

발간등록번호

11-1543000-001683-01

종균 및 버섯 수출입 대응 연구

(A Study on the import and export of mushroom spawn
and mushroom)

한국농수산대학

농림축산식품부 · 해양수산부 · 농촌진흥청 · 산림청

제 출 문

농림축산식품부장관· 해양수산부장관· 농촌진흥청장· 산림청장 귀하

이 보고서를 “중균 및 버섯 수출입 대응 연구” 프로젝트(세부프로젝트 “중균제조기술 개발”)의 보고서로 제출합니다.

2017년 02월 14일

프로젝트 연구기관명 : 한국농수산대학

프로젝트 책임자 : 서건식

세부프로젝트 연구기관명 : 한국농수산대학

세부프로젝트 책임자 : 서건식

위탁과제 연구기관명 : 충남농업기술원

위탁과제 책임자 : 이병주

세부프로젝트 연구기관명 : 한국농촌경제연구원

세부프로젝트 책임자 : 민경택

보고서 요약서

과제고유번호	213003044CGK00	해당단계 연구기간	41개월 (2013.07.25.-2016.12.31.)	단계구분	1/1
연구사업명	단위사업명	* 채소,원예 : 농식품기술개발(R&D)			
	세부사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	종균 및 버섯 수출입 대응연구			
	세부프로젝트명 (주관 연구기관 /연구책임자)	종균제조기술개발 (한국농수산대학/서건식)			
		수출입대응연구(한국농촌경제연구원/민경택)			
연구책임자	서건식	해당단계 참여 연구원 수	총: 40명 내부: 21명 외부: 19명	해당단계 연구개발비	정부:729,000천원 민간:180,400천원 계:909,400천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 40명 내부: 21명 외부: 19명	총연구개발비	정부:729,000천원 민간:180,400천원 계:909,400천원
연구기관명	한국농수산대학			참여기업명: 농민버섯연구소	
위탁연구	연구기관명: 충청남도농업기술원			연구책임자: 이병주	

요약

- 원균과 종균의 감염 및 오염 진단: 영세한 국내 종균생산시설에서는 각각의 원균 관리가 어려우므로 전문적이고 체계화된 원균보존 전문기관 설립이 필요하다고 판단됨
- 원균 및 종균 퇴화 방지 기술 개발: 연속 계대배양을 실시하여 균사생장 변화를 조사하고, 이들 균주의 생리 생화학적, 재배학적 특성을 검토하여 번이 가능성과 안전성을 확보하였음
- 표준 종균 제조, 생산 관리 매뉴얼 및 시스템 구축: 양송이를 중심으로 신규 배지재료, 배양용기, 배양적 특성, 저온저장법, 액체종균제조법 등을 검토하여 새로운 양송이 종균 제조법을 확립하였음
- 버섯종균의 품질관리를 위한 중금속 오염 및 생산 시스템 분석: 국내 버섯 종균에 대한 검사기준 등이 정해져 있지 않지만, 종균배지의 안정성 확보를 위하여 버섯 종균의 유해물질로 중금속 및 방사능 검출여부를 조사하여 종균의 안정성을 확보하였음. 종균 생산과 품질관리 표준 기준을 제시하기 위해서 국내와 일본, 미국, 네덜란드 등의 생산 시스템을 비교 분석하여 종균 생산 및 품질관리 기준을 제시하였음
- 일본, 미국, 유럽, 중국, 기타 아시아의 버섯 및 종균산업 동향을 조사 분석하였음
- 국내 버섯 및 종균산업 구조 분석: 버섯종균은 민간 종균생산시설에서 생산·보급하고 있지만, 수요에 비해 공급이 부족함. 국산 종균 비중은 40%정도이고, 양송이와 팽이버섯은 UPOV협약에 따른 2010년부터 로얄티를 지불하고 있음
- 국내 버섯 및 종균산업의 문제점: 1995년 「종자산업법」이 제정되었지만, 버섯종균에 대한 정확한 정의 명시 부족으로 법적관리 및 유통 혼란 초래함. 또한 다른 농산물 같은 공인된 종균의 안정적 생산 및 공급시스템도 없음. 영세한 국내 종균생산시설에서 신품종 육성은 관리시스템 미흡과 연구인력, 자금력, 연구시설 등의 부족으로 어렵고, 육종된 품종역시 활용성이 떨어짐

보고서 면수: 174

요 약 문

I. 제 목

프로젝트 : 종균 및 버섯 수출입 대응 연구

(A Study on the import and export of mushroom spawn and mushroom)

세부프로젝트 : 종균제조기술개발

(Manufacturing technology development of mushroom spawn)

위탁과제 : 버섯 종균제조 및 관리기술 개발

(Development of managing and manufacturing technique for mushroom spawn)

세부프로젝트 : 수출입 대응 연구

(A Study on the import and export of mushroom spawn)

II. 연구성과 목표 대비 실적

성과목표		특허		논문			분자마커 오염균 조기검출	원균 및 종균관리매뉴 얼 구축	종균용 용기개발	시장조사보 고서	수출(내수) 목표(만\$) (액체종균시스 템포함)
		출원	등록	SCI	비 SCI	학술 발표					
2013	목표					3					
	실적					3					
2014	목표			1	3	2	1		1	1	
	실적				1	6			1	3	
2015	목표	1			1	2			1		2
	실적				1	2			1		
2016	목표			1	2	1	1	1	1		2
	실적				1	2			1		
계	목표	1	0	2	6	8	2	1	3	1	4
	실적				3	13			3	3	
달성율(%)					50	160			100	300	0

Ⅲ. 연구개발의 목적 및 필요성

- 국내 버섯 재배기술은 지난 30여 년간의 저비용, 고품질 버섯 재배법 개발로 일부 버섯은 세계 최고 기술을 보유하고 있지만, 품종, 종균 등 원천기술은 일본 등 버섯 선진국에 의존하고 있는 실정임
- 대부분의 재배 버섯 품종이 일본, 중국 등지에서 도입, 국내 적응성 시험을 거쳐 농가에 보급된 것으로 UPOV협약 및 FTA 체결에 따라 재배 버섯 품종의 국제분쟁 가능성이 높아지고 있어, 국내 고유 품종육성과 품종의 유지 관리 기술 개발이 시급함
- 국내의 버섯 품종 개발은 2000년 이후 국내 버섯 관련 연구소, 민간 육종가 등에 의하여 육종 연구가 활발히 진행되고 있으나 개발된 품종의 원균의 활력 유지 및 보존 관리 기술에 관한 연구는 미흡한 실정임
- 최근 우리나라 버섯의 재배기술과 품질에서 국제경쟁력이 확보됨에 따라, 수출시장 개척과 확대가 기대되고 있음
- 버섯재배기술, 품종, 종균, 시설 설비를 통합한 프랜차이즈 수출을 위해서는 품종·종균 제조 및 관리 시스템의 확립이 시급함
- 심각한 무역수지 불균형으로 종균 수출량은 13톤, 수입량은 11,900톤(2012년 기준)으로 격차 큼. 주로 구미에서의 수입은 양송이 종균, 중국에서는 대부분 배양배지, 일본에서는 표고, 수출은 배양배지 하고 있음

<종균제조기술 개발>

- 버섯의 종균 수출을 위해서 종균의 관리 체계를 구축하여 국제 및 국내적 분쟁 발생 소지를 사전 제어해야 할 필요성이 높음
- 종균 배양소 및 관리 시설에 대한 위생학적 관리 매뉴얼 및 각 버섯 종균에 적합한 종균 관리 및 종균제조법 매뉴얼이 없는 실정임. 따라서 안정적이고 안전이 확보된 버섯 종균을 생산하기 위해서는 위생관리가 가능한 배양 시설 설비의 최첨단화가 선행되어야하고 원균의 관리, 배지의 규격화, 살균과정 및 배양과정의 표준화가 절실함
- 원균의 오염과 변이는 버섯 생산에서 커다란 사회적, 경제적, 법적 피해를 일으키는 바, 생산안전성 및 식품안전성을 고려한 제반기술 개발 및 관리체계가 요구됨. 따라서 원균과 종균의 오염원 정보, 퇴화 방지 기술, 종균 생산 관리의 시스템화, 원균 및 종균의 품질 관리 시스템의 구축과 운용이 절실 함
- 개발된 신규 버섯 품종 및 종균의 안정적 보급 및 수출을 위해서 이들의 품질 관리 시스템 구축과 운용이 절실 함. 따라서 본 연구에서는 일본, 유럽 등 버섯 재배 선진국에서 실시하고 있는 버섯 원균 및 종균 관리 시스템 분석을 통하여 한국형 버섯 원균 및 종균 관리 시스템 구축, 운용하는 것을 최종 목표로 하고 있으며 내수용 버섯종균 생산뿐만 아니라 수출용 종균 생산에 적용하여 안정된 생산성을 확보하고자 함

<수출입대응연구>

- 버섯의 시장규모 확대에 능동적으로 대응하기 위하여 버섯 및 종균 수출개척이 필요하며 이를 위하여 수출대상국의 시장과 정책에 대한 연구가 선행되어야 하고, 버섯종균 품종을 효과적으로 수출하기 위해서는 국내 품종의 해외등록 및 현지 공급을 위한 협력체계 및 네트워크 구축이 필요하며, 종균시장의 경제성 분석과 더불어 관련된 법·제도의 조사가 절실함
- 주요 버섯의 효과적인 수입대체 방안을 위한 마케팅 전략 개발이 요구됨에 따라 국내 버섯산업을 보호하기 위해서는 품종 및 종균의 개발, 수출 확대와 검역 시스템 등 법 제도 등의 제고를 통한 수입제한 등의 조치가 필요함
- 버섯 품종을 효과적으로 수출하기 위해서는 국내 개발 품종의 해외등록 및 현지 공급을 위한 협력 체계 및 네트워크 구축과 종균 마케팅 방법의 개발과 경제성 분석 등의 연구가 필요함

IV. 연구개발 내용 및 범위

<종균제조기술 및 안전관리 매뉴얼개발>

- 국제 및 국내의 분쟁 발생 소지를 사전 제어하기 위한 품종 및 종균의 관리 체계 및 안정 생산 기술 개발
 - 체계적이고 과학적 종균 관리 체계 구축 : 국내외 법적 분쟁 소지 예방
 - 새로운 종균 제조법, 용기, 재료선발 및 포장법에 대한 연구 필요
- 종균 배양소 및 관리시설에 대한 위생 관리 매뉴얼 및 버섯 종류별 최적의 종균관리 및 종균제조 매뉴얼이 없는 실정임
 - 각각의 버섯에 따른 제조생산 시설설비 구축과 원균관리, 배지 규격화, 살균 및 배양과정의 표준화
- 원균의 오염과 변이는 사회·경제·법적 큰 피해를 일으키는 바, 생산안전성 및 식품안전성을 고려한 오염 및 변이 검출 기술 개발 및 관리체계가 요구됨
 - 원균·종균의 오염원 정보 D/B화, 퇴화 방지기술, 종균 생산관리의 시스템화 및 품질관리시스템
- 개발된 신규 버섯 품종 및 종균의 안정적 보급과 수출을 위해서 이들의 품질 관리 시스템 구축과 운용이 절실함 : 원균 보존 센터 운영

<수출입 대응연구>

- 버섯의 시장규모 확대에 능동적으로 대응하고 버섯 및 종균의 수출개척을 위하여 수출대상국의 시장과 정책에 대한 연구가 선행되어야 함
 - 수출 대상국에서 선호하는 버섯의 종류 및 형태, 소비동향 등 파악하여 품종 개발 근거자료로 활용

- 개발 품종의 해외등록 절차 및 현지 공급을 위한 협력체계 네트워크 구축
- 경제성 분석 및 법·제도 조사 분석, 수출을 위한 법·제도 개선
- 주요 버섯의 수입대체 방안을 위한 효과적인 관리 매뉴얼 개발 요구
 - 국내 버섯산업을 보호하기 위하여 품종 및 종균의 개발 및 관리 전략
 - 검역시스템 등 법제도 제고를 통한 수입제한 등의 조치
- 버섯 종류별, 지역별 버섯 품종 및 종균의 마케팅 전략 수립 요구
 - 미주, 오세아니아, 유럽 : 표고, 느타리류는 종균, 양송이는 품종 수출
 - 동남아시아 : 표고, 느타리, 팽이, 양송이 종균 및 프랜차이즈 수출
 - 중국 및 일본 : 중국 팽이, 큰느타리 등 자동화 시설재배 품종 및 종균, 일본 : 표고 등 배양배지 수출

구분	연구개발의 목표	연구개발의 범위
1차년도	○ 우리나라 버섯 및 종균산업의 현황과 과제 분석	- 국내 버섯 및 종균산업의 현황 파악 및 법제도 분석으로 발전 방향 제시
	○ 수출형 버섯 종균 안정 생산 기술 개발	- 오염원의 종류 조사 - 원균 활력 검정법 개발 - 최적 종균 배지 재료 및 배양용기 개발 - 버섯의 유해 물질 조사
2차년도	○ 우리나라 버섯 소비특성 및 수입대응 방안 제시	- 우리나라 버섯소비 동향, 선호특성 조사 및 종균 수입대응 방안 - 오염원의 종류 조사
	○ 수출형 버섯 종균 안정 생산 기술 개발	- 원균 활력 검정법 개발 - 최적 종균 배지 재료 및 배양용기 개발 - 버섯의 유해 물질 조사
3차년도	○ 일본·중국의 버섯·종균 시장 조사 분석	- 버섯소비 동향 및 선호특성, 종균 생산 유통 현황 및 관련 법제도 분석
	○ 수출형 버섯 종균 안정 생산 기술 개발	- 오염원 D/B 구축 - 최적 종균 배양 환경 관리 시스템 구축
4차년도	○ 일본·중국의 버섯·종균 관련 제도분석 및 수출전략 수립	- 종균 수출의 경제성 분석 및 수출 전략 수립
	○ 수출형 버섯 종균 안정 생산 기술 개발	- 오염 진단 분자마커 개발 - 종균 및 원균의 품질관리 on-line 시스템 구축

V. 연구개발결과

<종균제조기술개발>

○ 원균과 종균의 감염 및 오염 진단

- 국내 종균 생산시설은 위생상태 및 오염원의 조사 결과 원균과 종균을 취급하는 시설인 만큼 배지살균부터 접종시설까지는 청결 유지 관리가 우수하였지만, 배양실과 저온저장고, 포장실은 환경관리가 미흡하였음. 따라서 환경관리 등의 시설 개선이 필요함
- 계절별로 종균 및 배지 배양 시설에서 검출되는 오염균을 분리 동정하여 오염 진단의 기초 자료로 활용 가능할 것으로 기대됨
- 국내 종균생산시설의 대부분은 10년 이상으로 시설·설비의 노후화가 심각하였으며, 원균의 보존관리 시설과 인력적인 면에서도 전문가 부족한 실정임. 따라서 현재 영세한 국내의 종균생산시설에서는 각각의 원균 관리가 어려우므로 전문적이고 체계화된 원균보존 전문기관 설립이 필요하다고 판단됨

○ 원균 및 종균 퇴화 방지 기술 개발

- 국내에서 재배하는 버섯 중 대표적인 4종류(느타리, 큰느타리, 표고, 양송이)의 버섯에서 각 2품종씩 공시균주로 선정하여 연속 계대배양을 실시하여 균사생장 변화를 조사하였음. 균의 종류에 따라 시기는 다르지만 균사생장량 저하와 회복 현상이 반복되었음. 계대배양 균사체만으로는 변이 혹은 퇴화 여부를 판단하기 어렵기 때문에 이들 계대배양 균주의 효소활성을 검토하였고 인공 재배를 실시하여 생산성과 품질을 비교 분석하였음
- 공시균주의 반복 계대배양에 의한 원균의 변이 및 활력 감정을 위한 원균의 단백질, 효소 분석에서는 목재부후균인 느타리류와 표고에서 cellulase 반응을 기대했으나, pectinase 활성이 더 두드러지게 보였으며, 리그닌, 폴리페놀류의 활성을 위한 Remazol Brilliant Blue R(RBBR 반응)실험에서는 큰느타리버섯을 제외하고는 별다른 활성 차이를 보이지 않았고, 양송이버섯은 인공배지에서의 계대배양은 균의 생리화학적 변화를 심하게 일으키는 것으로 추정됨
- 계대배양 균주를 인공재배하여 재배적 특성을 조사한 결과 느타리, 큰느타리, 표고 균주는 70회 이상 계대배양에서도 자실체 생산 능력과 품질에 영향을 주지 않았으나, 양송이 균주는 30회 계대 배양한 균주에서 균사생장은 양호하였으나 자실체 생산량이 감소하는 경향을 보였음

○ 표준 종균 제조, 생산 관리 매뉴얼 및 시스템 구축

- 양송이 균사 생장 최적 조건을 규명하기 위하여 공시균주로 다향(갈색품종)과 설강(백색)을 사용하여 배양 특성을 조사한 결과 온도는 25℃, 한천배지는 CDA(퇴비)배지가 가장 우수하였으며, 4℃에서 저장하여 보관하였을 때 가장 양호한 균사생장을 보였고 가장 높은 온도로 처리된 34℃ 조건의 경우에는 두 품종 모두 매우 불량한 균사생장을 보였음
- 균주의 초저온저장시 보존방법은 cryobial 멸균수 및 cryobial 멸균수+10% 글리세롤에서 저장된 균주가 가장 양호한 균사생장을 보임

- 양송이 곡립종균용 곡물재료별 기본적인 특성을 비교하여 우수한 대체 종균 재료 후보인 조가 m당 곡립수는 가장 많았고, 수분함량은 12~15%, 총탄소량은 40±1%, 총질소량은 1~2.49% 정도임. 군사생장은 대조구인 밀(8.4cm)보다 늦지만, 조는 같은 용량에서 완성된 곡립 종균 수가 가장 많아 종균용으로 효과가 클 것으로 기대
 - PP필터봉지를 이용한 종균생산기간은 기존의 링거병(밀곡립 31.2일)보다 단축(메조 19.3일, 밀 20.4일)되어 종균의 생산이 가능했으며, 배양 중 흔들기도 기존의 절반인 2회로 충분히 종균생산이 가능하여 노동력 절감 효과가 있었음
 - 양송이버섯 액체종균은 통기식 배양법(폭기압력 196kPa, 공기여과필터 0.26 μ m)을 이용하였으며, 양송이 발효배지 추출물을 이용한 CEB액체배지로 3~5L 액체 배양병에서 온도 22~24 $^{\circ}$ C, 10~15일간 배양하였음
 - 수입 밀 대체 곡물로 국산벼의 활용 가능성을 조사한 결과, C/N율 39.5%로 끓는 물에 30시간 침지하면 수분함량이 42.1%로 종균생산이 가능하였고, PP봉지 사용시 배양기간은 20.6일/kg으로 단축되며, 봉지당 50kg 생산이 가능하며 흔들기도 1~2회로 줄어 노동력 절감 효과가 있음
 - 이와 같은 결과를 바탕으로 국산 벼를 이용하여 양송이 종균을 생산하면 관행의 수입 밀 약 1,200톤/년(10억원)을 대체 할 수 있을 것으로 기대됨
- 버섯종균의 품질관리를 위한 중금속 오염 및 생산 시스템 분석
- 국내 버섯 종균에 대한 검사기준 등이 정해져 있지 않지만, 종균배지의 안정성 확보를 위하여 버섯 종균의 유해물질로 중금속 및 방사능 검출여부를 조사하였음
 - 버섯 종균배지의 방사능 요오드 및 세슘의 검출량은 식품에 기준치(곡류 100Bq/kg, 일본 기준)보다 1/100 낮은 0.5~1Bq/kg 정도임
 - 배지내 중금속 함량은 대부분의 미검출되거나 미량(0.1미만) 검출되었지만, 납(Pb)은 식품기준(0.3mg/kg)보다 높은 양이(0.1~1.3mg/kg)검출되었음. 토양기준(100mg/kg)의 1/100수준이지만 안전성 확보를 위해서는 보다 체계화 된 버섯 종균 및 재배용 배지에 대한 기준 마련이 필요함
 - 국내와 일본의 종균관리시스템을 비교 분석한 결과, 일본 대부분의 연구소는 원균을 -80 $^{\circ}$ C와 액화질소에 보존하고 있고 후지종균(富士種菌)과 모리산업(森産業), 홋켄(北研) 등 대형 종균 회사에서도 액체질소(-196 $^{\circ}$ C)에 원균을 보존하고 있음. 그러나 한국은 대부분 버섯관련 연구소, 종균회사, 배양센터 등 버섯 균을 사용하고 있는 기관에서 모두 4 $^{\circ}$ C 저온 저장법을 이용하고 있으며, 일부 연구소에서 -80 $^{\circ}$ C와 -196 $^{\circ}$ C에서 저장 보존함
 - 한국의 경우 종균회사, 배양센터, 일부 재배농가에서 종균 및 접종원을 자가 배양 생산하고 있으나 일본의 경우 종균회사에서만 종균을 배양하고 배양센터와 재배농가에서는 종균회사에서 종균을 구입하여 최대 1회 확대 배양하여 사용하는 것이 일반적임
 - 양송이 종균 생산 기술과 시스템을 벤치마킹하기 위하여 미국의 실반과 아미셀 종균을 방문 조사하였고 그 결과, 실반의 경우 양송이 종균 생산을 위하여 자체 연구소를 운영

