

양송이 안정생산을 위한 생산기술 현장연구

전창성*, 장갑열, 정종천, 이찬중, 공원식, 유영복
농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Field research of cultivation technique for stable production of common mushroom(*Agaricus bisporus*)

Chang-Sung Jhune*, Kab-Yeul Jang, Jong-Cheon Jeong, Chan-Jung Lee, Won-Sik Kong and Young-Bok Yoo

Mushroom research Division, Department of Hebal Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 4Korea, 41-707

(Received August 30, 2010, Revised September 16, 2010, Accepted September 20, 2010)

ABSTRACT : Common mushroom production per area has been decreased and are up to less than 50% of the 1980 production. To determine the main reasons for the decrement, we performed this study. Two main reasons, which are mushroom disease and the low compost quality because of mechanized compost making, were assessed. In mechanized mushroom farms, nitrogen concentration in compost was lower than recommended and total compost quantity was about 100-150 kg/3.3m², which was also lower than usual. Our study revealed that higher nitrogen concentration (about 1.5%) in compost gave better production. Also, use of large amount of compost appeared to increase the mushroom production, although more insects and disease problems were observed. The relationships between the presences of microorganisms and occurrence of diseases were assessed by monitoring the microorganism densities near the mushroom farms. Higher number of microorganisms were observed near the mushroom farm area, compared to control region, Daechon beach. Most contaminating molds were found in the circulating fans, tunnel and culture room floor. The bacterial isolates were collected from the air in mushroom culture room and killed with 0.005% Benzalkonium solution, indicating treatment of Benzalkonium are the effective methods to sanitize the mushroom culture room.

KEYWORDS : Benzalkonium, Common mushroom, Low production, Microorganism densities,

서론

양송이(*Agaricus bisporus*)는 주름버섯목(Agaricales)에 속하는 식용버섯으로 전세계적으로 가장 많이 소비되고 있다. 1960년대에는 전세계적으로 버섯수요는 급격하게 증대되어 공급이 부족한 상태이었고, 우리나라는 수출을 목적으로 양송이 재배를 육성 지원하였다.

양송이 재배에 대한 연구는 1968년 농촌진흥청 균이과에서 시작하여 버섯 재배의 기초를 확립되기 시작하였다. 1969년부터 농특사업으로서 근대적인 재배 및 가공시설 확장 지원사업이 이루어짐으로서 수출이 증대되어 제1차 버섯발전 전환기를 맞게 되었다. 1971~1972년에는 농수산물 수출 진흥법 규정에 의하여 수출품목으로 지정 받아서 재배 기술과 수출이 크게 신장되었다. 세계적인 경기호전으로 수출량과 가격이 상승하고 재배기술 향상, 대형 농장에 의한 기업형 가공 수출로 양송이 산업의 황금기에 접어들게 되었다. 1976~1978년까지는 양송이 산업의 발달이 최고조에

달하여 농산물 수출에서 잠업 다음으로 2위를 차지할 정도 이었다. 그 결과 1978년에는 단일품목으로 5천만불(US \$) 이상을 수출하여 그 당시에는 부가가치가 높은 농가소득 작 물로서 각광 받았으며, 현재 버섯산업 발전의 기초가 되었다(1997. 양송이 편람).

그러나 1977~1978년을 정점으로 중동지역의 에너지 파 동과 중국산 양송이의 덤핑수출로 버섯 생산과 수출이 점 점 감소하게 되었고 더욱이 버섯재배는 인건비 상승, 인력 구득난으로 어려운 처지에 놓이게 되었다(1993, 농촌진흥 30년사).

1982년부터 국가적인 대책으로 추진하였던 터널기계화 재배법과 퇴비제조의 생력화 방법 개발 완성단계에서 그 효과를 보지 못하고 양송이 산업이 사양화되어 재배면적 이 급속히 감소되었다(1968~2002, 농사시험연구보고서; 1972~2001, 농촌지도사업 활용자료).

그 이후에 국내 경기 활황으로 육류 소비가 증가와 함 께 양송이의 국내소비가 급격히 증가되었고, 그에 따라 재 배면적은 '90년에는 195ha에서 2000년도에는 539ha으로 '04년도에는 647ha로 재배 면적 증가와 양송이 재배용 퇴

* Corresponding author (csjhune@korea.kr)



