엽산함량 분석. *한국식품영양학회지*. 30(1), 152~158.
- Park MH, Choi BG, Lim SH, Kim KH, Heo NK, Yu SH, Kim JD, Lee KJ. 2011. Analysis of general components, mineral contents, and dietary fiber contents of *Synurus deltoides*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1631-1634.
- Kays, S. J., Paull, E. R. (2004) *Postharvest Biology*. Exon Press, Athens, GA.

Choi, I.L., T.J.Yoon, I.S. Kim, Y.B.Lee, and H.M. Kang. 2011. Effect of non-perforated breathable films on the quality and self life of paprika during MA storage in simulated long distance export condition. *J. Bio-Environ. Cont.* 20:150-155.

한대석, 안병학, 신현경. 1992. 환경가스조절 저장방법을 이용한 느타리버섯과 표고버섯의 유통기간 연장. *한국식품과학기술지*. 24(4) : 376~381.

Kader,A.A., Zagory, D. and Kerber, E. L., 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 28,

Nichols,R. and Hammond, J.B.W. 1975. The relationship between respiration, atmosphere and quality in intact and perforated mushroom pre-pack. *J. Food technol.*, 10, 427

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	영농기술	버섯체험장 산느타리버섯 원목재배시 수종별 수량특성
	논문게재	산느타리버섯(<i>Pleurotus pulmonarius</i>) 병·봉지재배에 적합한 배지조성 연구
	학술발표	산느타리버섯(<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quelet) 원목재배기술 개발
2015(2년)	영농기술	산느타리버섯 수확 후 배지 이용기술 개발
	논문게재	산느타리버섯 수확 후 배지 첨가량에 따른 수량특성
	학술발표	산느타리버섯(<i>Pleurotus pulmonarius</i>) 다수성 품종육성 및 재배기술 개발
	학술발표	산느타리버섯 수확 후 배지 첨가량에 따른 수량특성
	학술발표	산느타리버섯 육성 품종 '호산' 생육크기별 영양성분 및 베타클루칸 함량
	학술발표	산느타리버섯 '호산'과 '화산' 이화학적 특성
	영농정보	산느타리버섯 '호산', '화산' 영양성분 및 기능성(중양)
2016(3년)	기술이전	산느타리버섯 호산 품종 통상실시
	영농기술	산느타리버섯 병재배 엽기배지재료 '왕겨' 선발
	학술발표	산느타리버섯의 맥주박, 건버지 이용에 따른 생육특성
	학술발표	산느타리버섯 맥주박, 왕겨를 이용한 생산비 절감기술 개발
	학술발표	산느타리버섯 '호산' 포장 필름 및 저장 온도별 저장 품질
	영농정보	산느타리버섯 신품종 '호산' 소포장을 위한 적정 포장 필름 및 저장 온도별 선도 유지기간(중양)
	영농기술	산느타리버섯 신품종 '호산' 소포장을 위한 적정 포장 필름 및 저장 온도별 선도 유지기간(중양)

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'14	'15	'16
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	이재홍	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	이재홍	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	이남길	시험수행 및 평가	○	○	○
	"	"	문윤기	분석 지원	○	○	-
	"	농업연구관	정태성	평가분석 지원	○	○	○
	"	"	권순배	평가분석 지원	○	○	○
	"	"	김인중	시험연구자문	-	○	○
	작물연구과	"	김재록	시험연구자문	○	-	-
2세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	이남길	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	이재홍	시험수행 및 평가	○	○	○
	"	"	문윤기	분석 지원	○	○	-
	"	농업연구관	정태성	평가분석 지원	○	○	○
	"	"	권순배	평가분석 지원	○	○	○
	"	"	김인중	시험연구자문	-	○	○
	작물연구과	"	김재록	시험연구자문	○	-	-
3세부책임자	농식품연구소	농업연구사	노희선	세부주관 수행	-	○	○
공동연구자	농식품연구소	농업연구관	김시창	시험평가	-	-	○
	"	"	임상현	시험평가	-	○	-
	"	농업연구사	김희연	시험조사 지원	-	○	○
	"	공무직	정은경	시험조사 지원	-	○	○
	"	연구원	신경신	시험조사 지원	-	○	○
	"	"	김민정	시험조사 지원	-	-	○