하면서 품종 개발도 하고 있고 전 세계 17개국에서 양송이종균, 느타리종균 등을 생산하고 있음

- 실반 등 다국적기업의 종균생산 및 관리는 양송이 종균배지의 수분조절, 혼합, 살균 및 접종이 1회 약 7톤 생산이 가능한 V-blender system에서 동시에 이루어지고 있고 곡립종균을 비닐 백에 배양하는 형태로 생산하고 있다. 이 시스템은 국내에서도 시급히 도입해야할 과제로 판단됨
- 유럽에서도 느타리류와 표고버섯 등의 종균생산 방식은 필터PP백을 이용하여 곡립종균을 생산하고 있음

<수출입 대응연구>

○ 해외 버섯 및 종균산업 동향

- 일본 : 버섯의 시설, 기계화가 되어 있고, 주요 생산 품종도 표고, 느타리, 큰느타리, 팽이, 만가닥, 맛버섯, 잎새버섯 등 가장 다양한 버섯을 재배생산하고 있음. 매년 신규 품종 등록으로 통계 어려움. 버섯의 육종과 우수한 품질과 생산성이 높은 품종, 희귀 품종 개발함으로써 생산을 선도하고 소비를 자극하여 꾸준한 산업 유지 가능케 함
- 미국 : 유럽과 마찬가지로 양송이 시장이 가장 큼. 점차적으로 표고, 느타리버섯 등이 생산되고 있지만 아직 시장은 작음. 대부분 부업농(소규모) 형태임. 표고버섯은 단목재배 등으로 생버섯이 소포장단위로 유통되고, 양송이 이외의 버섯 생산량이 증가되면서 가공 시설 투자도 이루어지고 있음
- 유럽 : 주요 버섯 생산국은 프랑스, 네덜란드, 독일 등이 있으며, 양송이가 가장 큰 시장을 형성, 동양에서 재배하고 있는 표고, 느타리류 등은 소규모 재배되고 있고 소비시장도 작음
- 기타 아시아 : 고온성 버섯(풀버섯, 털목이) 위주 생산, 중국의 영향으로 표고버섯 소비 증가추세 임

○ 국내 버섯 및 종균산업 구조 분석

- 다른 작물에 비해 시설 규모화, 현대화로 전업농이 많으며, 주로 병재배 방식으로는 느타리, 큰느타리, 팽이버섯, 원목과 톱밥봉지로 표고버섯을 재배생산하고 있음
- 국내 버섯 생산농가는 급격한 감소를 보이지만, 생산성 증가와 농가의 대형화로 생산량은 증가하고 있음. 일부 버섯은 과일 생산으로 가격이 하락하여 수출 등 새로운 소비처가 필요함
- 표고버섯은 원목형태로 재배되었으나 톱밥봉지재배가 증가하면서 재배농가가 급속히 늘고 있는 추세이지만 국내에서 생산되는 톱밥봉지의 공급 부족으로 중국산 배지의 수입이 매년 증가됨. 수입산 버섯으로 인한 국내버섯 가격 하락, 종균의 로얄티 부담 증가, 중국산과의 가격경쟁력 부족 등의 산업 발전의 저해 요인 임
- 유통은 생산농가, 도매시장, 중간도매상, 소매상을 기본 구조로 하며, 농가의 규모화에

따른 할인점 등 대형 유통업체와의 직거래 방식이 확대되는 추세임

- 양송이를 제외하고 느타리, 팽이, 큰느타리버섯의 가격은 계속 하락 추세임
- 수입 품목은 표고, 양송이, 흑목이와 풀버섯이고, 수출은 팽이와 큰느타리가 주를 이룸
- 국내 종균 시장 규모는 400억원대이지만, 국산 종균 비중은 40%정도임. UPOV협약에 따른 2010년부터 로얄티를 지불하고 있음. 양송이와 팽이버섯이 대표적인 예임
- 버섯종균은 민간 종균생산시설에서 생산·보급하고 있지만, 수요에 비해 공급이 부족함
- 품종 육성은 농촌진흥청과 산림청이 주도하고 있고 일부는 민간 육종가들에 의해 수행되고 있지만, 일부 외래품종(팽이, 큰느타리, 표고버섯)의 경우, 일본과 중국과의 로얄티 분쟁 소지가 많음

○ 표고버섯류 품종개발 방향 제시를 위한 재배자 및 소비자 조사·분석

- 재배자 : 국내 육성품종에 대한 색, 크기 등 품질 지적이 많고, 사용하고 있는 종균의 원산지 대한 인식 부족 및 구입처가 불명확한 경우가 많음. 대부분 일본과 중국의 도입 품종을 사용함. 국내 계정별 환경에 적합한 품종이나 재배방법을 요구하고 있음
- 소비자 : 생표고를 선호하며, 주로 대형마트와 시장에서 신선도와 원산지를 고려하며 구입하고 있어 정확한 원산지 표기가 요구됨

○ 국내 버섯 및 종균산업의 문제점

- 1995년 「종자산업법」이 제정되었지만, 버섯종균에 대한 정확한 정의 명시 부족으로 법적관리 및 유통 혼란 초래함. 버섯종균(종자)산업 육성을 위해 체계적 법제도 필요함
- 표고, 만가닥, 목이버섯 등 수입적응성시험을 거치지 않은 도입품종의 불법 유통이 많지만, 제도 및 단속이 부족함
- 외국 도입품종에 비해 품질 및 생산성이 낮지만, 신품종 육성 및 관리시스템 미흡과 연구인력, 자금력, 연구시설 등 부족으로 국내의 영세한 종균생산시설에서 육종은 어려움. 육종된 품종 역시 활용성이 떨어짐
- 다른 농산물 같은 품질인증제도가 없어 공인된 종균의 안정적 생산 및 공급시스템도 없음. 즉, 각 종균생산시설마다 기준으로 종균 생산, 보관 관리되고 있음
- 해외 수출을 위한 해외 유전자원 수집 및 수출용 품종 개발, 수요조사, 현지화 전략 등 체계적인 지원시스템 도입 시급함

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

- 본 프로젝트는 2개의 세부프로젝트(수출입 대응 연구와 종균 제조 기술 개발)와 1개의 위탁과제(버섯 종균 제조 및 관리기술 개발)로 구성되어 있음
 - 수출입 대응 연구는 프로젝트 연구 목표 등의 변경으로 인하여 3차년도에 연구가 중단되어 당초 계획 했던 목표를 달성하지 못하였음
- 본 프로젝트에서 국내외 종균 생산 시설의 실태를 조사 분석한 결과, 안전한 종균 생산과 버섯 생산성 증대를 위하여 원균관리, 종균제조관리 등을 전반적으로 개선해야할 것으로 판단되었음.
 - 원균관리는 지적재산권 보호와 안전한 종균 생산을 위하여 국가 차원에서 전문적인 균주 보존기관의 설립이 절실한 것으로 판단.
 - 원균 및 퇴화 방지 기술 개발을 위하여 원균의 보존, 계대배양, 효소활성 분석, 재배시험을 실시하였고, 이를 통하여 균주의 안전 보존 및 관리 기준을 제시하였음
 - 종균의 대량생산과 수출을 위하여 배지 재료를 톱밥과 밀 등에서 조, 수수, 벼 등의 곡물로, 또 배양용기를 병에서 봉지로 전환할 필요가 있음
 - 종균의 안전 생산을 위하여 배양시설의 개선이 요구되었고, 생산 이력제 도입을 통한 품질관리가 절실 함
 - 국내외 버섯 및 종균 산업 동향과 문제점을 파악하여 국내 버섯 종균 및 생산 방향성을 제시하였음
- 본 프로젝트 수행 결과 얻어진 성과의 활용 계획은 다음과 같다.
 - 정책제안
 - 버섯 원균전문 보존 기관 설립
 - 버섯 종균 배양 시설 및 품질 관리 기준 보완
 - 표준 종균 제조, 생산 관리 매뉴얼 및 시스템 제정
 - 국내외 균학 및 버섯 전문학술지 투고
 - 식용버섯류(느타리, 큰느타리, 표고, 양송이) 균주의 저장 및 보존방법에 따른 인공 재배특성
 - 한천배지에서 계대배양에 따른 식용버섯류(느타리, 큰느타리, 표고, 양송이) 균주의 배양 및 효소학적 특성
 - 버섯 종균의 중금속오염을 중심으로 한 안전성문제
 - 버섯 종균 및 배지 생산 시설의 오염 실태 조사
 - 농산부산물을 이용한 종균 및 배양용 배지 개발
 - 액체 접종원을 이용한 버섯 종균제조 및 관리 시스템
 - 교육지도
 - 버섯 종균 배양 시설 및 품질 관리 기준
 - 표준 종균 제조, 생산 관리 매뉴얼 및 시스템

SUMMARY

(영문요약문)

The project consists of two subprojects (development of export and import research for mushroom spawn and manufacturing technology development of mushroom spawn) and one commissioned project (development of managing and manufacturing technique for mushroom spawn). The project "development of export and import research for mushroom spawn" was stopped in the third year due to the change of the project research goal, and did not achieve the goal originally planned.

Although domestic mushroom cultivation technology has developed the low cost and high quality mushroom cultivation method for the past 30 years, some mushrooms have the best technology in the world, but the original technologies such as variety and seeds depend on mushroom developed countries such as Japan.

Most cultivated mushroom varieties were introduced in Japan, China, etc., and were distributed to farmers through domestic adaptability tests. As the UPOV conventions and FTAs concluded, the possibility of international disputes of cultivated mushroom cultivars is increasing, technologies for the development of indigenous varieties and maintenance of varieties are urgently needed. Since 2000, domestic breeding of mushroom cultivars has been actively carried out by domestic mushroom-related research institutes and civil breeders. However, there is insufficient research on vitality maintenance and conservation management techniques of the developed cultivars.

Recently, it is expected to expand and expand export market as international competitiveness is secured in cultivation technology and quality of mushroom in Korea. However, in order to export mushroom cultivation technology, varieties, spawns, and facility facilities, it is urgent to establish a manufacturing and management system for varieties and spawns.

Establishment and operation of quality control system of spawns is urgent for s그룹 supply and export of mushroom cultivars and spawns. Therefore, this study aims to construct and manage the Korean mushroom spawn and the spawn management system through the analysis of the mushroom spawn and the spawn management system which are conducted in the mushroom cultivation advanced countries such as Japan and Europe. It is to ensure the stable productivity of mushroom spawn and apply it to the production of export mushroom spawn as well as the production of domestic mushroom mushroom spawn.

In addition to, for the effectively export mushroom cultivars, it is necessary to

develop cooperative systems and network for overseas registration and local supply of domestic development varieties, development of spawn marketing methods and economic analysis.

The results and of this project and its utilization plan are as follows;

<Development of mushroom spawn production technology>

1. Diagnosis of microbial infection and contamination of original strain and spawn of mushrooms

The hygienic condition and pollution source of the spawn production facility which treats the original strain and spawn of mushroom were excellent in the cleanliness maintenance from the disinfection of the medium to the inoculation facility, but the environmental management of the culture facility, the low temperature storage room and the packing room was insufficient. It is expected that the results of isolating and identifying pollutants detected in spawn culture and media for mushroom cultivation by season in the mushroom farms will be used as basic data for diagnosis of contamination of mushroom related facilities. Most of the domestic seed production facilities were more than 10 years old, and the facilities and facilities were aged severely. In addition, there is a lack of the original strain preservation management facility and related experts. Therefore, it is very difficult to manage each kind of germ in the production facilities of small-sized domestic, so it is urgent to establish professional and organized germ preservation institutions.

2. Development of technology to prevent degradation of original strain and spawn of mushroom

The mycelial growth was investigated by continuous subculture of two different cultivars selected from four representative mushrooms grown in Korea (Oyster mushroom, King oyster mushroom, shiitake, common mushroom). The mycelial growth was decreased and the recovery phenomenon was repeated though the time was different depending on the kind of strain. Because it is difficult to judge the mutation or degeneration only by the subculture characteristics, the enzymatic activity of these subculture strains was examined, and the productivity and quality were analyzed by artificial cultivation.

Protein and enzyme activities of the strain were analyzed for mutation and viability of the strain by repeated subculture. As a result, the changes of cellulase activity in wood rotting mushroom were insignificant, and the pectinase activity was markedly

different. Remazol Brilliant Blue R (RBBR reaction) experiment for measuring the activity of lignin and polyphenols did not show any difference in activity except for King oyster mushroom. On the other hand, it was estimated that the continuous subculture of common mushroom strain in the artificial medium caused a significant change in the physiochemical behavior of the strain due to the difference in enzyme activity. On the other hand, the common mushroom strain that were continuously subcultured in the artificial medium were severely physiologically and chemically changed.

In artificial cultivation, the oyster mushroom, king oyster mushroom, and shiitake strain did not affect fruiting ability and quality in subculture of more than 70 times. However, the yield of fruiting body was decreased in the common mushroom strain that the subcultured 30 times.

3. Establishment of standard spawn production, management manual and system

The culture and storage characteristics of mushroom cultivars Seolhyang (brown strain) and Seolkang (white strain) were investigated to establish the spawn production and management manual and system of common mushroom. As a result, the optimal temperature for mycelial growth was 25 °C, the medium was the best for compost extract dextrase agar(CDA) medium, and showed the best mycelial growth when stored at 4 °C. However, when cultured at temperatures above 34 °C, all of the cultivars showed very poor in mycelial growth. Cryobial-sterilized water and cryobial-sterilized water + 10% glycerol were the best preservatives for cryogenic storage.

The millet was selected as the best material for the selection of mushroom spawn material. Millet showed the highest number of grains per ml, moisture content was 12 ~ 15%, total amount of carbon was $40 \pm 1\%$, and total amount of nitrogen was 1 ~ 2.49%. Using the millet grain for spawn material, the mycelial growth was slower than the wheat, but it was expected that the effect was greatest for the spawn for common mushroom.

The PP filter bag was selected as the culture container and the production period of the spawn was shorter than that of bottle. The PP filter bag was able to produce the spawn by only two times shaking during culture, thereby saving labor. In order to develop a liquid mushroom of common mushroom, the culture conditions were examined, and it was found to be most effective in the aeration culture, compost extract medium, culture temperature of 22 to 24 °C, and culture period of 10 to 15 days.

As a result of studying the possibility of using domestic rice as an alternative to imported grains, rice was sufficient to be a spawn material with a C / N ratio of 39.5%

and a moisture content of 42.1% (when it was immersed in boiling water for 30 hours). The use of rice as an inoculum material in the PP filter bag shortened the cultivation period to 20.6 days / kg, and it was possible to produce 50 kg per bag, and the shaking time was reduced by one to two, thus saving labor.

4. Analysis of heavy metal contamination for quality control of mushroom spawn

In Korea, the criteria for heavy metal contamination of mushroom spawn have not been established yet. To ensure the stability of the spawn medium, the detection of heavy metals and radioactivity as toxic substances of mushroom spawn was examined.

The amount of radioactive iodine and cesium in the mushroom spawn medium is about 0.5 ~ 1Bq / kg, which is 1/100 lower than the standard value (100Bq / kg of grain, Japanese standard) The heavy metal content of the medium was mostly undetectable or trace (<0.1). However, lead (Pb) was detected in an amount (0.1 to 1.3 mg / kg) higher than the food standard (0.3 mg / kg). Therefore, it was detected to be 1/100 of the soil standard (100 mg / kg), but in order to secure safety, it is necessary to establish more standardized standards for mushroom spawn culture and cultivation medium.

5. Analysis of production system for quality control of mushroom spawn

To the establish the stable mushroom preservation methods, the management system of the Korea, Japan and U.S.A was compared and analyzed. As a result, spawn production companies in Japan and U.S.A, such as Fuji, Mori, Hokken and Sylvan, all the original strain were preserved in liquid nitrogen (-196 ° C). However, it was stored at 4 °C in our spawn production company.

In Sylvan and other advanced companies, moisture control, mixing, sterilization and inoculation of the medium for the production of the grain spawn culture are carried out simultaneously in the V-blender system, and the grains are cultured in the filter PP bag. In Europe, production of spawn such as *Pleurotus ostreatus* and Shiitake mushrooms using a PP bag. This system is considered to be an urgent issue to be introduced in Korea.

<A Study on the import and export of mushroom spawn>

6. Analysis of overseas mushroom and spawn industry

Japan : The facility of mushroom production is well mechanized, and major production varieties grow and produce a wide variety of mushrooms such as shiitake,

oyster mushroom, King oyster mushroom, Winter mushroom and dancing mushroom. However, it is difficult to collect accurate statistics by registering new varieties every year. Leading production by developing high quality and high productivity varieties and rare varieties, stimulating consumption and maintaining steady industry

U.S.A. : As in Europe, the common mushroom market is the largest. Recently, shiitake, oyster mushroom, etc. have been produced but the market is still small. It is mostly in the form of a small business. Shiitake mushrooms are distributed on a small scale unit basis for the production of timber log, and the production of mushrooms other than common mushrooms is increasing, so that processing facilities are being invested.

Europe : Major mushroom producing countries are France, Netherlands, Germany, etc., and common mushroom is the biggest market. The shiitake and oyster mushroom cultivated in the Orient are cultivated on a small scale and the consumption market is also small.

Other Asian contry : High-temperature mushroom (paddy straw mushroom, jelly mushroom) -based production, China's influence, shiitake consumption trend is increasing.

7. Analysis of domestics mushroom and spawn industry

Compared with other crops, there are many industrial farms due to facility scale and modernization, and they mainly produce oyster mushroom, king oyster mushroom, and winter mushroom by bottle cultivation method, and produce shiitake by logs or sawdust bag cultivation. In recent years, domestic mushroom production farms have decreased sharply, but production has increased due to increased productivity and larger farms. Some mushrooms will cause price drop due to overproduction, and new consumption points such as exports need to be discovered.

Shiitake mushrooms have traditionally been produced by log production, but growers are increase rapidly as sawdust bag cultivation. However, imports of Chinese badges are increasing every year due to the lack of supply of domestic sawdust bag badges. Decrease in domestic mushroom prices due to imported mushrooms, increase in royalties of spawn, and lack of price competitiveness with Chinese products are the impediments to industrial development. Distribution of mushrooms is based on production farms, wholesale markets, intermediate wholesalers, and retailers, and direct transactions with large retailers, such as discount stores, are on the rise. - Except for the common mushroom, the prices of oyster mushroom, winter mushroom and king oyster mushroom are still falling. Shiitake, common mushroom, ear mushroom, paddy straw mushroom are the main import items, winter mushroom and king oyster mushroom are export items.

Domestic spawn market size is around 400,00 Million won, but domestic spawn account for about 40%. Since 2010, we have been paying royalties under the UPOV Convention, and common mushrooms and winter mushrooms are typical examples. Mushroom spawn are produced and distributed in the production facilities of the spawns, but supply is insufficient compared to demand. Cultivar development is led by the Rural Development Administration and the Forestry Agency, and some are carried out by private breeders. However, some foreign cultivars (winter mushroom and king oyster mushroom and shiitake mushrooms) have a lot of royal disputes with Japan and China.

8. Investigation and analysis of growers and consumers for presenting development directions of mushroom cultivars

Growers: There are many demands of quality, color and size of cultivated varieties in Korea, and there are many cases where the lack of recognition of the origin of the used spawn and the place of purchase are unclear. Most used varieties introduced in Japan and China. It requires a variety of cultivars and cultivation methods suitable for the domestic account environment.