← 1970년대, 인력형(좌)
1990~현재, 포그레인 퇴적(우) →



1. 야외발효 벙커

나주 양송이 농가 배지제조 자동화기계

1. 야외발효 벙커
2. 배지조제
3. 터널시스템
4. 배지운반 및 입상기



3. 터널시스템



2. 배지조제



4. 배지운반 및 입상기

그림1. 배지제조 기계화과정 변천사

비의 수요도 급격히 증가하였다 (1984~2006, 특용작물 생산실적, 1984~2006). 재배에 필요한 퇴비를 공급하기 위하여 퇴비제조는 포크레인을 활용한 간이 생력화 방법이 사용되고, 퇴비만 전문적으로 생산하는 회사도 생겨나는 등 많은 변화가 있었다. 이와 같은 변화과정에서 '05년에 다시 재배면적이 580ha로 감소하였으며, 단위면적당 수확량은 '89년도 19.8kg/m²에서 '05년도 10.9kg/m²으로 감소되어 지금 현재에도 회복하지 못하여 수익성이 떨어지는 경향을 보이고 있다. 뿐만아니라 재배자 간에도 많은 차이를 보이고, 버섯을 재배하는 과정에서 기형버섯의 발생으로 품질도 낮아지는 추세가 나타나고 있다. 따라서 예전에 버섯수출 주요 작목이었던 양송이에 대한 생산이 불안정한 원인을 확인하고, 재배기술 개선을 위한 현장시험을 수행하므로써 생산성 향상과 안정생산방안을 모색해 경쟁력을 갖추고 내수물량을 확보와 아울러 다시 한번 주요 수출작목으로 재도약하기 위한 경쟁력 강화를 위하여 시험을 수행한 결과를 보고하고자한다.

재료 및 방법

가. 양송이 퇴비 배지에 따른 수량성 및 품질 저하요인 분석
양송이 생산성 저하 및 품질의 하락요인을 분석하기 위하여 퇴비제조의 현황 및 문제점을 확인하고자 양송이 주요 생산 단지인 부여 석성지역을 중심으로 보령, 김제, 나주 지역의 양송이 퇴비를 수집하여 버섯의 생산성 및 품질에 관여하는 단위면적당 퇴비 입상량, 퇴비 화학성, 퇴비제조방법 등을 조사하여 단위면적당 수량성이 높았던 시기의 것과 비교 검토하였다.

나. 배지량 및 질소수준이 버섯생산량과 품질에 미치는 영향
퇴비배지의 입상량과 질소함량 수준이 버섯 생산량과 품질에 미치는 영향을 확인하기 위하여 부여 석성의 재배농가에 배지량을 36.4(농가관행), 45.5, 54.6kg/m² 로 다르게 처리하였고, 질소원 첨가량은 1.2(농가관행), 1.5, 2.0% 로 처리하여 시험을 실시하였다. 주요조사내용으로는 퇴비배지의

표 1. 지역별 양송이 농가 입상퇴비의 C/N율

지역명	농가	주재료	T-N(%)	T-C(%)	C/N율(%)
부여	A	볏짚	1.66±0.140	42.0±1.18	25.3
	B	볏짚	1.59±0.189	37.4±2.69	23.5
김제	A	볏짚	1.37±0.153	40.4±2.05	29.6
	B	볏짚	1.70±0.287	41.2±2.75	24.2
	C	볏짚	1.81±0.05	31.4±0.51	17.4
나주	A	볏짚	1.59±0.41	34.1±3.11	21.5
보령	A	폐면	2.34	45.6	19.5

표 2. 단위면적당 수확량 변화 전후의 재배과정별 변화요인 분석

		수확량 높은 시기(인력형)	수확량 낮은 시기(간이기계화)
배지 제조	○ 인력형		○ 간이 기계화
	○ 퇴비의 자체제조		○ 배지 전문생산 퇴비배지 구입
	○ 입상량 : 150 ~ 200kg - 선별해서 사용		○ 입상량 : 120 ~ 150kg- 부패볏짚이 혼합된 주재료 사용
	○ 자가제조와 수량증수를 위해 첨가제 증가		○ 가격상승 우려 감소
	○ 첨가제 주종류 - 천연 유기태질소원 ⇒		○ 첨가제 주종류 - 화학비료 유기태질소원 (요소)
버섯 수확기	○ 관수횟수 2회/1일 ⇒		○ 2회/ 1주
	○ 복토두께 2 ~ 3cm		○ 4 ~ 6cm
	○ 평균 및 품종 - 국내종 1파운드 단위 평균형		○ 평균 및 품종- 외국품종 5~10kg 단위
	○ 병해충 발생 소		○ 극심
	○ 폐상퇴비의 처리 철저		○ 방치
	○ 수확량 19.8kg/m ²		○ 10.9kg/m ²

화학성, 수량성, 버섯품질, 병해충 발생 등을 조사하였다.

다. 양송이 병해충 발생조사 및 연작장해 발생원인 분석

버섯의 생산성을 결정하는 퇴비배지, 재배환경, 병해충 등으로 인한 병해충 발생 원인에 대한 문제점을 확인하기 위하여 양송이 재배사의 주요 발생 병해충이 어떤 것이 있으며, 연작장해 원인이 무엇인지를 확인하기위하여 시험을 수행하였다. 병해충조사는 부여 석성지역 지역을 중심으로 보령, 김제, 나주 지역의 재배농가를 조사하였으며, 5월부터 11월까지의 시기에 5회에 걸쳐 병해충발생 종류 및 정도를 조사하였다. 연작장해의 발생원인 분석을 위한 재배사 내외의 미생물상과 병해충조사는 부여 석성지역을 중심으로 보령, 김제, 나주 지역의 재배농가를 조사하였으며, 5월부터 11월까지의 시기에 5회에 걸쳐 공기중의 미생물상 조사와 발생미생물에 대한 분류동정 및 피해원인을 분석하였다.