Consumer: Flesh shiitake mushroom is preferred, mainly in large marts and markets, considering freshness and origin, so exact origin marking is required

9. Problems of Domestic Mushroom and Seed Industry

Although the "Seed Industry Act" was enacted in 1995, the definition of mushroom seeds is unclear, leading to legal management and distribution chaos. It is necessary to establish systematic legal system for cultivation of mushroom spawn industry. - Shiitake, beech mushroom and ear mushroom are illegal circulation of introduced varieties which have not undergone import adaptability test, but system and enforcement are not done. It is difficult to breed in small scale production facility in Korea due to lack of new variety breeding and management system, lack of research personnel, financial power, research facilities. In addition. The quality and productivity are lower than those of foreign introduced varieties, so breed varieties are also less useful. There is no stable production and supply system of certified spawn because there is no quality certification system like other agricultural products. In other words, spawn production and storage management is carried out for each spawn production facility according to their own standards. It is urgent to introduce systematic support system such as overseas genetic resource collection for export, development of varieties for export, demand survey and localization strategy.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1	Overview of R & D projects	20
Section 1	The purpose and need for R & D projects	20
Section 2.	Performance compared with research goal	23
Chapter 2.	Status of domestic and overseas technology development	25
Section 1.	Current status of domestic mushroom spawn	25
Section 2.	Current status of foreign mushroom spawn	26
Chapter 3	Research and development contents and results	27
Section 1.	Development of spawn production technology	27
1.	Status of domestic spawn industry and spawn production facilities	27
2.	Quality management of domestic spawns	33
3.	Foreign spawn and facility management	34
4.	Direction of improvement of production and management of spawn	41
5.	Diagnosis of contaminants in domestic spawn production facilities	45
6.	Measures to prevent degeneration and mutation of original strain and spawn	49
7.	Development of common mushroom seed production and production management system	62
8.	Quality control of mushroom spawn	84
9.	Suggestion of Korean type mushroom strain and spawn management system	88
Section 2.	Research on export and import	92
1.	Structural analysis of domestic mushroom and spawn industry	92
2.	Spawn status and supply system	100
3.	Analysis of legal system related to domestic spawn	105
4.	Assignment for the development of domestic mushrooms and spawn industry	107
5.	Trend of overseas mushroom variety development	110
Section 3.	Mushroom industry of China	114
1.	Supply and Demand of Mushroom Market	114
2.	Market consumption analysis	115
3.	Analysis of Chinese mushroom factory scale	121
4.	Chinese mushroom import and export analysis	124
5.	Chinese mushroom price analysis	125
6.	Mushroom market outlook 2014-2018	127
7.	Chinese mushroom standard status	130
8.	Chinese mushroom spawn management system	133

Chapter 4. Achievement of goal and contribution to related field	139
Chapter 5. R & D results and utilization plan	142
Chapter 6. Overseas science and technology information collected during R & D	146
Chapter 7. References	161
<Attachment> Patents, articles and market analysis report	168

목 차

제 1 장	프로젝트의 개요 및 성과목표	20
1 절.	연구개발의 목적, 필요성 및 범위	20
2 절.	연구성과 목표 대비 실적	23
제 2 장	국내외 기술개발 현황	25
1 절.	국내 종균 관련 기술 개발현황	25
2 절.	국외 종균 관련 기술 개발현황	26
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	27
1 절.	종균제조기술개발	27
1.	국내종균산업 및 종균생산시설 현황	27
2.	국내 종균 품질 관리 실태	33
3.	국외 종균 및 시설 관리	34
4.	종균제조 및 관리 개선 방향	41
5.	국내 종균생산시설의 오염원 진단	45
6.	원균과 종균의 퇴화 및 변이 방지 대책	49
7.	종균제조 및 생산관리시스템 개발	62
8.	버섯종균의 품질관리	84
9.	한국형 원균 및 종균 관리 시스템(안)	88
2절.	수출입대응연구	92
1.	국내 버섯 및 종균산업의 구조 분석	92
2.	종균 현황 및 공급체계 파악	100
3.	국내 종균관련 법제도 분석	105
4.	국내 버섯·종균산업 발전을 위한 과제	107
5.	해외 버섯품종 개발 동향	110
3절.	중국의 버섯산업	114
1.	버섯시장의 공급과 수요	114
2.	시장 소비 현황 분석	115
3.	중국 버섯공장화 규모 현황 분석	121
4.	중국 버섯수출입 분석	124
5.	중국의 버섯가격 분석	125
6.	2014-2018년 버섯시장 전망	127
7.	중국의 버섯표준현황	130
8.	중국의 버섯종균관리 제도	133
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	139

제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	142
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	146
제 7 장	참고문헌	161
<첨부>	특허, 논문 및 시장분석 보고서	168

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표

제 1 절 연구개발의 목적, 필요성 및 범위

- 우리나라의 버섯산업은 1960년대 후반 수출 품목으로 양송이 재배를 국가 차원에서 지원 보급하여 재배한 이래 1970년대 느타리버섯 벗짚다발재배법이 농촌진흥청 연구진에 의해 개발 보급되어 본격적인 버섯산업이 시작되었음
- 국내의 버섯 재배기술은 지난 30여 년간 저비용, 고품질 버섯 재배법 개발 중심의 연구가 이루어져, 균상재배, 봉지재배, 상자재배, 병재배 등의 형태로 최적배지, 배양기술, 생육기술 등이 확보되어 있어 일부 버섯의 경우 전 세계에서 가장 우수한 기술을 보유한 것으로 평가받고 있으나, 그 원천 기술은 대부분 일본 등 버섯 선진국에 의존하고 있는 실정임
- 특히 대부분의 버섯 품종이 일본, 중국 등지에서 도입, 국내 적응성 시험을 거쳐 농가에 보급한 것으로 UPOV(국제식물신품종보호연맹)협약 발효 및 FTA 체결에 따른 버섯 재배품종의 국제분쟁 가능성이 높아지고 있어, 이를 피하기 위한 국내 고유 품종육성과 육성된 고유 품종의 유지 관리 기술 개발이 시급함
- 국내의 버섯 품종은 2000년대 이전에는 버섯재배 연구 선진국인 일본과 유전자원이 풍부한 중국, 유럽 등지에서 무분별하게 도입하여 재배 생산 등에 이용하였으나 UPOV 협약 체결 이후 국내 버섯 관련 연구소, 민간 육종가 등에 의하여 육종 연구가 활발히 진행되고 있음
- 국내에서도 버섯 품종 육성에 관한 연구는 활발히 이루어지고 있으나 개발된 품종의 원균의 활력 유지 및 보존 관리 기술에 관한 연구는 이루어지고 있지 않음
- 최근 우리나라 버섯의 재배기술과 품질에서 국제경쟁력이 확보됨에 따라, 수출시장 개척과 수출확대가 기대되고 있으나 원천기술이라고 할 수 있는 버섯의 품종 및 종균은 국산화가 미흡하여 버섯재배기술, 품종, 시설 설비를 통합한 프랜차이즈 수출을 위해서는 종균제조 및 관리 시스템의 확립이 절실함

<종균제조기술 개발>

- 버섯의 종균 수출을 위해서 종균의 관리 체계를 구축하여 국제 및 국내적 분쟁 발생 소지를 사전 제어해야 할 필요성이 높음
 - 체계적이고 과학적인 종균 관리체계를 구축하여 국제적 및 국내적 법적 분쟁 발생 소지를 사전에 줄여야 함
 - 수출을 위해서 버섯 및 종균의 장기저장이 가능한 포장법 등에 대한 연구가 필요함
 - 새로운 배지재료 선발, 배양법 개발 등 새로운 종균제조 방법이 요구되고 있음
- 종균 배양소 및 관리 시설에 대한 위생학적 관리 매뉴얼 및 각 버섯 종균에 적합한 종균관

리 및 종균제조법 매뉴얼이 없는 실정임

- 국내에서 생산 보급되고 있는 종균의 종류로는 양송이의 곡립종균, 표고, 느타리버섯의 톱밥 혹은 성형종균, 팽이, 큰느타리 등의 액체종균(접종원) 등이 재배에 이용되고 있으나 각 종균배양소 또는 배지 배양 시설에서 표준 규격없이 개별적으로 생산하고 있음
- 특히 종균 배양소는 그 업체와 생산하는 종균의 종류에 따라 각기 다른 시설 설비를 갖추고 있고, 대부분 영세성을 벗어나지 못하여 위생 관리 등에서는 낙후성을 면치 못하고 있는 실정임
- 따라서 안정적이고 안전이 확보된 버섯 종균을 생산하기 위해서는 위생관리가 가능한 배양 시설 설비의 최첨단화가 선행되어야하고 원균의 관리, 배지의 규격화, 살균과정 및 배양과정의 표준화가 절실함
- 특히 국내 버섯산업의 시초가 된 양송이버섯의 경우 1980년대 이후 품종개발, 종균, 배지, 복토 등 재배에 관련된 연구가 거의 수행된 바 없고 지금도 1960~70년대의 종균 생산 및 재배 기술에 의존하고 있어 신품종 개발과 더불어 개량된 유럽형 종균생산기술을 빠른 시일 안에 확립해야할 필요가 있음
- 원균의 오염과 변이는 버섯 생산에서 커다란 사회적, 경제적, 법적 피해를 일으키는 바, 생산안전성 및 식품안전성을 고려한 제반기술 개발 및 관리체계가 요구됨
 - 원균 및 종균의 오염 및 변이는 버섯 생산농가에 막대한 피해를 주고 있으나 대부분 그 원인 구명이 불가능하여 책임 소재 분쟁이 빈번히 발생하고 있음
 - 1990년대 후반 신령버섯 원균의 변이, 2000년대 초반 일부 종균공급 업체에서 분양한 표고버섯의 변이 등은 그 원인 구명이 불충분하여 생산 농가에 막대한 피해를 입힌 바 있고, 양송이의 경우 1970년대의 단위 면적당 수확량에도 못 미치는 3.3m² 당 35kg 정도밖에 생산하고 있지 못하고 있음
 - 이의 원인으로 배지 제조 과정의 문제점, 환경관리의 미숙과 함께 원균의 변이 등으로 인한 생산성 저하 및 기형버섯 발생으로 판단하고 있음
 - 따라서 원균과 종균의 오염원 정보, 퇴화 방지 기술, 종균 생산 관리의 시스템화, 원균 및 종균의 품질 관리 시스템의 구축과 운용이 절실 함
- 개발된 신규 버섯 품종 및 종균의 안정적 보급 및 수출을 위해서 이들의 품질 관리 시스템 구축과 운용이 절실 함
 - 안정된 버섯 생산을 위해서는 우수한 품종의 개발이 선행되어야하고 이를 유지 관리 하는 기술이 확립되어야함
 - 버섯 원균 및 종균의 품질 관리를 위해서는 버섯 종류별 최적 배지 개발, 환경관리 및 보존, 생산시설 설비 관리 시스템의 구축 및 이의 운영이 절실 함
 - 버섯 원균 및 종균의 안정된 품질관리를 위해서는 국가차원의 원균 보존 센터 등의 관리 기관 설립이 필요하고 이를 운용할 수 있는 on-line 시스템 구축, 유해물질 검사 시스템 구축, 품질 인증 기준 설립 등이 절실한 과제 임

- 따라서 본 연구에서는 일본, 유럽 등 버섯 재배 선진국에서 실시하고 있는 버섯 원균 및 종균 관리 시스템 분석을 통하여 한국형 버섯 원균 및 종균 관리 시스템 구축, 운영하는 것을 최종 목표로 하고 있으며 내수용 버섯종균 생산뿐만 아니라 수출용 종균 생산에 적용하여 안정된 생산성을 확보하고자 함

<수출입대응연구>

- 버섯의 시장규모 확대에 능동적으로 대응하기 위하여 버섯 및 종균 수출개척이 필요하며 이를 위하여 수출대상국의 시장과 정책에 대한 연구가 선행되어야 함.
 - 버섯 및 종균의 수출을 확대하기 위해서는 수출대상국의 소비자들이 선호하는 버섯 형태와 특성, 소비규모 및 기후여건 등을 조사하여 품종개발을 위한 근거자료로 활용해야 함
 - 버섯종균 품종을 효과적으로 수출하기 위해서는 국내 품종의 해외등록 및 현지 공급을 위한 협력체계 및 네트워크 구축이 필요하며, 종균시장의 경제성 분석과 더불어 관련된 법·제도의 조사가 절실함
- 주요 버섯의 효과적인 수입대체 방안을 위한 마케팅 전략 개발이 요구됨
 - 양송이 종균은 다국적 기업의 제품이 주로 수입되며 여기에는 로열티가 포함된 것으로 국내 종균값의 2-3배 가격으로 유통되고 있음
 - 양송이는 저장성이 떨어져 주로 가공된 제품이 수입되고 있으며, 표고버섯의 경우 가까운 중국 등에서 건표고 형태로 수입되거나 배양배지를 대량으로 무분별하게 수입하여 버섯을 생산하여 국내산으로 유통되고 있는 실정으로 안전성에 문제가 있을 수 있음
 - 따라서 국내 버섯산업을 보호하기 위해서는 품종 및 종균의 개발, 수출 확대와 검역 시스템 등 법 제도 등의 제고를 통한 수입제한 등의 조치가 필요함
- 신제품 개발 이후의 종균 수출과 수출시장 확대를 효과적으로 수행하기 위한 방안을 수립하고 지원하는 연구가 필요함
 - 버섯 품종을 효과적으로 수출하기 위해서는 국내 개발 품종의 해외등록 및 현지 공급을 위한 협력 체계 및 네트워크 구축이 필요함
 - 종균 마케팅 방법의 개발과 경제성 분석 등의 연구가 필요함
 - 기존 연구에서는 품종 및 재배방법 위주로 연구되어 수출시장에 대한 연구가 부족하였음

제 2 절 연구성과 목표 대비 실적

성과지표 구분		단위	1년차		2년차		3년차		4년차		1단계 최종	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
과학 기술적 목표	품종 개발	국내 출원										
		국내 등록										
		국외 출원										
		품종생산수입 판매신고										
	국내 특허	출원					1				1	-
		등록										
	국제 특허	출원										
		등록										
	논문	SCI			1	0			1		2	-
		비SCI			2	1	1	1	2	1	5	3
	학회 발표	국내	3	2	2	6	2	2	1	1	8	11
		국제		1						1	-	2
		품종 지역적응성 검정										
		무독묘 품종생산										
		무독묘 원종주수										
		반수체 유래계통										
		계통선발										
		계통세대단축	점									
		생산량 검정	건									
		중간모본 육성										
		원종탐색										
		분자마커 개발				1	0			1	0	2
		마커분석										
		분자마커 지원	점									
		bioassay 건수	건									
		유전자원 등록	건									
		유전체정보 등록										
	유전자지도집단 등록											
	유전자원수집 및 분양											
	primer 탐색											
	기반구축											
	분리집단 육성											
	분리집단 적용											
	DB 구축											
	핵심집단 구축											

성과지표 구분		단위	1년차		2년차		3년차		4년차		1단계 최종	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
	협력관계 구축											
	현장평가회											
	전시포 개설 수											
	전시포 설명 횟수											
	품종특성설명회, 평가회											
	조직배양 민간서비스(batch)											
	비대칭세포융합체 민간제공											
	무핵삼배체 육성용 교배조합 작성											
	유전자원도입 격리재배											
	병리검정											
	기본식물 생산		만구									
	자구 생산											
	종구 생산											
	개화구 생산											
	종구증식	천구										
	원균 종균 관리	건							1			
	종균 용기 개발						1	1			1	1
종균 배지 개발				1				1	1	2	2	
종균배양 환경관리시스템												
기능성평가												
성분검정												
성과관리시스템												
산업 경제적 목표	수입 대체 효과	품명	%									
		국내종자매출액	백만원									
	종자수출액	만불										
환경적 목표	시장조사보고서	건			1	3			(1)		1	3
	정책조사보고서						(1)					
	인력양성											

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 종균 관련 기술 개발 현황

국내에서 종균의 사용 및 연구에 관한 기록은 표고가 처음으로 일본의 점령기인 1922년 임업시험장에서 표고의 종균인 종목의 감입법에 대한 연구, 1940년 임업시험장의 선만 실용 임업편람에 톱밥종균의 제조법이 기록되어 있다. 대한민국 정부 수립 이후인 1956년에는 경기도 임업시험장에서 종균배양과 재배기술을 지도하였고, 서울 정릉에 대한산림조합연합회 특수임산사업소를 설립하여 표고 종균을 전문으로 배양하기 시작하였다. 1980년대까지는 주로 일본의 톱밥종균을 수입하여 증식하여 보급하였으나 1990년대에 임업연구원과 산림조합(임협) 미생물사업소를 중심으로 우량품종을 육성하여 산림4호 등 6개 품종을 등록한 후 보급하였다. 재배기술 연구로는 반자동 종균접종기 와 성형종구를 개발하여 인력절감과 접종작업의 능률을 크게 향상시켰다.

국내에서 종균에 관한 연구는 주로 품종개발에 관한 연구로 주요 버섯의 육성경위와 품종 등록 현황은 다음과 같다.

표고버섯은 2010년대 이후 본격적으로 품종 개발에 관한 연구가 수행되었으며 산림청과 산림버섯연구센터 중심으로 버섯류로 28품종이 등록되어 있다.

양송이는 1967년부터 농촌진흥청에 응용균이과를 신설하여 양송이 우량계통 304호를 선발하여 종균배양소에 원균 분양, 기존의 퇴비종균보다 수량이 높은 곡립종균의 제조방법 개발하였으나 현재까지 그 당시의 기술 수준을 벗어나지 못하고 있다. 현재까지 품종은 8품종이 등록되어 있다.

느타리는 1970년대 초반부터 품종 육성에 관한 연구가 많이 수행되어 현재는 56품종이 등록되어 있다.

큰느타리는 1990년대 중반 일본에서 품종을 수입하여 재배하였고 2000년대 들면서 경남 농업기술원 등에서 품종육성에 관한 연구를 진행하여 현재 9품종이 등록되어 있다.

이외에도 검은비늘버섯(1), 꽃송이버섯(1, 출원), 노랑느타리버섯(1), 노란다발동충하초(2), 노루궁뎅이(출원 1), 눈꽃동충하초(1), 느타리류 교배품종(2, 출원 1), 동충하초(2), 만가닥버섯(8), 맛버섯(2), 버들송이(4), 번데기동충하초(5), 산느타리버섯(4), 상황버섯(2), 영지버섯(출원 1), 왕송이버섯(출원 1), 잎새버섯(1), 차신고버섯(출원 1), 팽이버섯(20) 등 총 130 품종보호 등록이 되어 있다.

한편 종균의 배지 재료, 배양에 관한 연구 등은 1970년대 이후 버섯 재배 초창기에는 배지의 재료 및 배합, 배양, 종균 검사 등에 관한 연구가 있었으나 그 이후 종균에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 그러나 1980년대 후반 팽이버섯을 재배하면서 1989년 농촌진흥청에서 버섯 액체종균 제조법을 개발 보급하면서 현재는 큰느타리와 팽이를 중심으로 세계 최고의 기술을 보유하고 있다.

종균 및 저장에 관한 연구는 1999년 경기도 농업기술원 버섯연구소에서 느타리버섯 종균의 저장에 관한 연구가 수행되었을 뿐 기초 연구가 거의 수행된 바 없다.

또, 2010년 이후 충남농업기술원에서 양송이 배지재료의 검토, 액체 종균의 활용 가능성 등에 관한 연구를 진행하고 있다.

현재까지 종균 관련 연구는 품종개발에 관한 연구, 배지 재료에 관한 연구 등이 이루어졌으나 종균 생산을 위한 시설의 설비, 환경 기준 등에 관한 연구는 전무한 상태이다. 또 원균 등 균주의 보관 관리에 관한 연구도 액화질소 초저온냉동 보존을 2000년대 이후 농촌진흥청과 경기도버섯연구소에서 시작하였을 뿐 구체적인 연구 결과는 아직 없어 일본 등의 연구 결과를 참고하여 활용하고 있다.

제 2 절 국외 종균 관련 기술 개발 현황

국내의 종균 관련 연구는 거의 대부분 국공립 연구기관에서 수행되고 있으나 버섯 선진진국이라고 할 수 있는 일본, 미국 등에서는 종균 생산 판매 회사에서 자체적으로 연구 인력을 갖추고 하고 있어 품종 이외의 자료는 매우 빈약한 상태이다.

일본의 주요버섯 품종 등록 현황을 보면 2016년 3월까지 표고 194품종, 느티만가닥 51품종, 팽이, 39품종, 큰느타리 31품종, 맛버섯 23품종, 잿빛만가닥 27품종, 느타리 14품종, 잎새버섯 42품종 등 총 468품종이 등록되어 있다.

품종 개발 이외의 종균에 관한 연구는 전통적으로 종목종균과 톱밥 종균을 사용하여 자료는 많지 않은 편이고 우리나라보다 늦은 2000년대 중반 액체종균을 도입하였다. 그러나 액체종균의 경우도 일부 팽이 재배 농장에서 배지 자가 생산용으로만 사용하기 때문에 정보는 극히 제한적이다. 배지 재료 및 제조법에 대한 연구는 우리나라와 마찬가지로 1980년대 이전 이미 수행되어 현재는 거의 수행하지 않고 있고 유럽에서 사용하는 곡립 종균도 양송이의 경우 100% 수입하여 사용하기 때문에 연구가 거의 이루어지지 않고 있다.

반면에 종균의 유해균, 종균의 저장, 종균의 품질 검사 등에 관한 연구는 꾸준히 이루어지고 있고, 최근에는 안전안심 버섯 및 종균생산을 위한 환경 관리 등에 관한 연구도 활발히 수행되고 있다.

한편 미국과 유럽 등의 경우도 최근까지 상업용으로는 양송이만을 취급하였기에 종균에 관한 연구는 그다지 활발하지 않으나 최근 exotic mushroom(양송이 이외의 재배식용버섯)에 관한 관심이 높아져 느타리와 양송이의 곡립 종균 제조에 관한 연구가 있을 뿐이다. 이밖에 용기, 환경관리 등은 sylvan 등 다국적 기업에서 자체 연구로 개발하여 사용하는 것이 많아 자료 확보가 어려운 실정이다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 종균제조기술개발

1. 국내종균산업 및 종균생산시설 현황

2000년 초반까지 종균배양소로 등록된 업체가 100여개였지만, 대부분 소규모 업체였기 때문에 버섯 재배시스템의 변화로 종균생산량의 감소와 외국종균의 수입이 증가하면서, 2017년 현재 (사)종균협회에 등록되어 있는 회원사는 23개소로 2016년 기준으로 12,040천병을 생산 공급하였다.

표 1-1. 한국종균협회 회원사 및 주요 취급 품목

지역	업체 명	취급품목
대 구	홍림농산	느타리, 표고, 복령
	논공농산	느타리, 표고(배지), 상황, 천마, 복령
	대구표고	표고
경 기	부평종균	느타리
	한국원균	느타리, 큰느타리, 영지, 표고, 천마, 노루궁뎅이, 꽃송이, 목이, 복령
	삼구농원	느타리, 큰느타리, 영지, 표고, 상황, 천마, 노루궁뎅이, 목이
	농민버섯	느타리, 천마
	경기버섯	느타리, 영지, 표고, 노루궁뎅이, 목이
강 원	치악버섯	느타리, 표고, 노루궁뎅이
	화천종균	영지, 상황, 천마, 노루궁뎅이
충 남	중도버섯	표고
	온양버섯	느타리, 표고, 노루궁뎅이, 복령
	대전종균	느타리, 표고, 천마, 복령
	국제미생물	양송이, 신령버섯
	부여종균	양송이
	한마음	양송이
충 북	중부미생물	느타리, 영지, 표고, 천마, 복령
전 북	농업개발	느타리, 영지, 표고, 천마, 노루궁뎅이, 꽃송이, 목이, 복령
전 남	반산종균	느타리, 큰느타리, 표고
	장흥버섯	느타리, 표고, 노루궁뎅이, 목이
경북	안동버섯	느타리, 표고, 상황
경남	진주종균	느타리

품목별로 생산 공급현황을 보면(표 1-1) 양송이 종균은 3개 회원사에서 1,139천병, 느타리는 17개 회원사에서 종균 2,062천병, 접종원 6,391천병, 큰느타리는 3개 회원사에서 종균 280천병, 영지는 6개 회원사에서 200천병, 표고는 14개 회원사에서 종균 558천병, 성형종균 662천장, 곡립종균 94천병, 상황은 4개 회원사에서 168천병, 천마는 8개 회원사에서 658천병, 신령버섯은 2개 회원사에서 5천병, 노루궁뎅이는 8개 회원사에서 296천병, 꽃송이는 2개 회원사에서 8천병, 목이는 4개 회원사에서 50천병, 복령은 7개 회원사에서 102천병, 기타 종균 및 접종원이 29천병이 생산되었다. 이외에도 표고 종균은 산림버섯연구센터에서 연간 병종균 154천병, 성형종균 312천장 정도 공급하는 것으로 알려져 있다. 표고버섯은 산림조합에서 공급하거나 종균생산협회에 등록되어 있는 회원사 이외에도 농가 혹은 소규모 종균제조 회사에서도 공급하는 것으로 알려져 있어 품질관리가 잘 이루어지지 않고 있는 경우가 많다.

국내에서 유통되는 버섯 종균의 종류는 느타리, 표고, 양송이를 중심으로 유통 보급되고 있으며 이들 버섯은 각각 특화된 종균 배양소에서 생산 보급하고 있다. 최근 액체종균의 사용으로 대량 생산이 가능하게 된 팽이버섯과 큰느타리버섯은 각각 생산농가와 배지 배양센터에서 자체 생산하여 사용하고 있기 때문에 종균 보급은 미비하거나 실적이 없는 상태이다.

국내에서 종균(증식 또는 재배용) 판매하기 위해서는 종자산업법 제37조에 따라 종자관리사 및 등록시설 기준을 갖추어 주 생산시설 소재지의 시장·군수 또는 자치구의 구청장(특별자치도지사)에게 등록하여야 한다. 단, 농림축산식품부장관, 농촌진흥청장, 산림청장, 시·도지사, 시장·군수 또는 농업협동조합법에 의한 농업협동조합 및 중앙회 등 대통령령이 정하는 농업단체는 예외로 두고 있다. 국내 대부분의 종균 생산 업체는 영세하고 시설도 낙후된 곳이 많다. 특히 종균 배양실 등은 청결도 등에 관련된 특별한 기준이 없고 “산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙”의 버섯종균 생산업의 시설기준(별표 6, 표 1-2)에 따르면 실험실, 준비실, 살균실, 접종실, 배양실, 저장실의 면적과 온도에 관하여만 규정하고 있다. 안전 버섯 종균 생산을 위하여 현재 규정하고 있는 시설 기준에서 공기 청정도 등을 포함하여 시설기준을 강화해야 할 것이다.

표 1-2. 버섯 종균업의 시설 기준

[별표 6]

버섯종균생산업의 시설기준(제13조제3항관련)

(단위 : m²)

종균배양규모 시설명		시설별 최소면적 및 설치요건				기계기구 설치요건	
		25,000kg 미만	50,000kg 미만	100,000kg 미만	100,000kg 이상		
실험실		16.5 이상	16.5 이상	23.1 이상	30.0 이상	1. 현미경 1대(1,000배 이상) 2. 냉장고 1대(200ℓ 이상) 3. 항온기 2대 4. 건열기 1대 5. PH 메타 6. 화학천평 1대(감도 0.1g) 7. 오토크레이브	
준비실		33.0 이상	49.5 이상	66.0 이상	72.6 이상	1. 수도시설 2. 세척탱크 3. 배지주입기	
살균실	최소면적	23.1 이상	33.0 이상	49.5 이상	56.1 이상		
	고압살균기	압력	15~20파운드	15~20파운드	15~20파운드		15~20파운드
		규모	150kg 이상	300kg 이상	500kg 이상		600kg 이상
	보일러	0.3m/T 이상	0.5m/T 이상	1.0m/T 이상	1.0m/T 이상		
냉각실		16.5 이상	23.1 이상	33.0 이상	33.0 이상		
접종실		6.6 이상	13.2 이상	19.8 이상	26.4 이상	1. 무균상태를 유지할 수 있는 내부시설 2. 소독기구 설치 3. 접종대는 대리석 또는 스테인레스판으로 설치	
배양실		99.0 이상	198.0 이상	297.0 이상	363.0 이상	1. 실온 20~25℃로 조절할 수 있는 항온장치 2. 1개 배양실당 종균배양능력 5,000kg 미만의 시설	
저장실		33.0 이상	66.0 이상	99.0 이상	132.0 이상	실온 1~5℃로 조절할 수 있는 냉장장치	

※ 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙 관련

표 1-2. 버섯 종균업의 시설 기준(continue)

시설	<ol style="list-style-type: none"> 1) 실험실: 16.5m² 이상일 것 2) 준비실: 49.5m² 이상이며, 수도시설이 설치되어 있을 것 3) 살균실: 23.0m² 이상일 것 4) 냉각실: 16.5m² 이상이며, 에어컨시설 또는 냉각시설이 설치되어 있을 것 5) 접종실: 13.2m² 이상이며, 무균상태를 지속할 수 있는 시설 및 자외선 등이 설치되어 있을 것 6) 배양실: 165.0m² 이상이며, 실온을 20~25℃로 조정할 수 있는 항온 장치시설이 설치되어 있을 것 7) 저장실: 33.0m² 이상이며, 실온을 1~5℃로 조절할 수 있는 냉각시설이 설치되어 있을 것 <p>공통) 개별기준의 시설에 대하여 소유권이나 5년 이상의 임차권 등의 사용권을 확보할 것. 다만, 종자를 가공하여 판매만 하거나 종자를 다시 포장(包裝)하여 판매만 하는 경우에는 개별기준의 시설을 갖추지 않을 수 있다.</p>
장비	<ol style="list-style-type: none"> 1) 실험실: 현미경(1,000배 이상) 1대, 냉장고(200ℓ 이상) 1대, 소형 고압살균기 1대, 항온기 2대, 건열 살균기 1대 이상일 것 2) 준비실: 입병기 1대, 배합기 1대, 자숙술 1대(양송이 생산자만 해당한다) 3) 살균실: 고압 살균기(압력: 15 ~ 20LPS, 규모: 1회 600병 이상일 것), 보일러(0.4톤 이상일 것) <p>공통) 개별기준의 장비에 대하여 소유권이나 임차권 등의 사용권을 확보할 것. 다만, 표목 및 영양체만을 생산하는 경우에는 개별기준의 장비를 갖추지 않을 수 있다.</p>

※ 종자산업법 시행령 제13조 관련 <개정 2015.09.25.>

국내 종균 생산 시설 6개 업체를 대상으로 종균 생산 관리 실태를 조사한 결과, 그림 1-1와 표 1-3에 나타난 것과 같이 버섯종균 생산업의 시설 기준에는 부합되지만 기준 자체가 매우 열악하여 기준을 충족시키는 것만으로는 부족하였다. 팽이버섯과 큰느타리버섯 재배 농가는 액체 종균을 사용하기 때문에 비교적 청결 유지가 가능하였으나 톱밥 종균 또는 곡립 종균 제조회사는 1980년대 시설 수준으로 매우 열악하였다. 특히 접종실은 아직도 폐놀같은 유독물질을 사용하여 소독한 시설도 있었고, 접종실과 배양실을 모두 헤파필터(Hepa Filter)를 이용하여 공조를 하는 제조시설은 없었다. 특히 표고버섯 성형 종균 제조시설은 개방된 공간에서 성형 종균을 제조하고 있어 오염 확률이 매우 높았다. 성형종균 제조 시설에 관해서는 좀더 엄격한 제조 기준이 제정되어야 할 것이다.

종균의 품질 관리에 가장 중요한 원균의 관리는 대부분 한천배지에 접종하여 3~6개월 주기로 계대 배양하는 방법으로 유지 하면서 4℃ 냉장고에서 보존하고 있어 종균사고의 위험성이 상존하고 있었다. 종균용 배지재료의 보관도 야적하는 방법으로 자연계에 노출되어 있었고 배지재료를 보관하기 위하여 냉장시설을 갖춘 곳은 1개소도 없어 미강 등 쉽게 변질되는 배

지 재료를 보존하기에는 부적합하였고, 또 이로 인한 종균의 열화도 예상되었다.

종균용 용기와 살균 방법은 비교적 적합하였으나 양송이 종균의 경우 아직도 링거병을 사용하고 있어 개선이 요구된다.

배양실의 환경관리는 온도는 적절하게 유지하고 있었으나 환기는 외기가 HEPA필터 등을 거치지 않고 그대로 유입되는 구조가 많아 배양실의 오염 가능성이 상존하여 시급히 개선되어야 할 과제이다. 또 종균 출고 전 종균 검사는 육안에만 의존하고 있어 새로운 기준 제정이 필요할 것으로 판단된다.



톱밥, 액체 접종원 사용 시설



표고 성형종균 제조 시설



표고 톱밥 봉지 제조 시설



양송이 곡립종균 생산 시설

그림 1-1. 국내의 종균생산시설.

표 1-3. 국내 버섯 종균생산시설 현황 조사

	A사	B사	C사	D사	E사	F사
생산년수	14	11	20	11	58	22
생산품목 수	6	1	1	3	1	5
생산인력	7	20	10	15	60	9
연구인력	2	0	0	3	20	4
컨설팅 인력	2	0	0	0	1	0
원균관리인 경력	26	12		13	15	위탁관리
관리원균 종류	15	1	9	4	1	
원균 획득방법	분양, 조직분리	조직분리	분양	분양	자체보관	
원균계대주기	5개월	3개월	6개월	3개월	6개월	1년
사용배지종류	PDA	PDA	퇴비배지	퇴비배지	PDA, 톱밥	PDA
원균보존시설	냉장고	냉장고	냉장고	냉장고	냉장, 액체질소	냉장고
원균보존기간	1년	-	-	3~4개월	계속	1년
보존온도	4℃	4℃	4℃	4℃	냉장(3℃), 액체질소	2℃
종균용 배지 재료	참나무, 톱밥, 미강	액종균	밀, 석회	밀, 석회	참나무, 미강	톱밥, 곡립, 말기울
재료 보관관리	야적, 톱백	톤백	톤백	톤백	당일	필요시 공급
사용용기	850/ 1,100cc	1,100	링거병	링거병	1,100cc	1회용 1,100cc
살균기규모	2기(2400/ 2700)	10,000/회	3기,1,500병/2기	1,500병/2기	10,360병	2기, 1600개/회
냉각시설	7,000병 규모	10,000병/50평	자연	3시간정도	예냉, 냉각실	overnight 냉각
종균접종시 배지온도	15℃	15℃	상온	20℃	12℃	20
접종방법	자동톱밥접종기	액종균	수작업	수작업	자동	자동
접종량	100병/850cc	15cc	5g	5g		
배양실 환기시설	1000ppm 유지	2200ppm	700~800ppm	2,000ppm	2,000미만	4500~5500
배양실 온도관리	21℃	19℃	23℃	18~20℃	19~21℃	20℃이상
배양실 규모	396.7m ²	661m ²	1,300병/16.5m ²	99m ² *7		330m ²
배양실 입고량	100,000	350,000			280,000병	
저장실 규모	20,000병 규모		16.5m ² *4	16.5m ² *4		165m ²
저장실 온도	2~4℃		3~5℃	4℃	3℃	
출고전 종균 선별	육안		육안		육안	
포장방법	바구니, 박스		박스		박스	
냉장탑차유무	2대(3.5/ 2톤)		2대(1톤)		없음	
출고 전까지 오염율	0.02% 이하		10%이상	10%이상		

2. 국내 종균 품질 관리 실태

국내 종균의 품질관리 실태를 조사하기 위하여 표 1-3과 같이 6개 종균 생산 업체의 시설 및 운영 실태를 조사한 결과 원균 계대배양 주기는 3~12개월로 조사되었고, 보존 배지로는 한천배지(주로 사면배지)와 톱밥배지(곡립)를 이용하고 있었다. 곡립종균의 경우 3~4회 계대 배양하여 사용되고 있다. 보존 온도는 주로 2~4℃로 일반냉장고와 저온저장고를 이용하고 있다. 종균용 배지는 살균 후 15~20℃ 정도로 냉각 후 접종하고, 배양실 온도는 19~21℃로 관리하고 있다. 배양실의 CO₂ 농도는 6개사가 2,000ppm 이하로 비교적 양호하였으나 1개 시설은 4,500~5,500ppm으로 환기시설의 개선이 요구되었다. 양송이 곡립종균과 표고버섯의 성형종균은 아직까지 수작업으로 이루어지고 있어 오염 가능성이 높다. 종균의 저장 온도는 2~4℃이고, 대부분의 품목은 수시 공급체계로 장기간 보관(1개월 이내)하지 않으며, 출고시 육안 선별하는 것으로 조사되었다. 표 1-4와 같이 종자관리요강의 검사기준에 맞추기 위해서는 세균 및 곰팡이 검정이 필요하고, 현미경 관찰, 분자기법을 이용한 바이러스 검출 등을 하여야 하지만, 대부분은 육안 검정, 오염종균이나 노화종균 정도만을 선별하고 있다. 또 종균의 품질표시(그림 1-2)도 버섯의 종류, 품종명 및 특성, 배양일, 유효기간, 보관 및 취급방법, 접종 및 재배방법, 종균검사, 생산자 등을 기술하게 되어 있으나 실제로 유통되는 종균은 병마다 기재하지 않고 박스단위로 표시하거나, 기재되어 있지 않은 경우가 많다. 국내 종균생산 시설에서는 생산이력제를 실시하는 곳이 한 업체도 없었으며 대부분 수기로 품종, 접종일 만을 정리하고 있었다. 조사된 종균 생산 업체 중 표고와 양송이를 생산하는 업체 이외에서는 3~4종류 이상의 버섯 종균을 생산하고 있었지만 버섯의 종류 및 품종의 종류에 따른 생산 관리 차별화는 없었다.

표 1-4. 포장 및 종균의 검사기준

	세균류	진균류	병징virus	이품종 혼입
원균	-	-	-	-
접종원	-	-	-	-
종균	0.1% 미만	0.1% 미만	-	-

※ 종자관리요강 제12조 관련 [농림축산식품부고시 제2016-138호]

현재 규정되어 있는 버섯 종균 품질 표시는 그림 1-2과 같이 버섯의 종류, 품종, 중량, 생산자, 품종의 특성, 종균의 보관 및 취급 방법, 접종 및 재배 방법, 검사 등을 기재하게 되어 있으나 가장 중요한 원균의 이력, 접종일, 배양 환경, 품질검정, 형질검정 등 생산 이력이 빠져 있어 시급히 개선이 요구된다. 또 종균배양소에서는 균을 증식하여 보급할 뿐 사후 관리의 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 일본의 경우와 같이 종균 보급 전 품질검정, 형질검정을 실시하고 사후 컨설팅을 통하여 농가의 재배 관리를 실시해야 한다.

버섯종균 품질표시

버섯의 종류				
품종				
중량	용기	배양일	종균	유효기간
생산자	성명			
	상호 또는 법인명			
	주소			
	등록번호			
품종의 특성				
종균의 보관 및 취급 방법				
접종 및 재배 방법				
검사	기관명	검사일	검사자	
			(인)	

120mm×160mm(백상지(1종) 80g/m²)

※ 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙 [별지 제11호서식] <개정 2012.12.24.>
그림 1-2. 버섯종균 품질표시 서식.

3. 국외 종균 및 시설 관리

가. 일본의 원균 및 종균 관리

일본의 종균은 원균보존, 종균제조 과정에서 엄격한 품질관리를 통하여 오염, 변이 등의 위험을 예방하고 있다. 대부분의 종균회사에서 자체적으로 액화질소 혹은 초저온 냉동고를 이용하여 냉동보존법으로 원균을 관리하고 있으며 그림 1-3과 같이 각 단계별로 철저한 품질 검사를 하여 보급하고 있다.

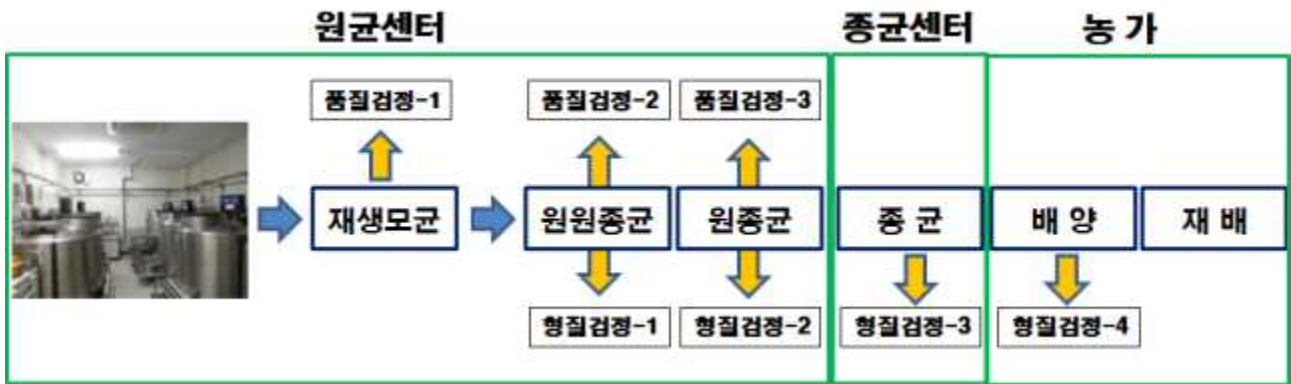


그림 1-3. 일본 나가노현 팥이버섯원종센터의 종균 공급 및 관리 시스템.

대부분의 종균 회사에서는 자체적으로 품종을 개발하고 이를 보존 관리하기 위한 원균센터를 운영하고 있다. 원균센터에서는 농가에 보급할 품종을 액화질소 또는 초저온 냉동고에 보존하면서 농가에 보급하기 위하여 보존하고 있는 원균을 재생 배양하여 농가에 보급할 원균을 확보한다. 재생모균 즉 보존하고 있는 원균을 농가에 보급하기 위해서는 표 1-5와 같이 품질검정 및 형질검정을 통하여 변이가 없는 균을 농가에 보급하고 있다.

표 1-5. 종균의 품질검정 및 형질검정

구분	대 상	검정 항목
품질검정	모균(원균)	아이소자임분석에 의한 변이 검정
	원원종균	효소활성테스트에 의한 활력 및 유해균 오염 여부 검정
	원종균	배양실험에 의한 영양요구도 및 유해균 오염 여부 검정
형질검정	원원종균	재배 특성 및 자실체 형질 변이 여부 검정
	원종균	
	종균	
	재배용 배지	

우선 원균센터에서 보존하기 위하여 종결보존하고 있는 균주를 해동하여 원균(재생모균)을 확보한다. 이 재생모균은 esterase, peroxidase, laccase 등의 아이소자임을 분석하여 이상 유무를 확인 한 후에 보존 전과 동일한 결과를 얻으면 이를 원원 종균으로 제작한다. 원원종균은 peroxidase, laccase 등의 효소 활성 테스트와 유해균 오염여부를 검정하고, 자실체를 발생시켜 자실체 형질 및 재배 특성 등을 검토한 후 이상이 없는 경우 다음 단계인 원종균으로 사용한

다. 원종균 역시 배양실험을 통하여 영양요구도를 확인하고 유해균 오염 여부를 확인 한 후에 이상이 없는 원종균(접종원)으로 하여 종균센터에서 대량으로 종균을 생산한다. 종균센터에서는 종균의 형질검정, 균 배양이 완료된 재배용 배지를 인공재배하여 재배특성 및 자실체 형질의 변이 여부를 검정한다.

나. 일본의 종균 시설 관리

종균 제조시설은 대부분 공기 청정 장치를 구비하고, 바닥이나 벽에 이용되는 건축자재의 종류, 사양 등을 청결을 유지하기 위한 구조를 정하여 건축하고 관리하고 있다. 종균 생산을 위해서는 잡균의 오염이 없는 청결한 시설이 가장 중요하게 요구되는데 일본의 배양시설은 대부분 배지 살균 이후 배양완료까지 거의 동일한 공기 조건을 갖출 수 있도록 각 실마다 HEPA 필터를 사용하고 있으며, 거의 무균 상태를 유지 하고 있는 clean room에서 작업이 이루어지기 때문에 2차 오염이 거의 발생하지 않는다. 종균 제조 공정이 이루어지는 각 실에서 요구하는 공기 청정도는 표 1-6과 같다. 공기 청정도는 class로 나타나는데 숫자가 낮을수록 오염이 없는 공기 조건이다. 청정화가 필요한 시설은, 배지살균 후부터 출하까지의 전 과정으로 각 작업에 맞는 청정도를 유지시켜 준다. 접종실은 class100에서 1,000의 범위를 요구하고 있고 공기 1ℓ 당 미생물 0.0035개 미만으로 거의 무균실 수준으로 관리한다. 냉각실과 원종균배양실, 종균배양실은 모두 class10,000 이하로 유지할 것을 권장하고 있는데 이는 배양 완료까지 모든 시설이 HEPA필터를 사용하여 급기를 하고 있지 않으면 유지하기 어려운 수준이다. 특히 접종실은 작업자의 옷, 작업 도구 등에 붙어 있는 먼지나 미생물을 제거하지 않으면 그것이 오염원이 되기 때문에 class100 이상의 높은 수준이 요구되고 배양실은 class10,000 정도로 설계해도 무방하다.