결과 및 고찰

가. 양송이 퇴비 배지에 따른 수량성 및 품질 저하요인 분석

우리나라 현재의 양송이 재배농가에는 인력에 의한 방법을 사용하여 배지를 제조하는 경우는 없으며, 퇴비제조방법은 주로 포크레인을 활용한 간이생력화 방법을 사용하고 있

었다. 또한 소규모 농가는 퇴비제조 및 기기의 운용상에 어려움이 많고 인력부족으로 직접 퇴비배지 제조를 포기하고 퇴비배지를 전문적으로 제조하는 업체와 농업인이 생산한 야외발효가 끝난 퇴비배지를 구입하여 상압살균 및 후발효하여 사용하고 있다. 그러나 선진농가는 퇴비제조에서 중간점종까지 원재료에 수분공급과 첨가제 혼합기, 퇴비뒤집기 작업이 없는 야외발효용 벙커, 자체발효열을 이용한 터널시스템, 살균 및 후발효된 퇴비배지의 이동, 입상 및 중간점종 장치 등 완전 자동화라인이 완비되어있는 전업농가도 존재하였다.

한편 최신 시스템을 도입한 양송이재배농가는 도입초기에는 기존 수확량 60kg/3.3m² 보다 적은 30~40kg의 수확하였으나 가을재배에서는 70kg이상으로 생산성이 향상되었으며, 주재료는 볏짚 100%에서 볏짚50%+밀짚50%를 혼합하여 사용하고 있고, 초기 배지제조시 총 질소원함량을 1.5%이상으로 조절하여 상당히 효과적으로 재배되고 있었다.

양송이농가의 입상 전 퇴비를 수거하여 전질소 및 전탄소 함량을 분석한 결과(표1) 모든 시료의 전질소함량은 1.81%이하이며, 가장 높은 질소함량을 보이는 배지가 퇴비제조 초기 질소함량 첨가기준인 1.2~1.5% 이하로 추정되고, 혼합배지제조한 입상시 퇴비에서 보이는 질소함량 정도로는 고품질, 다수확하기에는 역부족인 것으로 추정된다.

표 3. 기계화 퇴비제조 문제점 분석

구분	인력형	포크레인	배지제조 자동화
배지재료	절단벗짚	통벗짚	절단벗짚
첨가재료	요소, 계분, 장유박	요소, 계분	요소, 계분, 면실박
벗짚길이	20-30cm	100-120cm	20-50cm
벗짚보관법	벗짚단 쌓기	원통형 벨러 벗짚	원통형 벨러 벗짚
재료 선별	부숙벗짚 제외	선별 없이 사용	선별 없이 사용
수분조절	퇴적물 및 살수	침수조+살수	살수+가압
재료첨가	퇴적시 인력투여	퇴비더미 위	공급장치 부착
퇴적방법	인력	포크레인	퇴비퇴적기
퇴비질	매우 양호	불균일	양호
기계화	불가능 (전체 수작업)	부분 가능 (뒤집기, 상하차, 입폐상)	원형벨러 벗짚 절단기 침수 및 첨가제 혼합기 공기공급장치(벙커) 터널시스템 배지운반장치

표 4. 지역별 양송이 재배용 퇴비의 미량성분

지역명	농가	무기이온함량(mg/l)			
		P	Al	Ca	Zn
부여	A	22.3±3.47	9.32±0.80	70.61±14.84	0.7019±0.0857
	B	8.73±0.64	36.67±0.64	47.90±1.66	0.4685±0.0395
김제	A	12.1±3.07	16.64±3.44	108.2±28.85	0.4589±0.0797
	B	18.4±7.86	26.67±7.86	81.68±39.27	0.7254±0.2021
	C	30.1±0.29	24.52±3.86	366.73±4.92	1.2584±0.0331
나주	A	27.9±4.23	21.19±10.27	336.13±55.09	1.1276±0.1624
보령	폐면	31.76	6.74	179.98	0.6162
계분	A	20.28	5.59	419.15	2.9084
	B	23.23	7.35	492.70	2.5142

※ 13개 분석종류 중 4개성분

특히 나주 A농가의 전질소 함량은 반복간의 편차가 ± 0.41 정도 다른 농가에 비하여 심하였으며, 전질소 함량 및 전탄소 함량에서도 낮은 경향을 보이고 있다. 원 배지재료 상에 문제점이 있는 것으로 사료된다(표1).