표 1-6. 일본 나가노현 팡이버섯원종센터의 청정도 기준

구 분	기준(class)	공기청결수준(개/ℓ)
접종실	100~1,000	미생물 3.5×10^{-3} 개
냉각실, 원종균배양실	1,000~10,000	미생물 1.76×10^{-2} 개
배양실, 검사보관실	10,000	미생물 1.76×10^{-2} 개
클린존 내의 통로	10,000~100,000	미생물 8.84×10^{-2} 개

종균제조시설의 clean room의 공기 청정도는 미국항공우주국(NASA)규격(표 1-7)을 적용하고 있다. 청정화 class(등급)는 공기 1평방 feet중에 포함되어 있는 먼지의 수로 구분되며 class100이라는 것은 직경 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 먼지가 100개 이내인 것을 말한다. 표 1-7은 미립자 및

미생물의 농도를 1ℓ 당으로 계산하여 표시한 것으로 class100의 공기 1ℓ 중에는 0.5 μ m 이상의 입자가 3.5개 이내, 미생물은 그것의 1000분의1인 0.0035개(1m³당 3.5개)이내를 말한다.

표 1-7. 미국항공우주국 공기 청정도 규격

Class	미립자(먼지)		미생물	
	크기(μ m)	농도(개/ℓ)	농도(개/ℓ)	평균농도(개/m ³ /주)
100	≥ 0.5	≤ 3.5	≤ 0.0035	12,900
10,000	≥ 0.5	≤ 350	≤ 0.0176	64,600
	≥ 5.0	≤ 2.5		
100,000	≥ 0.5	$\leq 3,500$	≤ 0.0884	323,000
	≥ 5.0	≤ 25		

공기를 청결하게 유지하기 위하여 필터를 사용하여 신선한 공기를 각 장소에 넣어주는데 여과식 집진장치종류의 하나인 air-filter는 0.3~100 μ m의 먼지포집에 널리 사용되고 있다. 특히 요구되는 class도가 높은 경우는 HEPA필터(고성능 air filter)의 사용이 일반적이며, 버섯종균센터 등 주로 미생물을 대상으로 하는 bio clean room의 분야에서는 전적으로 이 HEPA필터가 사용되고 있다. 이 HEPA필터는 0.3 μ m 이상의 먼지를 99.97% 포집할 수 있어 먼지뿐만 아니고 미생물도 제거할 수 있다. HEPA필터와 송풍기를 일체화 한 것을 filter unit라고 부르며 이것이 공기청정도장치의 기본이 된다. clean bench(무균작업대), air shower, clean room 등에 filter-unit를 사용하고 있다.

이들 청정도(NASA규격)를 종래의 90mm petri dish를 이용한 낙하균조사로 나타내면 class100(접종실)에서는 2시간에 1콜로니 이상 나오면 불합격, 또한 class 10,000(배양실 등)에서는 1시간에 3콜로니이상 나오면 불합격이다. 그 외에 냉각실 및 원종 균배양실은 접종실과 배양실의 중간(class1,000)으로 하고, 검사보관실은 배양실과 같은 정도로, 각 clean room을 연결하는 통로는 class 10,000~100,000정도가 적당하다. 청정시설을 완비한 경우에도 작업자에 의해 clean room 안에 해균이 붙어 들어가 오염을 발생시킬 수 있기 때문에 작업자는 입실 전 반드시 살균된 의류(모자, 신발을 포함한 무진의류 일식)로 갈아입고 세수, 손소독 등을 한다. 또 청정지역(clean room) 입구에 air shower를 설치하여 해균의 유입을 막는다.

다. 종균의 품질 관리

종균의 제조과정은 문제 발생시 원인을 구명하고 개선하기 위하여 매일 또는 정기적으로 기록하는 것을 원칙으로 하고 있다. 종균 제조 공정 관리는 균주, 배양환경, 종균검사, 보급종균의 추적 관리 등으로 이루어진다. 이들 과정을 거쳐서 완성된 종균은 농가 보급 전에 종균 품

질 검사 관리를 실시하고 그 결과를 명기해야한다.

종균의 제조 공정 및 품질 검사는 통상 배양 중과 배양종료 후에 실시하고 보급 전의 검사는 육안검사를 주로하며 경우에 따라 현미경 검사, 분리배양 검사 등도 실시한다. 일본의 종묘법 시행규칙에는 유해균의 유무를 *Trichoderma* 균(푸른곰팡이)만을 대상으로 하고 있으나 그밖의 사상균, 방선균, 세균 등의 혼입이 있어서도 안 된다. 특히 세균은 육안으로 구분되지 않는 경우가 많기 때문에 항상 분리 검사를 실시해야한다.

생산자에게 보급한 종균의 일부를 시험재배를 통하여 자실체의 수량과 품질 등의 특성을 확인 한다. 이 시험재배는 종균센터 뿐만이 아니라 모니터 농가 등도 병행해서 실시하면 변이주의 조기발견 등 사고방지에 대단히 효과적이다.

표 1-8. 종균 제조 공정 관리

구분	관리항목
균주관리	<ul style="list-style-type: none"> - 모균(원균)도입 및 보존 이력 - 원원종균, 원종균, 종균의 접종 이력
배양환경관리	<ul style="list-style-type: none"> - 배지원료 내역, 혼합 및 수분 함량, 입병 등 기록 - 살균내역, 냉각실, 접종실의 온도관리 내역 - 배양환경(온도, 상대습도, 이산화탄소농도)의 기록 - 시설의 청결도 조사 결과
종균검사관리	<ul style="list-style-type: none"> - 배양 중의 배양 상태 - 배양 종료 후 균사 배양 상태 및 균의 활력 검정
보급종균 추적관리	<ul style="list-style-type: none"> - 재배지에서의 버섯 발생 및 수량 - 시험재배의 경과 및 결과

라. 다국적 기업 Sylvan과 국내의 양송이 종균 생산 시스템

다국적 종균회사인 Sylvan사의 일반적인 종균 자동생산시스템은 그림 8과 같다. 종균생산을 곡물은 대규모 Silo라고 하는 곡물저장 창고에 저장·보관하고 필요한 양만큼 정선과정을 거쳐 적정 수분을 첨가하고 조식을 연화시키기 위한 삶는 과정을 거쳐 V blender라고 하는 대용량 혼합 살균기에서 일괄적인 배지의 혼합, 살균 및 접종과정을 거친다. 원균은 철저한 원균관리시스템에 입각해 별도로 관리되고 원균에서 종균으로 접종되면 PP비닐백에 담겨 컨베이어벨트를 통해 종균배양실에서 배양되는데 이 때 철저한 이력관리를 통해 관리된다. 종균의 배양과정은 전문가에 의해 주기적으로 오염여부 등에 대한 확인과정을 거치고 이렇게 완성된 종균은 상자에 담겨 저장고에 보관하고 주문에 의해 냉장차로 운송한다.



그림 1-4. 다국적 종균회사 Sylvan사의 종균 생산시스템.

Sylvan의 종균 제조과정의 가장 큰 특징은 배지재료 관리, 원균 및 접종원 관리, 배지제조과정의 자동화, 배양실관리, 품질검사, 생산이력관리 등으로 요약할 수 있다. 특히 배양실은 HEPA필터를 통해 신선한 공기를 유입시키고 온도와 이산화탄소의 농도를 균 성장 시기별로 다르게 조절하여 균의 노화나 미숙을 방지하는 시스템을 운영하고 있다.

Sylvan 종균의 제조과정을 구체적으로 기술하면 가장 큰 특징은 대용량 혼합 살균기이다. 이 살균기는 살균기 내에서 곡립의 삶기, 석고와 탄산칼슘의 혼합, 살균, 냉각 등이 한꺼번에

이루어진다. 이 살균기의 1회 작업 시간은 6시간 정도 소요되며, 하루 4번 가동한다. 접종원은 우리나라와 다르게 질석(vermiculite)에 배양한 것을 클래스 100 클린룸에서 필터가 부착된 비닐봉지에 입봉한다. 접종은 살균기에서 클린룸으로 연결된 파이프에 곡립(배지)이 내려올 때 혼합되어 비닐봉지에 입봉되는 것이다. 이 클린룸은 제약회사나 반도체 제조 시설의 생산기준을 충족시킬 수 있을 정도의 클린룸이다.

배양은 각 봉지가 어떠한 장애를 받지 않도록 분리된 배양 대차에서 배양되며 각 봉지에는 바코드를 부착하여 생산 이력을 알 수 있게 하였다. 그리고 배양 일수는 약 20일 정도 소요된다고 하는데 처음 1주일엔 26 °C, 2주차는 21°C, 마지막 1주는 16 °C에서 배양한다.. 그리고 배양실은 공조 시스템이 갖추어져 온도와 이산화탄소 농도를 정확히 조절한다. 실반 종균은 배양 과정 중에 온도 변이만 주고 배양 봉지를 흔들기 작업을 한다거나 어떠한 다른 처리는 하지 않는다. 배양이 완료된 종균은 선별을 거친 후 박스에 포장되어 농가에 보급되기 전 2 °C의 저온 저장고에 보존되고 농가에 보급하고 있다.



그림 1-5. 우리나라 종균업체 A사의 양송이종균 생산시스템.

이와 달리 우리나라의 양송이 종균생산시스템은 그림 1-5의 예와 같이 매우 낙후되어 있는 실정이다. 우리나라 충남 부여 소재 종균회사 A사의 곡물을 보관 또는 정선하는 별도의 과정이 없으며 사실상 방치상태에 있다고 볼 수 있다. 일정한 양의 곡물, 대부분 수입 밀을 자루에서 삶는 통에 담에 수분을 가해 끓이는 과정을 거치고 이렇게 생산된 곡물재료는 탄산석회와 석고와 함께 사람의 손을 거쳐 링거병에 입병작업을 거친 다음 입구를 면솜으로 틀어막는다. 그 후 살균기에서 살균한 다음 클린벤치에서 일일이 수작업으로 집종한 다음 배양실에 배양한다. 배양실의 실내온도는 $20.0\pm 1.0^{\circ}\text{C}$, 습도는 40% 수준으로 유지한다. 보관 후에도 주기적으로 흔들기 작업을 하는데 이 때 진동기계가 일부 업체에서 사용되고 있다. 최종 생산된 종균은 비닐봉지에 털어서 농가로 보급되는데 이 과정에서 별도의 냉방차량에 의한 운반은 사실상 전무한 실정이다.

4. 종균 제조 및 관리 개선 방향

버섯 종균의 선진국인 일본과 국내의 종균제조 관리 요령을 비교 분석하여 국내 종균 산업의 문제점을 개선하고자 한다.

일본과 다국적 기업의 종균제조회사는 거의 모든 회사에서 원균은 -196°C 액화질소에 보존하고 있는 반면 국내의 종균 제조회사에서는 모든 종균배양소에서 4°C 에 보존하고 있어 원균 관리 시스템의 개선이 시급한 실정이다(표 1-9, 그림 1-6). 또 배지재료의 신선도를 결정할 보관 방법도 국내에서는 상온 보관을 하고 있는데 선진국에서는 미강 등 쉽게 변질 될 수 있는 재료는 4°C 에 저장하면서 사용하고 있어 종균 품질 균일화에 기여하는 것으로 판단된다. 또 집종원을 액체 종균을 사용하여 제조 시간과 공간을 절감하고 종균의 균일화에 기여하고 있다. 또 일본은 미강 등 산패하기 쉬운 배지 재료는 4°C 에서 저온 저장하면서 사용하고, 톱밥과 별도로 수분조절을 하여 입병 직전에 혼합해 주는 방식을 취하고 있어 영양원의 손실 없이 입병이 가능하다.

표 1-9. 한국과 일본의 종균제조 및 관리 시스템 비교

구분	한국	일본
원균관리	저온저장(4°C)	초저온(액화질소, -196°C) 저장
배지재료관리	상온저장	저온저장(4°C)
혼합	혼합 후 수분 조절	각 재료별 수분 조절 후 혼합
집종원관리	한천배지배양 후 톱밥배지 배양	액체배지 배양
집종원집종	톱밥배지 집종	액체배지 3단계 분사 집종
배양	적치 배양	호흡열 등을 고려한 이격배양
종균검사	육안검사(배양상태, 오염 등)	육안검사(배양상태, 오염 등)



그림 1-6. 원균 저장 방법(상, 유동파라핀봉입, 4℃ 저장; 하, 액화질소저장, -196℃).

또 일본은 미강 등 산패하기 쉬운 배지 재료는 4℃에서 저온 저장하면서 사용하고, 톱밥과 별도로 수분조절을 하여 입병 직전에 혼합해 주는 방식을 취하고 있어 영양원의 손실 없이 입병이 가능하다. 배지 혼합기는 그림 1-7와 같이 상부에 미강, 밀기울 등의 수분조절과 혼합기가 별도로 있고 아래쪽 톱밥 혼합기에서 톱밥의 수분 조절이 끝났을 때 혼합해 주는 방법이다.

접종원은 액체종균에 배양하여 하부에서부터 3회 분사하여 접종하고 있기 때문에 접종원 준비가 빠르고 종균도 짧은 시간 안에 균일하게 배양이 가능하다. 또 배양 중 호흡열 등에 의한 배양 불량을 피하기 위하여 병과 병 사이를 일정한 간격을 두고 배열하여 배양하고 있다 (그림 1-8).



그림 1-7. 톱밥배지 혼합기(상부, 영양원 배합 및 수분조절; 하부, 톱밥 배합 및 수분조절).



그림 1-8. 종균 배양용 트레이(병과 병 사이를 일정한 간격을 두고 배양).

표 1-10. 종균제조시 액체 접종원 사용의 장단점

구분	장점	단점
액체접종원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배양기간 1/3 이상 단축 ○ 종균의 균일성 확보 가능 ○ 접종원 배양을 위한 배양실 공간절약 ○ 접종시간 단축 ○ 톱밥종균 제조시 배양기간 단축 ○ 톱밥배지보다 저비용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 액체종균 시스템 구축을 위한 설비 구축 비용 추가 소요 ○ 액체종균 관리에 관한 전문 지식 요구 ○ 오염 발생 시 조기발견 곤란
고체접종원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 시설과 기술력으로 충분히 종균제조 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종균의 불균일성 가능성 상존 ○ 접종원 배양을 위한 별도의 배양실 필요 ○ 장기간의 배양기간 소요

버섯 선진국에서 실용화되어 있는 종균 제조시스템을 국내의 종균제조에 적용하여 새로운 종균제조 시스템을 제안하고자 한다. 접종원을 액체배양하여 준비하고 이 접종원을 병종균 혹은 곡립종균에 접종 배양하는 방법이다. 톱밥 접종원을 사용하면 전체 종균 제조일이 40일에서 60일정도 소요되지만 액체 접종원을 사용하면 20~22일이면 완성할 수 있다. 또 약 1ℓ의 액체 접종원을 사용하면 200명까지 접종이 가능하기 때문에 10ℓ의 접종원을 사용하면 2,000명까지 접종 가능하기 때문에 종균을 대량으로 제조하는 경우에도 종균의 균일성을 확보할 수 있다. 톱밥 접종원의 경우 1병당 약 50병을 접종할 수 있기 때문에 2,000명의 종균을 생산한다고 하면 40명의 접종원이 필요하고 이 40명의 접종원을 균일성 있게 준비하는 것은 쉽지 않다.

액체 접종원을 톱밥 병 종균에 접종하는 경우 그림 1-10과 같이 접종구를 배지 통기구 아래 쪽까지 깊이 넣어 분사하고 빼면서 3차례 순차적으로 접종하면 배지 전체에 골고루 접종이 가

능하기 때문에 배양도 빨라지게 된다.

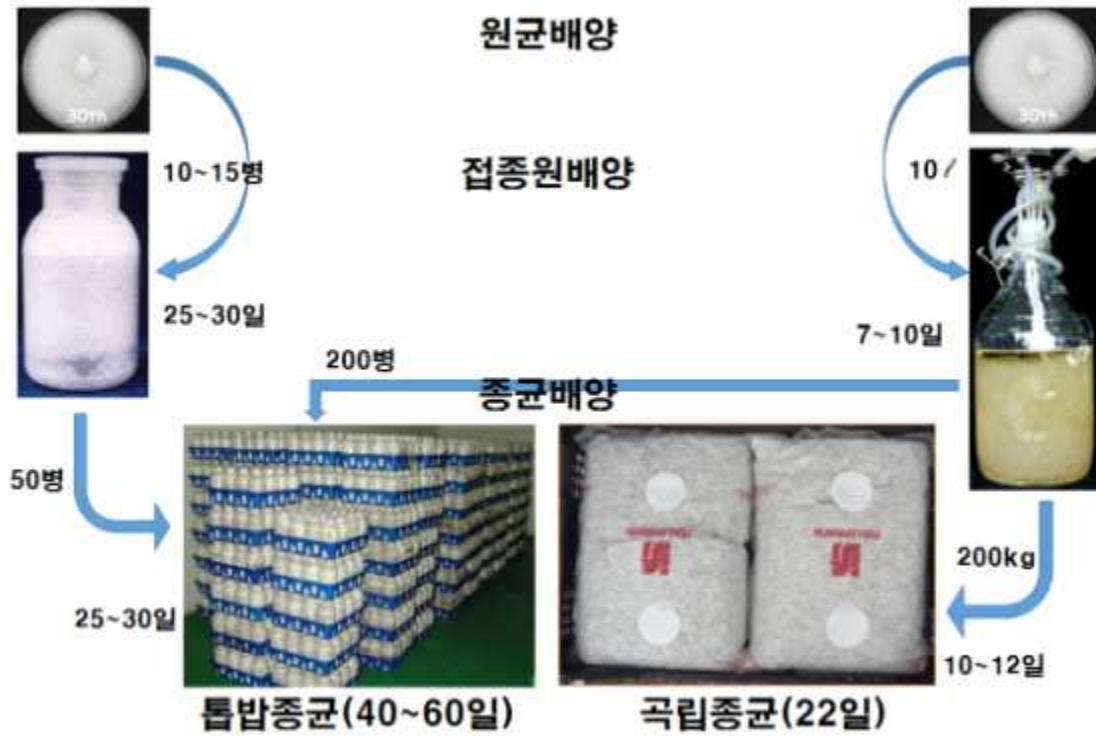


그림 1-9. 신규 버섯 종균 시스템.

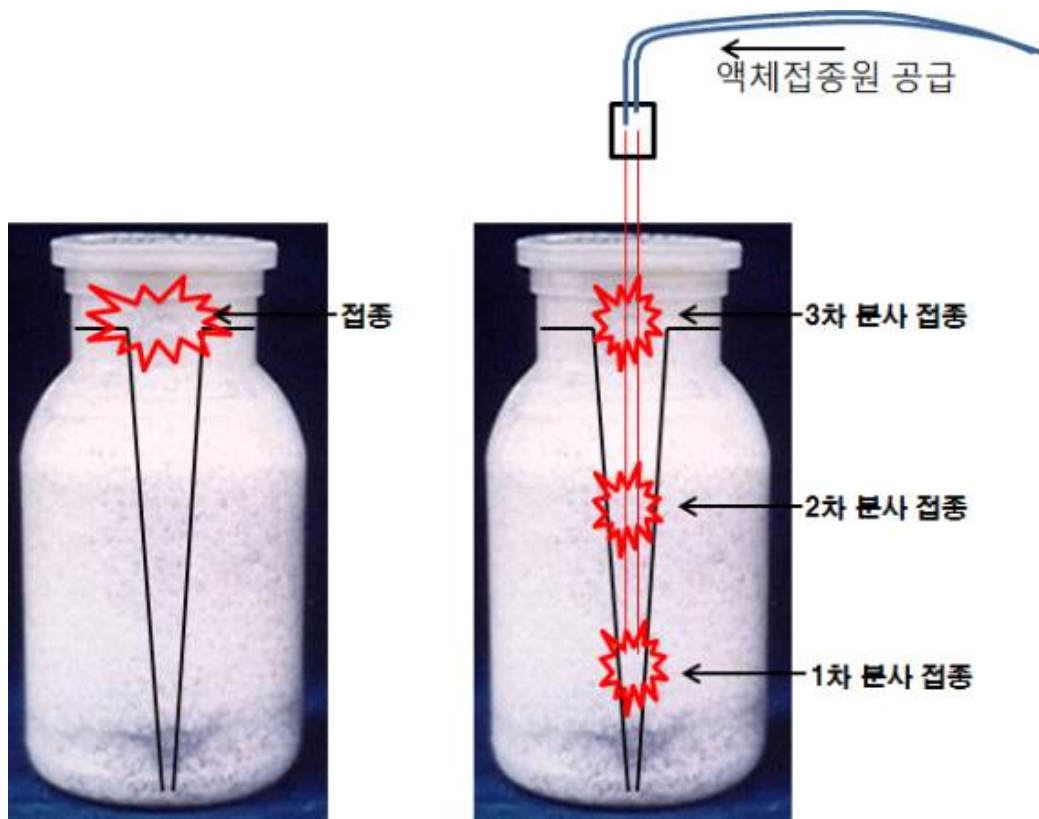


그림 1-10. 고체접종원(좌)과 액체접종원(우) 접종방법 비교.

5. 국내 종균 생산 시설의 오염원 진단

종균 출고 전에 세균류, 진균류, 바이러스 및 다른 균의 혼입 유무를 확인하여야 하지만, 대부분의 종균 생산시설에서 출고시 육안으로만 오염이나 퇴화를 선별하고 있기 때문에 농가에 제공되었을 때 문제가 발생하는 경우가 있다. 또한 종균배양 시설이 한 공간에서 10년이상 반복 작업이 되는 특성상 잠재적으로 축적된 병원성 미생물이 많을 것으로 판단되었다. 간혹 주요 버섯 재배사의 공기 중 세균류 및 곰팡이류를 조사한 보고는 있지만, 국내 종균배양소 오염균에 대해 보고된 적은 거의 없다. 따라서 빠르고 정확한 원균과 종균의 감염 및 오염 진단법 개발을 위하여 본 프로젝트에서는 종균생산시설의 곰팡이, 세균 등 오염원의 수집과 조사를 진행하였다.

종균 및 배지 생산 시설의 청결도를 확인하기 위하여 종균 생산농가 2개, 느타리 재배농가 2개소, 큰느타리 재배농가 1개소, 표고생산농가 1개소를 2015년 3월부터 3개월 간격으로 4회 조사하였다. 종균생산시설은 배지혼합기-배지입병실-살균실-냉각실-접종실-배양실-저장실 순으로 구성되어 있다. 종균생산시설이나 재배사 등의 오염원 검사는 대부분 낙하균을 받아 배양한 후 확인하는 방법을 많이 이용하였는데, 본 조사에서는 공기 중에 분포하는 오염원을 Air sampler(Spin Air, IUL,S.A)를 사용하여 포집(Air flow: 100 ℓ/min)하였다. 이 sampler는 공기 중의 곰팡이 포자뿐만 아니라 수분도 포집하기 때문에 곰팡이와 세균을 한꺼번에 추가 작업없이 조사할 수 있다. 접종실, 배양실, 저장고 등에서 10분간 PDA(Potato dextrose agar)에 1,000 ℓ (1 m³)를 sampling 후, 배양하여 조사하였다.



그림 1-11. Air sampler와 sampling 양상

그 결과 종균을 생산하는 A 농가와 큰느타리버섯을 생산하는 B 농장은 접종실 HEPA필터를 적용하여 비교적 적은 수의 낙하균이 검출되었다. 그러나 배양실과 발이실 등에서는 곰팡이류

가 많이 검출되었다. 종균을 생산하지만 A 농가보다는 시설이 아주 열악한 C 농가는 접종실에서 0.2~1.0개의 낙하균이 검출되었고, 소독제와 계절적인 영향을 받는 것으로 생각된다. 배양실은 6.7~10.9개의 낙하균이 검출되어 시설 보완이 시급히 요구 된다. 느타리 재배농가인 D 농장은 접종실은 비교적 잘 관리되어 있어 0.7~1.2개의 낙하균이 검출되었으나 배양실은 10.2~17.8개의 낙하균이 검출되었다. 또 E 농장은 접종실은 잘 관리되고 있으나 배양실은 낙하균이 많이 검출되었고, 표고 톱밥 봉지를 생산하는 F 농가는 6~9월에 접종실을 운영하지 않았기에 낙하균을 조사하지 않았으나 배양실의 오염 정도는 다른 버섯 생산 농가에 비하여 월등히 높은 수의 낙하균이 검출되었다.

표 1-11. 종균 및 배지 생산 농가 시설의 계절별 공기중 미생물 조사

(단위 : $\times 10\text{cfu}/100\ell$ air)

농장	3월		6월		9월		12월	
	접종실	배양실	접종실	배양실	접종실	배양실	접종실	배양실
A(경기안성, 종균)	0.7	3.2	1.2	2.7	0.7	2.3	0.7	1.3
B(경기안성, 큰느타리)	0.5	20.7	0.7	28.8	0.8	24.3	0.8	11.7
C(충남부여, 종균)	0.2	6.7	0.6	9.8	1.0	11.5	0.3	10.9
D(경기화성, 느타리)	0.8	17.8	1.2	12.6	1.2	15.3	0.7	10.2
E(경기여주, 느타리)	2.3	19.3	5.3	32.3	3.3	36.7	1.8	29.8
F(경기이천, 표고)	1.2	32.3	-	45.3	-	37.3	3.3	36.2

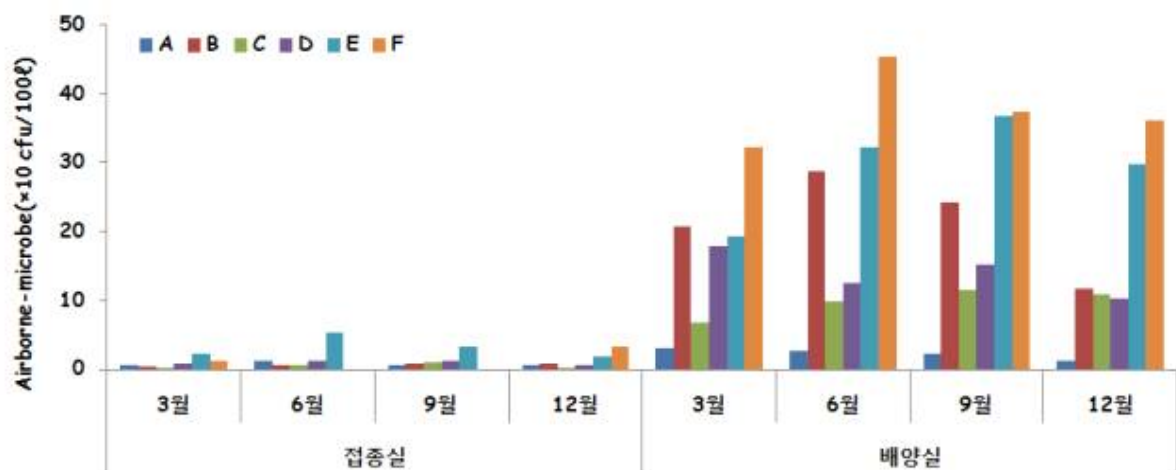


그림 1-12. 종균 및 배지 생산 농가 시설의 계절별 공기중 미생물.

Sampling된 오염균은 순수 분리하여 보존하고, 분리된 곰팡이와 세균은 균 동정을 위하여 DNA를 추출하여 분석기관에 염기서열 분석을 의뢰하였다. 분리된 곰팡이는 *Aspergillus tubingensis*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium sp.*, *P. albobiverticillium*, *P. brevicompactum*, *P. oxalicum* 등으로 부생균이 대부분이었다. *Trametes versicolor*도 동정되었는데, 이것은 표고버섯 종균 생산시설에서 수집 분리된 것이다. 대부분의 종균생산시설에서 병 형태로 종균을 생산하고 있어 큰 피해가 발생하는 것은 아니지만, 이 곰팡이가 주로 포집된 장소는 냉각실과 접종실에 집중되어 있어 경우에 따라서는 막대한 피해를 줄 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 양송이 곡립종균과 표고 성형종균은 일반적인 접종실이 아닌 오픈된 공간에서 여러 작업자가 함께 작업을 하기 때문에 공기 중 오염균은 위험하다. 한편 양송이 종균생산시설 2곳을 조사한 결과, 2곳 모두에서 곰팡이류보다는 세균류의 분포가 높게 나타났다. 이는 양송이 종균 생산 시설의 경우 아직도 접종실 등의 공기 살균을 위하여 phenol과 같은 화학물질을 사용하는 업체가 있었고 환기 시설이 불량하여 비교적 높은 습도를 유지하고 있었기 때문으로 판단된다. 또 조사된 양송이 종균 제조사의 경우 출고 전까지 10% 이상의 종균 오염 피해가 발생하여 막대한 피해를 주고 있고 이는 농가에서 생산성 저하의 원인이 될 수 있다.

표 1-12. 종균생산시설 내부에서 검출된 주요 오염균

detected contaminant strains	
냉각실	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Cladosporium sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Talaromyces albobiverticillius</i>
준비실	<i>Bacillus sp.</i>
접종실	<i>Bacillus sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Leptosphaeria sp.</i> , <i>Trametes versicolor</i> , <i>Paraphoma radicina</i>
배양실	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Trichoderma sp.</i> , <i>Cladosporium sp.</i>
저장실	<i>Bacillus sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Epicoccum nigrum</i>
기타	<i>Trichoderma sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i>

주요 수집 장소와 균 형태 등 조사를 완료하였다. 종균생산시설에서 수집된 주요 오염균을 선정하여 목록화 하였으나, 공기 중에서 검출되는 곰팡이는 종균생산 시설별, 오염균 검출 시

기별로 다르게 검출되었기 때문에 오염 발생은 환경관리 및 위생문제로 야기되며 오염균을 차단하기 위해서는 시설 개선이 우선되어야하는 것으로 판단된다.

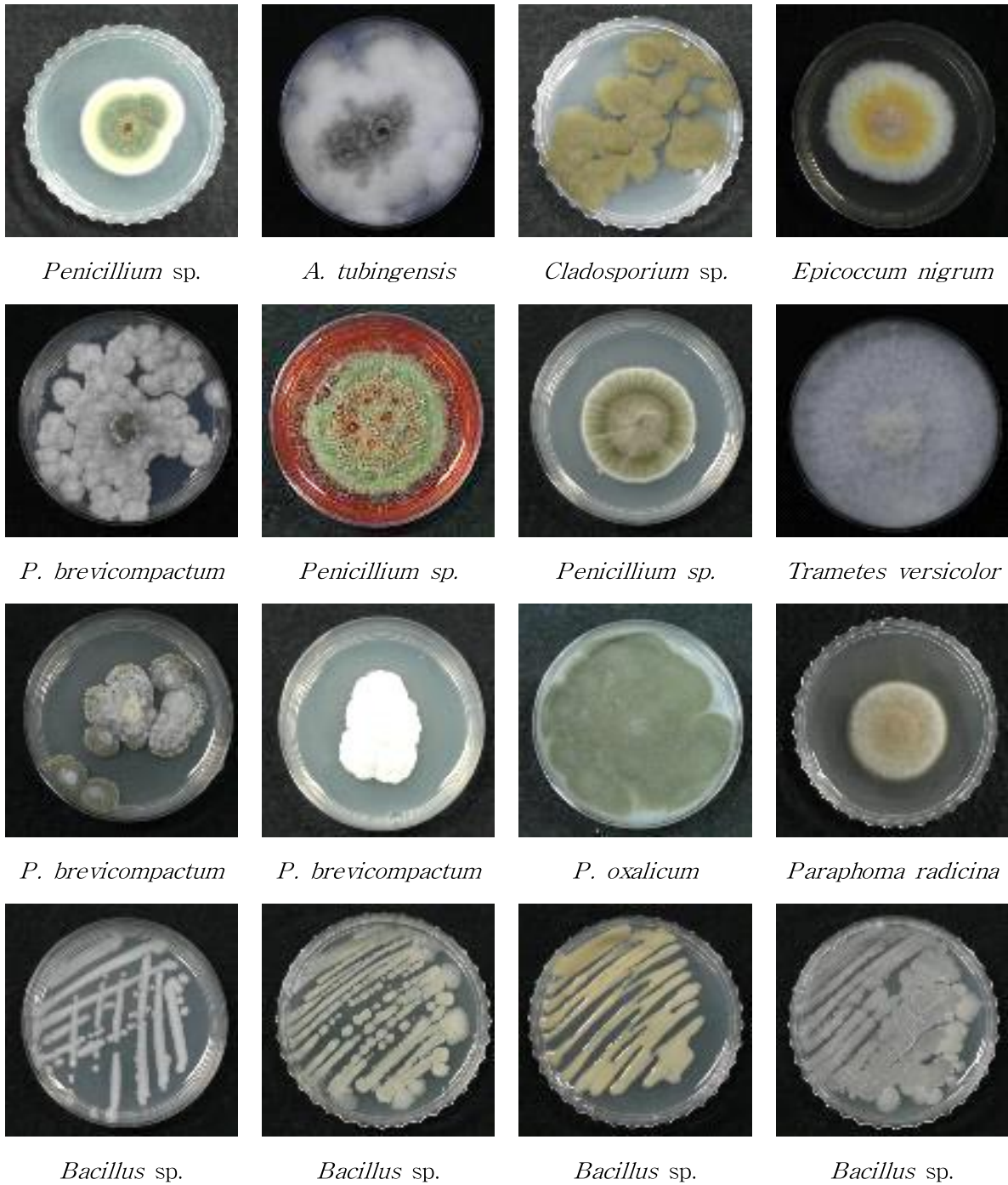


그림 1-13. 종균생산시설 오염균.

6. 원균과 종균의 퇴화 및 변이 방지 대책

가. 한천배지에서 계대배양에 의한 원균의 퇴화 및 변이 유도

(1) 원균의 퇴화 유도

경제적 가치가 있는 버섯 유전자원을 보존시 유의해야 할 점은 외부 오염이나 버섯의 유전적 변이 방지에 있다. 균사체 보존 방법은 mineral oil 보존법, 액체질소보존법, 멸균수보존법, 동결건조법 등이 있다. 그러나 종균생산시설에서 가장 흔히 사용하는 방법은 계대배양법이다. 계대배양이 균사체를 보존하기에 안정성이 높긴 하지만, 그로 인한 유전적 또는 물리적 변화가 발생할 수도 있고, 계대배양 횟수가 많아질수록 원균(종균)이 퇴화되고, 유전적 변화와 생존을 저하를 초래한다(Lee *et al.*, 1999; Kang *et al.*, 2002). 팽이버섯의 경우, 반복적인 계대배양으로 리그닌 분해효소인 laccase 활성이 감소했다(김 등, 1995)는 보고도 있다. 일본에서 큰느타리 균주를 PDA에서 3개월 동안 계대배양하여 1년간 조사한 결과, 자실체 형성 능력 저하와 수량 감소를 지적하고 균주의 보존과 활력유지가 병 발생 예방과 안전적 버섯생산을 위해 중요하다 보고되어 있다(하 등, 2006). 균주의 성장력 변화와 발이능력 상실은 이 균주의 종균 이용시 중대한 결격사유가 되므로, 원균의 퇴화 유도 실험을 위하여 현재 국내에서 가장 많이 재배되고 있고, GSP 프로젝트에서 품종 개발 대상 버섯인 4 종류(느타리, 큰느타리, 표고, 양송이)의 버섯균을 각 2균주씩을 선정하여 반복적인 계대배양을 실시하였다. 느타리(춘추2호, 곤지 7호)는 경기도농업기술원버섯연구소, 큰느타리(애린이, 애린이3호)는 경남농업기술원, 표고는 산림버섯연구센터의 산조701과 일본 모리290, 양송이는 실반 A15와 505를 수집 및 분양 받아 실험에 사용하였다.

양송이를 제외하고 공시배지는 PDA를 사용하였다. 양송이는 퇴비배지에서 생육이 가장 좋지만, 장기간에 걸친 계대배양에서 일정한 퇴비배지 제조가 어려워 Malt extract agar 와 Oatmeal agar배지로 이용하여 계대배양을 진행하였다. 배지와 온도, 환경 등 변화없이 배양을 반복한 결과, 4종류 버섯 모두에서 시기는 다르지만 군사생장이 저하와 회복을 반복함을 확인하였다. 모든 균주는 $23.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 에서 암배양 하였으며 느타리와 큰느타리, 표고의 계대배양 주기는 7일이며 양송이는 14일을 주기로 계대배양을 하였다. 조사항목은 군사성장량 측정이다. 양송이 균주를 제외하고 모든 균주는 80회 계대배양하였으며 계대배양에 따른 군사성장량 변화는 일정하지 않고 불규칙하였다. 느타리버섯 품종 곤지7호는 군사 성장 폭의 변화가 매우 크게 나타나 안정화되지 않은 품종으로 판단되었으나, 26회 계대 이후에는 거의 일정한 성장 경향을 보였다. 군사 활착과 육안으로 군사량을 비교했을 때 큰 차이는 없으나 45회 계대배양시 성장에 변화가 극심하였던 이유는 수행기관의 지방이전에 따른 주위환경 변화로 인한 것으로 보인다. 70회 이후의 춘추2호의 생장이 곤지7호와 비교하여 점차적으로 지연되고 있다. 큰느타리의 경우, 큰 폭의 성장 변화는 없으나, 애린이3호는 애린이에 비하여 성장 변화 폭이 크게 나타나고 있고, 계대배양을 시작한지 1년이 지난 현시점에서 원균주의 성장속도와 균일한 성장을 하지 못하고 있음이 확인되었다. 결과적으로 최근에 육성한 품종들이 인공합성배지에서 군사 성장량 변화 폭이 커서 안정화되지 않은 것으로 유추할 수 있다. 양송이 품종은 배지 교체

후 균사 생장이 약간 저조하게 나타났으나 다시 일정한 성장을 보이고 있으며 양송이의 경우 기존의 연구결과에 따르면 MEA 보다 식이섬유가 포함되어있는 Oatmeal agar가 더 좋은 성장을 보이는 것으로 알려져 있다. 결과에서는 보이지 않았지만, S737의 경우 Oatmeal agar과 Malt extract agar 모두에서 양호한 상태를 유지하고 있다. 표고버섯도 1년간의 반복 계대배양으로 정확한 환경변화 요인도 없는 상태에서 성장율이 크게 변동이 있었으나, 점차적으로 안정적으로 성장하고 있다.

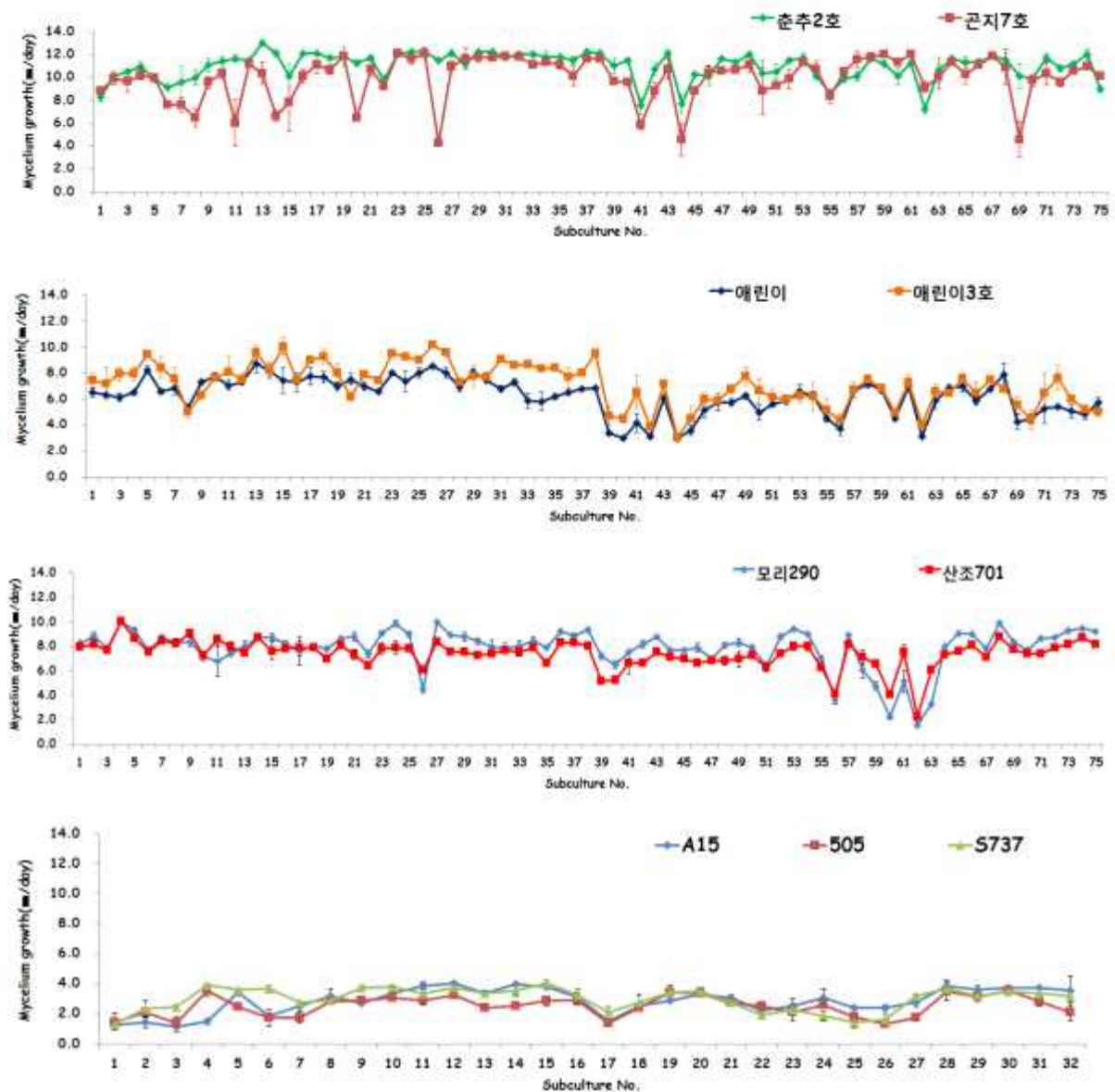


그림 1-14. 공시 균주의 계대배양에 따른 균사 성장 변화.