조사농가의 전탄소 함량은 31.4 ~ 42.0%로 농가간 차이가 크며, 31.4%의 낮은 전탄소 함량을 보인 농가에서는 주재료인 벗짚이 신선한 것을 사용하지 않았거나, 보관이 잘 못되어 많이 부숙된 벗짚을 사용한 것으로 추정되며, 오히려 폐면에 첨가제를 넣어 배지를 제조한 경우에는 질소함량이 2.34%, 탄소함량이 45.6%로 가장 높은 수치를 보였다. 농가의 입상량은 120~150kg/3.3m²로 기존 입상량 150~200kg 보다 적으며, 병해충 발생이 심하여 수량성 및 품질이 크게 떨어지는 것으로 조사되었다(표2).

농가에서 재배하는 과정을 크게 2부류로 구분하면 배지

제조와 버섯수확기로 구분할 수 있는데, 배지제조는 야외와 실내에서 군사배양을 포함하며, 군사생장 후를 복토 및 버섯 발생 폐상에 이르는 기간으로 구분할 수 있다(표3).

배지제조 과정에는 가장 문제점은 주재료의 사용량이 20 ~ 25% 감소, 선별되지 않은 통벗짚을 사용, 퇴비 뒤집기는 포크레인 사용으로 정밀작업이 어려워 배지상태가 불균일, 첨가제의 종류는 요소와 계분위주, 종균접종 후에 양송이가 이용할 수 있는 질소원이 별로 없는 등(차등, 1998), 제조과정이 잘못된 방향으로 변화되어있었다. 특히 버섯발생 후 관리면에서는 세균성갈반병을 예방하기위한 버섯수확기에는 관수횟수의 감소, 복토두께의 증가 등 관리방법이 변화되면서 복토층의 군사활력 부진으로 버섯생산량이 감소되었다(표 4).

퇴비배지의 무기성분 함량에 있어서는 영양원으로 계분을

표 5. 양송이 퇴비배지의 질소함량과 배지량에 따른 버섯 수량성

질소함량 (%)	수확량(kg/3.3m ²)			비고
	배지량(kg/3.3m ²)			
	120	150	180	
1.2	36.0	40.7	28.7	첨가제(면실박)
1.5	38.7	46.3	22.3	
1.8	38.3	38.3	20.3	

표 6. 양송이 퇴비배지 내의 질소함량과 배지량이 버섯품질과의 상호관계

질소함량 (%)	배지량 (kg/3.3m ²)	갓크기 (mm)	갓두께 (mm)	대길이 (mm)	대굵기 (mm)	개체중 (mm)
1.8	180	47.0±2.5	14.1±0.9	26.5±2.5	23.5±3.7	30.2
	150	45.9±3.4	14.0±1.7	26.5±1.9	23.5±1.3	29.4
1.5	120	45.1±1.6	13.0±0.7	27.4±1.5	20.9±1.2	27.8
	180	47.5±1.9	13.9±0.9	27.4±1.8	23.4±2.2	34.5
	150	47.3±2.1	14.0±0.7	28.2±3.0	23.0±1.4	31.9
1.2	120	46.0±2.8	14.5±0.5	25.0±2.4	23.4±2.6	28.9
	180	47.5±3.6	13.8±1.2	24.5±2.1	21.6±2.3	29.1
	150	47.3±1.9	14.0±1.0	25.9±3.0	21.6±1.9	29.7
	120	46.5±2.6	13.5±1.0	23.9±1.2	22.8±1.3	29.1

표 7. 질소함량별 양송이 퇴비배지 내의 미량성분

구분	질소함량(%)	N	P	Al	Ca	Zn
중균접종시	1.2	2.31±0.20	13.04±4.13	32.1±4.1	86.9±12.0	0.53±0.029
	1.5	2.36±0.11	14.09±1.77	33.9±3.7	76.7± 8.1	0.52±0.010
	1.8	2.56±0.11	16.09±1.63	31.1±3.7	100.7±45.2	0.53±0.048
입상시	1.2	1.70±0.15	11.41±0.81	26.3±1.7	99.35±54.4	0.63±0.20
	1.5	1.86±0.04	13.75±1.06	32.3±1.9	80.77±2.3	0.76±0.18
	1.8	2.04±0.07	15.11±0.79	31.0±12.1	54.35 ±1.1	0.57±0.05

사용하는 경우 Zn의 함량의 차이가 크게 나타났으며, 농가 중 김제B와 나주 A 농가가 샘플별 편차가 크게 나타났다.

2. 퇴비배지의 입상량 및 질소수준이 버섯생산량과 품질에 미치는 영향

양송이 퇴비배지 제조 초기에 질소함량을 농도별로 조절하여 시험한 결과 버섯수확량은 1.5%의 질소 첨가처리에서 가장 높았으며, 가장 수량이 높을 것으로 예상하였던 질소함량 1.8%, 배지량 180kg처리에서 오히려 가장 수량성이 낮게 나타났다. 이는 시험농가의 재배사 냉동기 용량의 부족으로 보온력이 낮아 배지온도가 버섯생육에 알맞게 유지되지 못하여서 버섯발생과 생육이 부진했던 것으로 판단된다. 가장 높은 수량을 보인 것은 질소수준 1.5%이며, 배지량이 150(kg/3.3m²)인 처리에서 수량이 높았으며, 이는 농가가 1회 1.92톤 정도 생산하는 것에 대비하여 보면 32%정도 된 것이었다(표5).

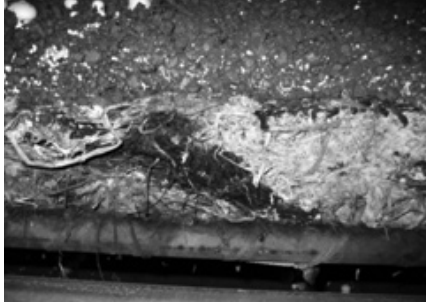
양송이 퇴비배지를 배지제조 초기 질소함량을 농도별로 조절한 표5의 실험에서 수확한 버섯의 품질을 조사하면 배지량의 증가에 따라 갓크기, 개체중이 증가하였으며, 갓두께, 대길이, 대굵기 등에서 차이를 보이지 않았다. 배지 질소함량의 증가에 따라서는 크게 차이를 보이지 않았으며, 전반적으로 보면 1.5% 처리가 양호한 경향을 보이고는 있으나 유의성은 없었다(표 6).

질소원 첨가량에 따라 T-N의 함량은 약간씩 증가하였으며, 배지제조시 1.8% 처리는 2.56%를 매우 높은 수치를 보이고 있었으나 생산성은 그다지 높지 못하였다(표 7).

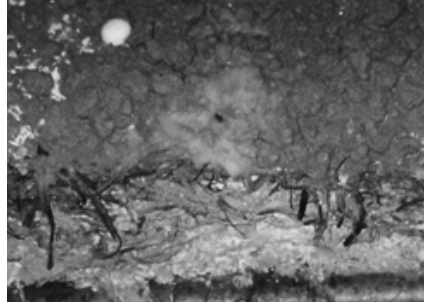
양송이 퇴비배지를 배지제조 초기 질소함량을 농도별로 조절한 실험에서 배지제조과정별, 질소함량별 양송이 퇴비배지 내의 무기성분 함량은 처리에 따라 특별한 어떤 경향을 보이지 않았다.

표 8. 지역별 양송이 농가의 병해충 발생 정도(봄재배)

지역명	발생병해	총해
부여 석성1	먹물버섯, 푸른곰팡이, 연부병, 갈반병, 찻잔버섯	버섯파리
부여 석성2	먹물버섯, 푸른곰팡이, 세균성갈반병	버섯파리
보령 청라	먹물버섯, 푸른곰팡이, 갈반병,	버섯파리, 응애
보령 성주	먹물버섯, 푸른곰팡이, 부패병,	버섯파리



먹물버섯



연부병



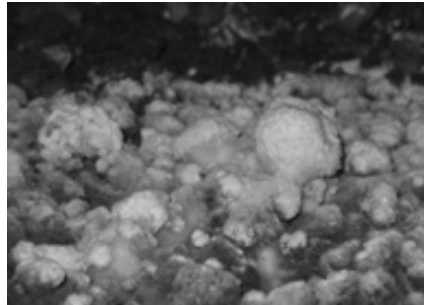
푸른곰팡이병

표 9. 지역별 양송이 농가의 병해충 발생 정도(가을재배)

지역명	발생병해	총해
부여 석성1	먹물버섯, 연부병, 갈반병, 푸른곰팡이병	버섯파리(극심, 1주기)
부여 석성2	먹물버섯, 푸른곰팡이, 세균성갈반병	버섯파리(심, 3주기)
보령 청라	먹물버섯, 푸른곰팡이, 갈반병,	버섯파리(미약)
보령 성주	먹물버섯, 푸른곰팡이, 부패병,	버섯파리(극심)



버섯파리



연부병



부패병

3. 양송이 재배 병해충 발생조사 및 연작장해 발생원인 분석

부여 석성 지역의 양송이재배 농가에서 병해충발생 종류 및 정도를 조사한 결과 주로 발생하는 병해로서는 먹물버섯과 연부병의 발생이 가장 심하였으며, 그 외에 푸른곰팡이병, 갈반병, 찻잔버섯, 세균성갈반병 등 다양한 병해가 심각할 정도로 발생하였고, 대부분의 농가들이 병해충피해로 인하여 3주기 이상 버섯을 수확하지 못하는 상태이며, 특용작물생산실적의 통계수치에서 볼 수 있는 단위면적당 수량성이 크게 감소하는 것을 실감할 수 있었다(표 8).