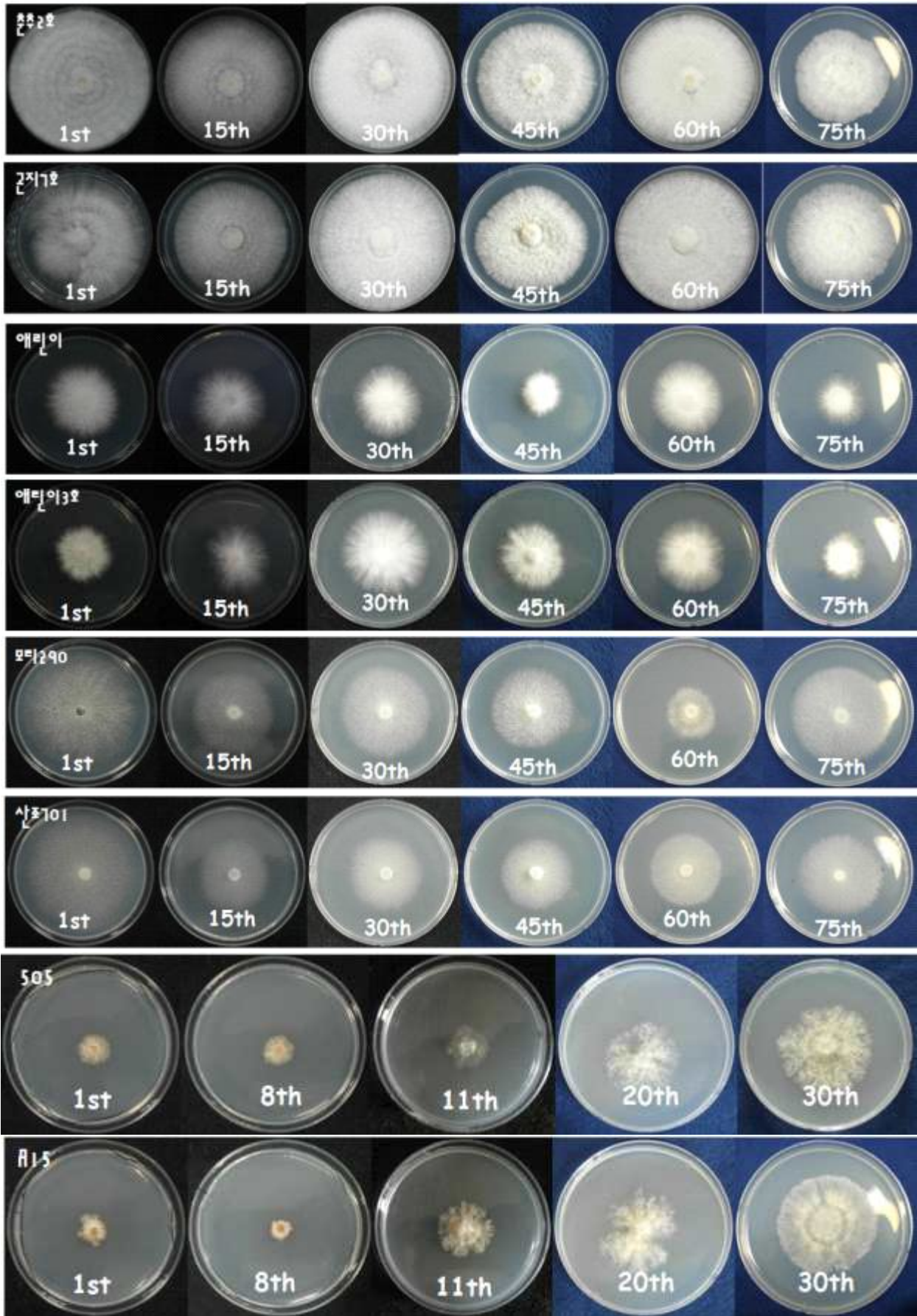


그림 1-15. 공시균주 반복 계대배양으로 인한 균총 변화.

(2) 계대배양 균의 안정성 검정

(가) 효소활성 검정

버섯균은 자연상태에서 대부분 목재부후균으로써 각기 다른 세포외효소를 분비하며, 그 효소는 버섯균의 생태학적 특성을 나타낼 수 있는 지표이다. 이 때 분비되는 효소는 고분자량의 목질섬유소를 수용성 저분자량의 당으로 분해하여 균사의 영양 흡수과정을 거쳐 영양원으로 이용하는 것이다(Scarse,1995). 목재부후성 버섯균은 목재의 주성분인 cellulose와 lignin을 분해하기 위해서 cellulase, peroxidase, laccase 등을 분비하게 되는데 이들 효소의 생산량이 저하되면 원목 등 배지의 기질에서 생장이 불량하게 되어 결과적으로는 재배 실패로 이어질 수 있다. 버섯균은 이들 목재의 주성분을 분해하는 효소뿐만 아니라 여러 가지 세포외 효소를 분비하는데 이들 효소 생산력을 버섯균의 활성을 측정하는 지표로 활용 가능 여부를 검토하기 위하여 느타리, 큰느타리, 표고는 60회, 양송이는 30회 계대배양한 균주들 간에 효소검정법으로 조사하였다. 계대배양 중인 느타리, 큰느타리, 양송이, 표고 4품목 8균주의 기질 선호도를 변화를 조사하기 위해서 세포외효소 활성을 조사하였으며 대상 효소는 β -glucosidase, avicellase, CM-cellulase, pectinase, xylanase, amylase, proteinase 7종류로 탄소원으로 D-cellobiose, Avicel PH-101, Carboxymethyl cellulose, Polygalacturonic acid, Xylan from beechwood, Starch from potato, Skim milk powder를 각각 사용하였다. 질소원으로는 yeast nitrogen base를 사용하였다. 효소활성은 버섯 품목간에 차이를 많이 보였으며 표고에서 pectinase 활성이 높게 나타났으나 느타리와 큰느타리에서는 pectinase의 활성이 낮게 나타났다. 또 양송이를 제외하면 모두 백색부후균이기 때문에 리그닌을 잘 분해하는 효소를 강력하게 분비할 것으로 예측되는데 목재의 주성분인 cellulase를 분해하는 cellulase의 활성은 극히 미약하였다. 공시 균주 모두에서 활성을 보인 proteinase는 계대배양을 반복할수록 더 많은 효소를 분비하는 것으로 나타났다. 계대배양 전 후에 효소의 변화는 균주의 변이를 판단하는데 중요한 지표로 판단할 수 있는데 느타리, 큰느타리, 표고의 경우에는 계대배양 전 후 분비되는 효소의 종류와 양에서 큰 차이를 보이지 않았다.

Laccase는 활성부위 중심에 Cu 를 지니고 있는 polyphenol oxidase의 일종으로 리그닌과 연관된 페놀계 및 비페놀계 화학물질을 비롯하여 내분비체계에 장애를 주는 화학물질(살충제, 제초제, 염료 등)인 환경오염물질의 정화에 관여하는 산업적으로 유용한 효소이다. 또한, laccase는 lignin분해 효소와 버섯 분화에 관여하는 효소 2종류가 있다고 알려져 있다(Zhao and Kwan, 1999). 공시균주들의 리그닌, 폴리페놀 등 효소반응을 알아보기 위해, Remazol Brilliant Blue R시약 반응을 실험하였는데, 효소반응을 보일 것으로 예상한 표고버섯에서는 원균이나 계대배양균주 모두 거의 반응을 보이지 않았고, 큰느타리버섯에서 확실한 색소분해 반응을 보이고 있다. 그러나 양송이의 경우 공시한 505호와 A15 품종 모두 30회 계대배양으로 β -glucosidase, Avicellase의 활성이 크게 떨어졌고, Xylanase, Amylase, Proteinase도 활성을 측정할 수 없었다. 따라서 양송이의 경우 인공합성배지에서의 계대배양은 균의 생리 생화학적 변화를 심하게 일으켜 버섯 생산성 저하의 원인이 될 수 있을 것으로 추정할 수 있다.

현재까지의 실험 결과 균사 배양으로는 변이 혹은 퇴화 여부를 판단하기 어렵고 이들 계대배양 균주를 인공재배하여 생산성과 품질을 비교 분석하는 실험이 추가되어야 할 것이다. 공시균주의 반복 계대배양에 의한 원균의 변이 및 활력 감정을 위한 원균의 단백질, 효소, 유기산 분석에서는 목재부후균인 느타리류와 표고에서 cellulase와 peroxidase, laccase 등의 효소 반응을 기대했으나, pectinase 활성이 더 두드러지게 보였으며, 리그닌, 폴리페놀류의 활성을 위한 Remazol Brilliant Blue R(RBBR 반응)실험에서는 큰느타리버섯을 제외하고는 별다른 활성을 보이지 않았고, 양송이버섯은 인공배지에서 계대배양은 균의 생리화학적 변화를 심하게 일으키는 것으로 추정된다.

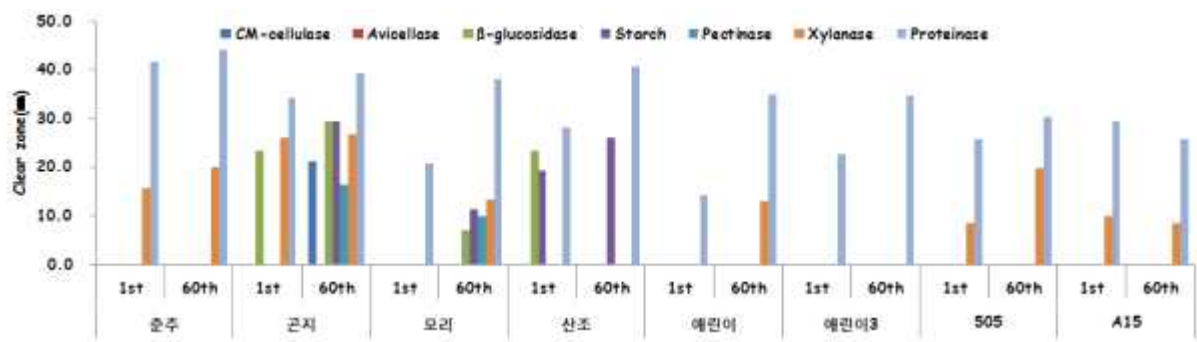


그림 1-16. 원균의 계대배양에 따른 효소활성 변화

(나) 인공재배에 의한 계대배양 균주의 재배 특성 조사

본 연구에서는 버섯균주의 계대배양이 버섯의 유전적 변이에 미치는 영향을 구명하기 위하여 느타리(춘추2호, 곤지7호), 큰느타리(애린이, 애린이3호), 표고(모리290, 산조701), 양송이(505, A15) 품종을 70회 이상 계대배양을 실시하였다. 계대배양을 진행하면서 10회, 30회, 50회, 70회 배양한 균총, 양송이는 10회, 20회, 30회 배양한 균총을 -74℃에서 초저온 냉동 보존을 하였고, 계대배양한 균주의 자실체 형성 능력과 품질을 조사하기 위하여 보존한 균주 중 각 버섯에서 1품종(표 1-13)을 재배하여 대두박 액체종균 또는 곡립종균에 접종하여 종균을 제조하였다.

인공재배는 느타리와 큰느타리는 병재배, 표고는 톱밥 봉지재배, 양송이는 퇴비 상자재배를 실시하였다. 인공재배는 농가의 관행 재배법에 준하기 위하여 느타리는 경기도 화성, 큰느타리는 경기도 안성, 표고는 충남 청양, 양송이는 충남 부여의 농가에서 실시하였다. 느타리와 큰느타리는 각 균주 당 16병×3반복, 표고는 8봉지×3반복, 양송이는 3박스×3반복(약 3.3m²)을 실시하였다. 인공재배에 공시한 배지의 조성은 느타리는 개량 532배지(미송, 비트펄프, 케이폭박: 50%, 30%, 20%; 1,100ml 병)를 큰느타리는 혼합배지(면실박, 비트, 소맥피, 대두박, 옥배아박 등) 52%, 톱밥 27%, 콘코브 21%의 비율로 혼합한 배지(1,100ml 병), 표고는 톱밥(80%), 미강+

밀기울(20%)에 폐석회를 배지 1.5톤당 20kg 첨가하여 1.3kg 입봉하여 사용하였고. 양송이는 퇴비발효배지를 사용하였다.

표 1-13. 계대배양 식용 버섯 균주의 자실체 형성능력 조사를 위한 공시균주

버섯	균주	계대배양횟수
느타리	춘추2호	0, 10, 30, 50, 70
큰느타리	애린이	0, 10, 30, 50, 70
양송이	A15	0, 10, 20, 30
표고	산조701	0, 10, 30, 50, 70

느타리와 큰느타리는 각 배지에서의 균사생장 소요일수, 초발이일수, 자실체 수량, 자실체 형태 등을 조사하였고, 표고는 접종에서 갈변까지의 소요일 수, 초발이 일수, 자실체 수량 및 형태, 양송이는 배양 소요일 수, 복토 후 초발이일수, 자실체 수량 및 형태를 조사하였다.

① 느타리

느타리버섯 품종 춘추2호 균주를 PDA 배지에 접종하여 25±1℃에서 배양하면서 균총의 직경이 5cm이상까지 성장하면 새로운 배지에 계대 배양하는 방법으로 70회 이상 계대배양하였다. 균주에 따라 또 배양 시기에 따라 균사 성장량이 차이는 있었으나 일관성은 없었다. 따라서 10회, 30회, 50회, 70회 계대 배양한 균총을 -74℃초저온 냉동고에 보존한 균주를 재생하여 대두박 액체 종균에 배양하여 면실박 대신 케이폭박을 첨가한 개량 532배지에 접종하여 인공재배를 실시하였다(표 1-14).

표 1-14. 계대배양 느타리 균주(춘추2호)의 인공재배 특성

계대배양 횟수	배양일수(후숙배양일)	초발이일수(일)	자실체수량(g)
0	17.7±0.7(22)	7.7±0.7	173.7±8.3
10	17.8±0.9(22)	7.9±0.7	175.7±10.5
30	18.2±1.2(22)	8.1±0.6	178.3±7.8
50	18.6±0.9(22)	8.1±0.7	166.1±12.1
70	18.5±1.3(22)	8.5±1.0	170.3±6.2

중균 접종은 병당 약 15ml의 중균을 분사하여 접종하였으며, 균 접종 후 $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 배양실에서 균사가 재배용 병 가장 아래까지 성장할 때까지의 균사 성장일을 측정하고, 균사배양이 완료된 것은 22일간 같은 조건하에서 후숙배양을 실시하였다. 그 결과 계대배양을 하지 않은 균주는 17.7일, 70회 계대배양을 한 균주는 18.5일이 소요되어 계대배양을 많이 할수록 균사 성장이 늦어지는 것으로 나타났으나 그 차이는 1일 이내로 미비하였다. 또 계대배양을 많이 한 균주는 개체간 균사생장의 차이도 심하여 균사배양 완료까지 3일이상의 차이를 보이기도 하였다. 후숙 배양 완료 후 균굵기를 한 후 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$, 90%RH의 환경조건을 유지하고 있는 버섯 발생실로 옮겨 역상발이 방법으로 버섯 발생을 유도하였다. 초발이는 전체적으로 7~10일이 소요되었고 계대배양을 실시하지 않은 균주의 초발이가 빠르고 계대배양을 많이 할수록 초발이가 늦어지는 경향을 보였다. 발이 후 LED광을 조사하면서 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$, 80% RH의 환경조건을 유지하면서 약 7일간 버섯을 생육 시킨 후 수량을 조사하였다. 병당 수량은 145~195g으로 변이 폭이 아주 심하였다. 그러나 전체적으로 보면 계대배양을 하지 않은 균주가 173.7g, 70회 계대배양을 한 균주가 170.3g을 수확할 수 있어 계대배양에 따른 수량의 감소는 인정되지 않았다.



그림 1-17. 느타리버섯 재배시험 재배사(경기도 화성시 농가).

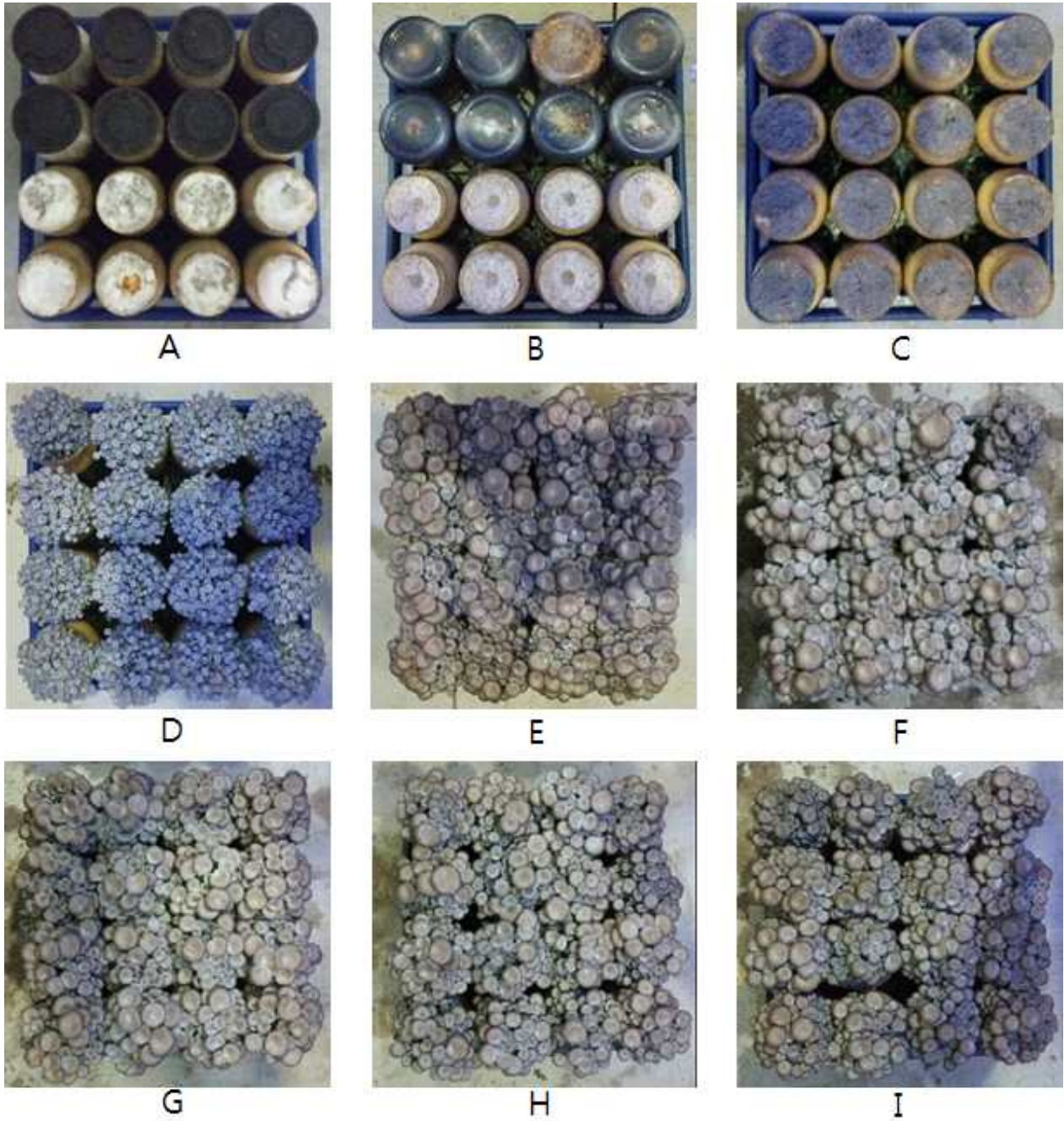


그림 1-18. 계대배양 느타리 균주(춘추2호)의 인공재배 특성.

A, 배양완료; B, 균긋기 후 3일; C, 균긋기 후 4일; D, 균긋기 후 5일; E, 균긋기 후 7일-계대배양 0회; F, 균긋기 후 7일-계대배양 10회; G, 균긋기 후 7일-계대배양 30회; H, 균긋기 후 7일-계대배양 50회; I, 균긋기 후 7일-계대배양 70회.

② 큰느타리

큰느타리버섯 품종 애린이 균주를 느타리와 동일한 방법으로 PDA 배지에 접종하여 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 70회 이상 계대 배양하였다. 큰느타리버섯 균주도 균주에 따라 또 배양 시기에 따라 균사 성장량이 차이는 있었으나 일관성은 없었다. 느타리버섯과 마찬가지로 10회, 30회, 50회, 70회

계대배양한 균총을 -74°C 초저온 냉동고에 보존한 후 재생하여 대두박 액체 종균에 배양하여 농가에서 사용하고 있는 관행 배지에 접종하여 인공재배를 실시하였다(표 1-15).

표 1-15. 계대배양 큰느타리 균주(애린이)의 인공재배 특성

계대배양 횟수	배양일수(후숙배양일)	초발이일수(일)	자실채수량(g)
0	22.7±1.2(35)	7.3±0.9	200.7±13.1
10	21.9±1.3(35)	7.6±0.6	203.1±11.2
30	22.4±1.2(35)	7.4±0.6	201.3±9.9
50	23.4±1.2(35)	8.4±1.3	195.0±12.5
70	24.3±1.5(35)	8.1±1.0	194.4±13.4

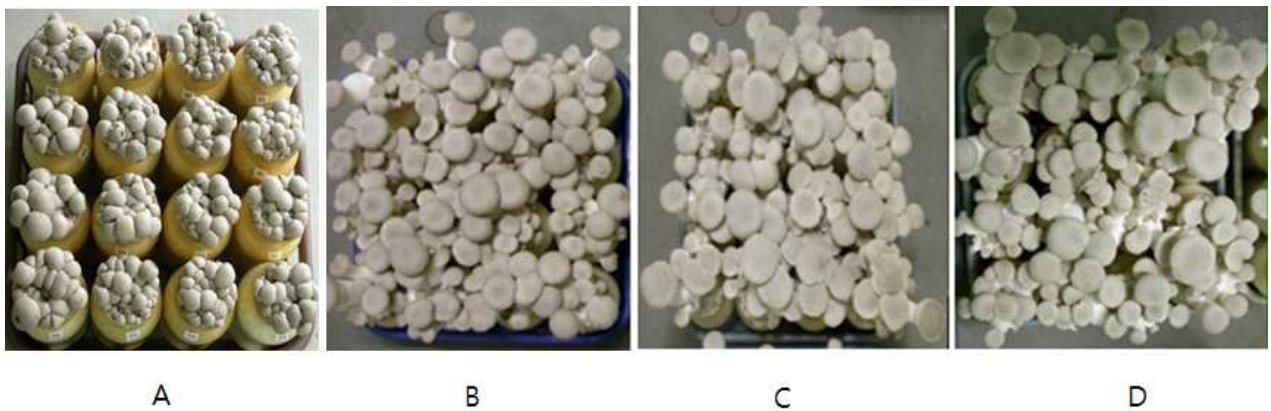


그림 1-19. 계대배양 큰느타리 균주(애린이)의 인공재배 특성.