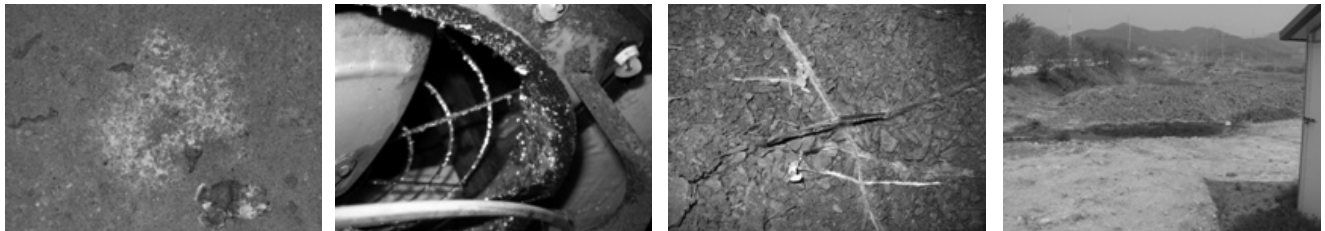
특히 먹물버섯은 배지불량 및 여름재배 시에 소수 발생하던 병해이었으나 방문한 모든 버섯재배사에서 발생되고 있

었으며, 이에 미루어 배지제조과정, 살균 및 후발효과정에 근본적인 문제점이 있는 것은 알 수 있었으나 농가는 대수롭게 받아드리지 않았을 뿐만 아니라 문제의 심각성을 인식하지 못하고 있었다. 오히려 기존의 문제되어 왔던 괴균병, 마이코곤병, 세균성갈반병 등은 확인하기 곤란한 정도였으나, 기존에 별로 보이지 않았던 연부병, 푸른곰팡이병, 부패병, 갈반병 등이 2주기 후반기부터 심각하게 발생하고 있었다. 모든 재배 농가에는 폐상퇴비 및 버섯 잔재물이 재배사 주변에 그대로 방치되어 있으며, 이것이 지금 재배사내의 병해충발생의 원인인 것으로 판단되었다(표 9).

양송이 가을재배시 병해충 발생종류 및 정도를 조사한 결

표 10. 지역별 양송이 재배농가의 미생물상 조사 결과

조사지역		공기 50ℓ (균총수)		공기 100ℓ (균총수)	
		세균	곰팡이	세균	곰팡이
백마강변		13	67	25	174
부여석성1	외부	68	172	48	188
	내부	13	34	13	96
부여석성2	외부	33	72	53	202
	내부	52	364	44	549
보령성주	외부	16	61	53	83
	내부	80	91	136	285
	동굴	0.3	8	0.7	24
보령청라	외부	14	289	6	250
	내부	10	145	17	178



a. 재배사바닥 b. 환풍기 c. 냉풍유도관로 바닥 d. 재배사옆 폐상퇴비

표 11. 지역별 양송이 농가의 미생물 동정결과

조사지역	동정결과	계
부여석성1	외부 <i>Arthrobacter</i> sp. (4), <i>Bacillus</i> sp. (2)	6
	내부 <i>Arthrobacter</i> sp. (3), <i>Bacillus</i> sp. (6), <i>Pseudomonas</i> sp. (4)	16
부여석성2 폐상직전	내부 <i>Bacillus</i> sp. (12), <i>Pseudomonas</i> sp. (2)	14
보령성주	외부 <i>Arthrobacter</i> sp. (2), <i>Staphylococcus</i> sp. (2)	4
	내부 <i>Pseudomonas</i> sp. (8), <i>Staphylococcus</i> sp. (2), <i>Chryseobacterium</i> sp.(2)	12
보령청라	외부 <i>Arthrobacter</i> sp. (5), <i>Staphylococcus</i> sp. (2), <i>Microbacterium</i> sp. (2)	9
	내부 <i>Arthrobacter</i> sp. (3), <i>Staphylococcus</i> sp. (2), 미동정 (2)	7
합계	9속	68

과 봄재배와 유사한 경향이었으며, 특히 봄재배 보다 버섯 파리 발생밀도가 더 많게 나타났으며, 대부분농가에서 재배 주기 구분 없이 발생정도가 극심했다. 병해는 먹물버섯 발생이 가장 심하였고, 그 외에는 균상표면에 푸른곰팡이병의 발생도 심하게 나타나 자실체의 감염증상도 확인할 수 있었다. 가을재배에서도 대개의 농가들이 연부병 및 부패병으로 인하여 3주기 이상 거의 버섯을 수확하지 못하였다(표 10).

양송이 재배사의 내·외부를 조사한 결과(표 10) 세균의 밀도는 곰팡이 밀도 보다 낮으며, 일반적으로 공기중 미생물 밀도는 300ℓ 에 10개 이내의 균총을 보이는 것이 보편적

이나, 조사된 재배사 내외를 막론하고 매우 높은 밀도를 보이고 있어 문제가 발생할 가능성이 매우 높을 것으로 판단되었다. 조사농가의 대부분은 재배사 바닥에 푸른곰팡이병 균사가 생장된 것이 확인되고 있으며(a), 폐광을 이용한 동굴 내에서 공기를 재배사로 유도하여 온도를 조절하는 농가에서는 동굴 내에 공기를 재배사로 불어넣을 수 있는 환풍기에 곰팡이 균사가 생장하는 것이 확인 되었고(b), 유도관로에는 바닥의 식물 잔재물에 곰팡이균이 생장하고 있었으며(c), 모든 양송이 재배농가 주변에는 폐상퇴비가 방치되어 있어 발병원인이 될 것으로 판단되었다(d) (표 11).

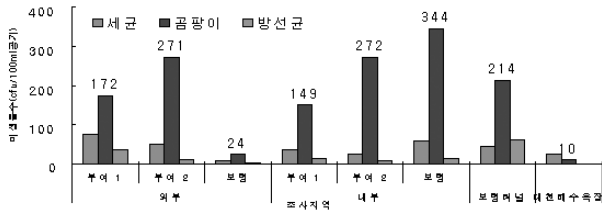


그림2. 양송이 재배사 내외의 공기중 미생물상 조사 결과

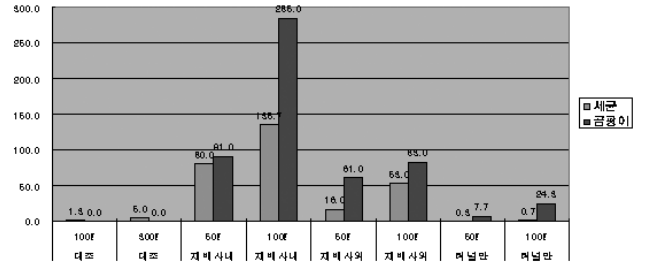
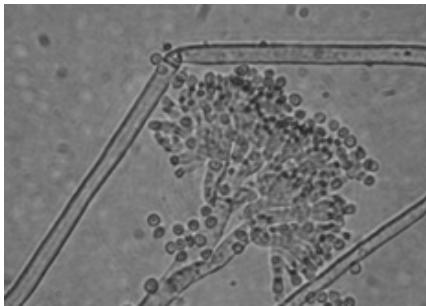


그림 3. 양송이 재배사 내외의 공기중 미생물상

표 12. 양송이 재배사 내외의 공기중 미생물상

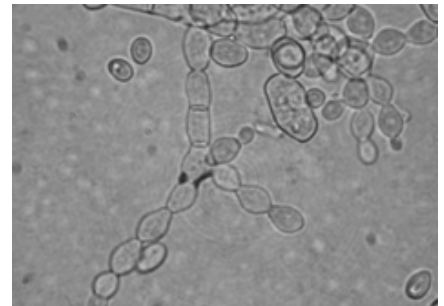
조사지역	CFU/50ℓ			CFU/100ℓ			CFU/300ℓ		
	세균	곰팡이	방선균	세균	곰팡이	방선균	세균	곰팡이	방선균
대천해수욕장	-	-	-	23	10	1	22	11	3
부여석성1	외부	-	-	76	172	34	98	242	56
	내부	32	92	15	35	149	14	-	-
부여석성2	외부	-	-	49	271	11	104	90	18
	내부	15	250	3	24	272	8	-	-
보령성주	외부	-	-	8	24	3	40	82	15
	내부	87	269	17	59	344	-	-	-
	동굴	24	171	12	44	214	-	-	-



Aspergillus



Verticillium



Monilia

공기 중에서 분리된 세균을 동정한 결과(표 11) *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* 등의 균주이었으며, *Pseudomonas* 속균은 버섯에 대해 병원성을 보일 수 있는 가능성이 높을 것으로 추정된다. *Staphylococcus Aureus* 황색포도상구균, *Microbacterium* 유산균, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. 식물병원균 등은 직접적으로 버섯에 병을 발생시킬 수 있는 균이 아닌 것으로 사료된다.

미생물상 조사(그림2)에서는 대천해수욕장의 공기를 대조구로 비교한 결과 표10과 동일하게 대조구를 제외하고는 세균밀도는 곰팡이밀도 보다 낮으며, 재배사 내외를 막론하고 매우 높은 밀도를 보이고 있어 문제가 발생할 가능성이 매우 높았다. 표10 결과에서는 방선균이 발견되지 않았

으나 그림2의 결과에서는 방선균 콜로니가 많이 보이는 것이 특징적이었다.

미생물상 조사(그림3)에서는 대천해수욕장과 터널 내의 공기를 대조구로 비교결과 표10의 결과와 동일하게 대조구를 제외하고는 세균밀도는 곰팡이밀도 보다 낮으며, 재배사 내외를 막론하고 매우 높은 밀도를 보이고 있어 문제가 발생할 가능성이 매우 높을 것으로 판단되며, 4차에서는 방선균이 발견되지 않았다. 또한 터널 내 공기에서는 밀도가 낮은 편이었으나 재배사에서는 밀도가 높은 것으로 보아 터널에서 재배사로 공기가 이동하는 과정에 문제가 있다고 판단할 수 있었다.

미생물상 조사에서는 대천해수욕장과 터널 내의 공기를

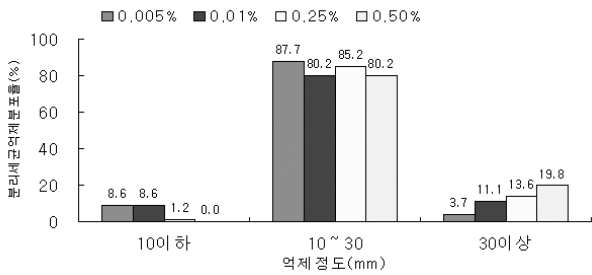


그림 4. 분리세균의 Benzalkonium Chloride에 대한 억제 정도

대조구로 비교결과 그림2의 조사와 동일하게 대조구를 제외하고는 세균밀도가 곰팡이밀도 보다 낮으며, 주요 곰팡이로는 *Aspergillus*, *Verticillium*, *Monilia* 등이 확인되었다. 또한 방선균이 비교적 밀도가 높게 나타났다 (표 12).

Benzalkonium Chloride 10%용액 처리구에서는 모든 세균 균주에 대하여 모든 농도에서 저지원을 형성하였다(그림 4). Benzalkonium Chloride는 원래 창상, 수술 전·후의 감염예방, 의료기구의 소독 및 이비인후계통의 소독, 경증 화상의 소독, 세척과 인체에 살균제로 사용하고 있으며, 일반적인 사용농도는 50% 용액을 용도에 따라 1,000-20,000배액으로 희석하여 사용하고 있다. 시중에는 소독제 10% 또는 50% 1, 10, 20, 200l 등으로 포장되어 판매되고 있으며, 화공약품으로는 50%짜리도 있어 유용하게 사용할 수 있는 소독제로 판단된다. 현재 병재배 농가에서 건물 및 장비 등의 소독용으로 일부 사용되고 있다.

적 요

양송이 단위면적당 생산량이 1990년부터 지속적으로 감소하여 1980년대의 절반에 가까운 수량을 보이고 있다. 따라서 수량감소 요인을 분석하고 그에 따른 대책을 마련하기 위하여 본 시험을 수행하였다.

그 결과 농가에서 사용하는 배지의 품질이 기계화되는 과정에서 하락하였고, 병해충발생으로 인한 피해 문제가 크게 대두되었다.

양송이 재배농가의 퇴비배지 입상시 배지의 질소함량은 권장량보다 낮고, 입상량은 120~150kg/3.3㎡로 기존 입상량 보다 적으며, 현장에서 질소 수준별 시험에서 질소함량

별 퇴비제조에서 질소원 수준이 1.5%가 수확량이 가장 높았으며, 배지량이 증가하면 수량이 증가하는 경향을 보였으나 병해충의 발생으로 후주기 수확을 하지 못해 다수확하지 못하였다.

병해충은 주변의 청결성에 문제가 있는 것으로 나타났는데 주변의 미생물상 및 병해충발생정도는 시기별로 조사한 결과 양송이 농가의 재배사 내외의 미생물상은 일관된 결과는 아니지만 대조지역에 비하여 높은 미생물 밀도를 보이고 있다.

이를 해결하기위한 방법으로 청결하고 위생적 관리를 위해서는 병해충 발생의 오염원이 되고 있는 재배사 주변에 방치되어 있는 폐상배지를 처리하는 것과 재배사 주변의 살균 소독방법의 개발이 매우 시급한 실정이다.

대조지역인 대천해수욕장 주변과 대비하여 버섯재배지역은 수십배 이상의 미생물 밀도를 보이고 있었다. 특히 폐광을 이용한 냉·이용 터널에서 재배사의 냉풍 유도터널 내의 바닥 및 환풍기에 곰팡이균사가 성장하고 있었으며, 재배사 바닥에 곰팡이가 발생되어있는 등의 문제가 발생하고 있었다.

간이시험에서 재배소독약으로는 벤잘코늄액에 대한 살균을 효과를 검증하기 위하여 재배사 공기중 분리세균을 대상으로 0.005% 처리에서도 저지원이 나타났으며, 살균효과가 높은 것으로 조사되었다.

참고문헌

농림부, 1997, 양송이 편람, 한국의 양송이 재배역사
 농림수산부, 1984~2006, 특용작물 생산실적, 버섯류 생산 실적
 농업과학기술원, 1968~2002, 농사시험연구보고서, 식용버섯자원개발연구
 농촌진흥청, 농촌지도사업 활용자료, 1972~2001, 버섯편
 농촌진흥청, 1989, 표준영농교본-9, 양송이재배
 농촌진흥청, 1993, 농촌진흥 30년사(상록사), 버섯편
 농촌진흥청, 1970~2001, 농촌진흥시험연구사업연보, 균이 편
 차동열 유창현 김광포, 1998. 최신버섯재배기술(상록사), 버섯재배역사 1-9