A, 균굽기 후 15일; B, 균굽기 후 20일-계대배양 0회; C, 균굽기 후 20일-계대배양 30회; D, 균굽기 후 20일-계대배양 70회.

균사배양은 $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 배양실에서 실시하였으며 전체적으로 20일에서 27일까지 그 차이가 심하였다. 전체적으로 보면 계대배양을 하지 않은 균주는 22.7일, 70회 계대배양을 한 균주는 24.3일이 소요되어 계대배양을 많이 할수록 균사 생장이 늦어지는 것으로 나타났다. 균사배양이 완료된 것은 35일간 같은 조건하에서 후숙배양을 실시하였다. 후숙 배양 완료 후 균굽기를 한후 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$, 90%RH의 환경조건을 유지하고 있는 버섯 발생실로 옮겨 역상발이 방법으로 버섯 발생을 유도하였다. 초발이는 전체적으로 6~11일이 소요되었고 계대배양을 실시하지 않은 균주의 초발이가 빠르고 계대배양을 많이 할수록 초발이가 늦어지는 경향을 보였다. 발이 후

LED광을 조사하면서 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$, 80% RH의 환경조건을 유지하면서 약 10일간 버섯을 생육 시킨 후 수량을 조사하였다. 병당 수량은 175~219g으로 변이 폭이 아주 심하였다. 그러나 전체적으로 보면 느타리버섯과 마찬가지로 계대배양을 하지 않은 균주가 200.7g, 70회 계대배양을 한 균주가 194.4g을 수확할 수 있어 계대배양에 따른 수량의 감소는 인정되지 않았다.

③ 표고

표고버섯 품종 산조701 균주를 느타리와 동일한 방법으로 PDA 배지에 접종하여 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 70회 이상 계대 배양하였다. 표고 균주도 균주에 따라 또 배양 시기에 따라 균사 생장량이 차이는 있었으나 느타리와 큰느타리균주 보다는 변이 폭이 적었다. 느타리버섯과 마찬가지로 10회, 30회, 50회, 70회 계대배양한 균총을 -74°C 초저온 냉동고에 보존한 후 재생하여 곡립 종균에 배양하여 농가에서 사용하고 있는 관행 배지[툭밥(80%), 미강+밀기울(20%)에 폐석회를 배지 1.5톤당 20kg 첨가하여 1.3kg 입봉, 상압살균]에 접종하여 인공재배를 실시하였다(표 1-16).

표 1-16. 계대배양 표고 균주(산조701호)의 인공재배 특성

계대배양 횟수	배양일수(일)				초발이일수 (일)	자실체수량 (g)
	균사	후숙	갈변	합계		
0	29.5±2.6	36.4±2.8	51.0±5.2	116.9±7.7	19.0±1.5	246.0±19.9
10	30.1±2.8	38.0±2.4	57.6±4.6	125.8±6.1	17.8±1.8	233.5±29.0
30	29.5±2.5	36.3±2.1	51.4±3.4	117.1±6.9	20.3±1.8	240.9±12.2
50	29.9±1.5	37.3±2.2	53.4±2.3	120.5±4.5	20.8±2.3	249.9±19.1
70	29.1±2.5	36.5±2.3	53.1±3.1	118.8±5.6	21.5±2.6	229.3±115.4

균사배양은 $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 배양실에서 실시하였으며 전체적으로 25일에서 33일까지 소요되었다. 영양 균사배양이 완료되면 후숙배양 즉, 균사가 배지에 만연된 후 용기가 위쪽에서부터 발생하여 전체적으로 배지가 부풀어 오르는 시기를 거쳐 갈변이 완료되어야 버섯 발생을 유도 할 수 있다. 따라서 균사 배양을 균사배양, 후숙배양, 갈변배양 3단 계로 나누어 소요일 수를 조사하였다. 영양균사생장은 전체적으로 25일에서 33일이 소요되었고 후숙배양도 31~42일, 갈변배양은 45~65일이 소요되어 그 변이가 매우 심하였다. 그러나 평균적으로 보면 계대배양을 하지 않은 균주는 116.9일, 70회 계대배양을 한 균주는 118.8일이 소요되어 계대배양에 따른 차이는 인정되지 않았다. 다만 10회 계대배양한 균주에서 균사생장, 후숙배양, 갈변배양이 모두 늦은

경향이 있었으나 오차범위 안에 있었다. 갈변배양이 완료된 봉지를 2~3차례 수분을 공급하면서 버섯발생을 유도하였다. 버섯 발생은 15일에서 25일이 소요되었으며 평균 20일 전후에서 버섯 발생이 완료되었다. 군사생장이 늦었던 10회 계대배양한 균주는 오히려 다른 처리구보다 초발이 발생일이 2~4일 빠르게 나타났다. 버섯 수확 후 발생 작업을 2회 반복하여 총 3회를 재배하여 수량을 조사한 결과 봉지당 수확량은 190~273g까지 변이 폭이 매우 컸다. 그러나 모든 처리구에서 처리구 간 수량은 오차범위에 있었기 때문에 변이는 인정되지 않았다.



그림 1-20. 계대배양 표고 균주(산조701)의 인공재배 특성.

④ 양송이

양송이버섯 품종 A15 균주를 oat meal 배지에 접종하여 25±1℃에서 30회 이상 계대 배양하였다. 양송이 균주도 균주에 따라 또 배양 시기에 따라 군사 성장량이 차이는 있었으나 균주 간 차이는 없고 일관성이 있어 군사 생장이 늦거나 하는 경우가 균주의 문제는 아닌 것으로 판단된다. 느타리버섯과 마찬가지로 10회, 20회, 30회 계대배양한 균종을 -74℃ 초저온 냉동고에 보존한 후 재생하여 곡립 중균에 배양하여 농가에서 사용하고 있는 관행 배지를 40×40cm의 플라스틱 박스에 담으면서 층별 접종하여 22±1℃에서 배양한 후 복토를 하여 인공재배를 실시하였다(표 1-17). 인공재배는 3주기까지 실시하여 수량을 조사하였다.

군사배양은 22±1℃의 배양실에서 실시하였으며 전체적으로 11일에서 16일까지 그 차이가 심하였다. 전체적으로 보면 계대배양을 하지 않은 균주는 13일, 70회 계대배양을 한 균주는 12.4일이 소요되어 계대배양을 많이 할수록 차이는 심하지 않았지만 군사 생장이 빨라지는 것으로 나타났다. 군사배양이 완료된 것은 약 3cm 두께로 복토를 하여 배양하였으며 복토 배양이 완료되는 기간은 5~9일 소요되었다. 복토의 군사생장은 계대배양을 20회와 30회 한 균주가 10회까지 계대배양한 균주보다 평균 1~2일 늦게 배양되었다. 또 복토배양이 완료되면 수분 공급과 환기를 해 주면서 버섯 발생을 유도하였는데 초발이에 소요되는 기간은 6일에서 13일까지 변이가 아주 심하였다. 균주별로 보면 계대배양을 하지 않은 균주가 6.7일, 30회 계대배양한 균주가 10.3일이 소요되어 계대배양을 많이 할수록 늦어지는 경향을 보였다. 자실체 수량도 상자별(0.4m²)로 1.4~5.8kg까지 변이가 매우 심하였으며, 균주별 평균도 3.1kg에서 4.5kg까지 변이가 매우 심하였다. 양송이 균주는 계대배양을 많이 하면 할수록 군사생장이 빨라지는 경향을 보였는데 버섯 수확량은 오히려 감소하는 경향을 보여 균주 보존과 관리에서 계대배양은 적당하지 않은 것으로 판명되었다.

표 1-17. 계대배양 양송이 균주(A15)의 인공재배 특성

계대배양 횟수	배양일수(일)			초발이일수(일)	자실체수량 (kg/0.4m ²)
	배지	복토	합계		
0	13.0±0.7	6.6±0.8	19.6±1.2	6.7±0.5	4.5±0.9
10	13.0±1.2	6.7±1.1	19.7±1.9	7.1±0.6	4.3±0.6
20	13.7±1.2	7.7±0.9	21.3±1.5	8.6±1.2	3.4±0.7
30	12.4±1.1	8.4±0.7	20.9±0.8	10.3±1.4	3.1±1.5

※ 환기 후 12일 수확

나. 종균 및 원균의 저장관리

종균의 저장온도와 기간이 종균의 활력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 표고, 느타리, 큰느타리 종균을 16병씩 각각 4℃와 20℃에 저장한 후 직접 자실체 발생을 유도하였다. 표고 균주는 병 종균 대신 1.3kg 톱밥 봉지 배지에 접종하여 갈변 배양이 끝난 상태에서 시험을 실시하였다. 모든 균주가 20℃에서 저장한 경우는 저장 중에 병 혹은 봉지 안에서 자실체가 발생하여 종균으로서의 가치는 없었다. 표고 균주는 4℃에서 60일 저장까지는 모든 처리구에서 자실체가 발생되었으나 90일 이후에는 16개 처리구에서 1~2개의 봉지에서 버섯이 발생되지 않았다. 느타리버섯의 경우 4℃에서 60일, 90일, 120일 저장하였을 때 각각 4, 8, 12병에서 버섯이 발생되지 않아 60일 이상 저장 할 수 없는 것으로 나타났다. 큰느타리의 경우도 느타리와 비슷하게 3, 5, 7병에서 자실체가 발생하지 않아 종균으로서의 가치는 없었다. 따라서 배양이 완료된 종균은 즉시 사용하는 것이 바람직하나 여의치 못할 경우에는 4℃에서 1개월 이내로 저장할 수 있을 것으로 판단된다.

한편 경기도 농업기술원 버섯연구소 연구진의 보고(이 등, 1999)에 따르면 느타리버섯의 경우 저온 저장의 경우 잡균오염율이 90일까지는 0%이나 상온저장에서는 60일에 6.3%, 120일 저장에는 86.5%로 증가하였다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 잡균 오염보다는 배지의 수축과 분해수 발생 등으로 종균으로서의 역할을 못하는 경우가 대부분이었다.

또 본 연구에서는 종균 저장에 온도와 기간에 따른 생산성은 검토하지 않았으나 이 등은 저장한 종균을 톱밥배지에 접종하여 병재배를 실시하였고 그 결과 상온저장종균은 군사배양 소요 일수가 21~26일, 저온저장 종균은 21~21일로 상온저장의 경우가 배양일수가 길고 변이 폭이 컸으며, 초발이 일수는 저장 기간이 길수록 길게 소요되었으며 저온 저장 종균이 상온저장 종균 보다 1~2일 늦었다. 저장 종균 접종 후 수확 후까지의 재배 기간은 상온 저장이 34~37일, 저온 저장이 32~33일이었고 자실체 수량도 저온저장 종균의 사용이 좋은 것으로 보고하였다(표 1-18).

표 1-18. 종균 저장에 온도와 기간에 따른 식용버섯 종균의 저장성

버섯명	균주명	0일		30일		60일		90일		120일	
		4℃	20℃	4℃	20℃	4℃	20℃	4℃	20℃	4℃	20℃
표고	모리290	100	100	100	-	100	-	93.8	-	81.3	-
느타리	춘추2호	100	100	100	-	75	-	50	-	25	-
큰느타리	애린이3호	100	100	100	-	81.3	-	68.8	-	56.3	-

표 1-19. 3년 동결보존에 따른 식용버섯 균주의 생존율 및 군사생장

버섯명	균주수	생존율(%)		군사생장(mm/4day)		
		-74℃	-196℃	계대배양	-74℃	-196℃
표고	4	100	100	11.4±0.9	11.7±2.1	12.1±2.1
느타리	4	100	100	16.8±1.9	17.3±1.3	18.8±0.7
큰느타리	4	100	100	11.5±2.9	14.5±1.3	15.3±2.1
양송이	3	66	66	4.1±0.9	3.8±2.1	3.9±1.1

한편 균주의 저온저장이 버섯균의 군사생장에 미치는 영향을 조사하고 동결보존의 안전성을 확보하기 위하여 표고, 느타리, 큰느타리를 각각 4균주, 양송이를 3균주 공시하여 -74℃와 -196℃ 액화질소에 3년간 보존한 후 생존율과 군사 생장을 조사하였다(표 1-19).

공시한 균주는 양송이 균주 1균주를 제외하고 모든 균주가 동결보존에도 안전하게 재생되었다. 공시한 양송이 3 균주 중 1균주가 재생되지 않았으나 이는 동결보호제 등 전처리 과정에서 문제가 있었을 것으로 판단된다. 동결 보존 후 재생된 군사체의 군사 생장을 보면 표고(산조701), 큰느타리(애린이), 느타리(춘추2호) 균주는 계대배양하면서 보존한 균주보다 군사생장이 양호하고 군사생장이 빨랐으나, 양송이 균주(A15)는 계대배양한 균주가 오히려 빠르게 성장하였다. 양송이의 경우 인공재배시험에서 계대배양을 한 균주가 군사생장은 빨랐으나 자실체 발생과 수량은 좋지 않았기 때문에 양송이 균주의 경우는 계대배양으로 보존하기에는 부적합한 것으로 판단된다.

7. 종균제조 및 생산관리 시스템 개발

가. 농산부산물을 이용한 장기보존배지 선발

일반적으로 종균생산시설과 연구기관에서 버섯균의 배양을 위해서 사용하는 potato dextrose agar나 malt extract agar, MCM은 버섯균이 이용할 수 있는 당당류가 혼합이 되어 있어 효소를 이용한 영양원 흡수가 불필요할 것으로 추측되고 이런 상태가 지속되면 균이 변이를 일으킬 가능성이 높은 것으로 알려져 있다. 또한 어떤 종류의 영양원에서 배양됨에 따라 성장과 효소활성도가 달라지는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 원균 활성 유지와 보존에 적합한 배지를 선발하기 위하여 표 1-20에 제시한 농산부산물을 이용하여 버섯균을 배양하고 보존 후 활성을 검정하기 위하여 실시하였다. 국내 수급 가능한 농산부산물을 활용한 보존 및 증식용 배지 재료 탐색을 위하여 수집한 농산부산물의 일반 성분은 다음과 같다.

표 1-20. 원균 보존 및 증식 배지재료 탐색

	수분(%)	pH	T-C	T-N	C/N	Crude protein(%)	Crude fat(%)	Crude fiber(%)
옥단백피	5.5	4.11	52.8	3.14	16.82	19.63	3	13.5
옥글루텐	7.6	5.14	53.5	10.56	5.07	66	1.2	0.6
옥배아	5.6	4.63	54.9	2.05	26.78	12.81	6.3	11.7
옥당박	23.4	3.7	51.2	2.76	18.55	17.25	9.7	0.8
건비지	3.6	7.22	53.2	3.43	15.51	21.44	7.9	17.9
소맥피	13.5	6.73	52.3	2.93	17.85	18.31	4.2	12
밀분	12.3	6.88	53.1	3.06	17.35	19.13	4.8	7.2
밀배아	10.8	6.84	53.4	5.28	10.11	33	9.4	2.7
통참깨박	5.1	6.36	49.2	8.45	5.82	52.81	6.2	8.4
분참깨박	2.6	6.53	50.2	7.51	6.68	46.94	16.5	7

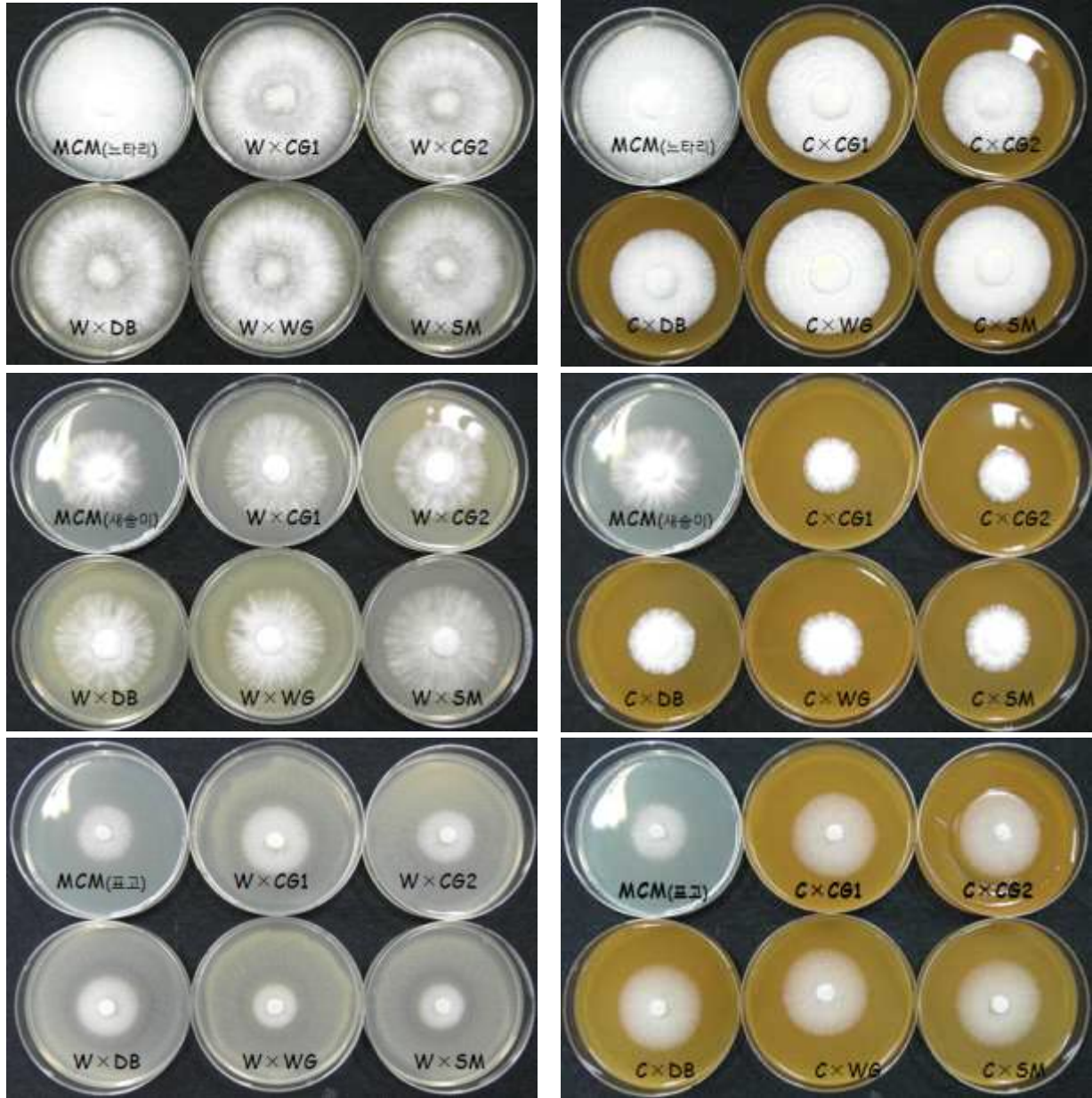
농산부산물이 버섯균의 균사생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 재료를 열수추출하여 한천배지에 첨가한 후 살균하여 고체배지를 제조하였고 공시균주를 접종하여 배양한 결과는 표 1-21 과 같다. 배지 조성은 대조구 MCM(Dextrose 20g, Yeast extract 2g, Peptone 2g, MgSO₄ 0.5g, K₂HPO₄ 1g, KH₂PO₄ 0.46g, Agar 15g)을 기본으로 사용하였다. 농산부산물 열수추출물은 주재료(소맥피, 옥단백피)와 부재료(옥글루텐, 옥배아, 건비지, 밀배아, 분참깨박)로 구분하여 소맥피 배지는 40:1/ℓ, 옥단백피 배지는 50:1/ℓ 비율로 각각 혼합하여 열수 추출하여 Yeast extract 2g, Peptone 2g, MgSO₄ 0.5g, K₂HPO₄ 1g, KH₂PO₄ 0.46g, Agar 15g 를 첨가하여 배지를

제조하였다. 혼합비율을 조정한 이유는 C/N율을 18~16 사이로 조절하기 위함이었다. 제조된 배지에 3종의 버섯(느타리, 큰느타리, 표고버섯) 균을 접종하여 23±0.1℃, 6일간 배양하였다.

표 1-21. 농산부산물 추출물 한천배지에서 버섯균의 성장 비교

	춘추2호	애린이3호	산조701
MCM	78.3 ± 1.5	47.7 ± 1.7	33.3 ± 2.1
소 맥 피	옥글루텐	80.3 ± 2.1	60.7 ± 1.2
	옥배아	80.3 ± 1.5	56.0 ± 5.3
	건비지	79.7 ± 0.6	55.7 ± 4.5
	밀배아	81.3 ± 1.2	59.7 ± 3.1
	분참깨박	75.7 ± 4.0	65.0 ± 1.0
옥 단 백 피	옥글루텐	58.3 ± 5.9	30.7 ± 0.6
	옥배아	57.3 ± 4.9	27.7 ± 1.5
	건비지	58.0 ± 6.2	34.0 ± 2.6
	밀배아	57.3 ± 7.5	33.0 ± 2.6
	분참깨박	64.3 ± 1.2	37.7 ± 0.6

대조구인 MCM에서 느타리(춘추2호)는 78.3mm으로 아주 양호한 성장을 보였고, 소맥피를 주 재료로 한 배지에서 평균적으로 80mm가 성장한 반면, 옥단백피 배지에서는 59mm로 성장이 저조하였고, 균사 성장의 편차도 심하게 나타났다. 큰느타리(애린이3호)은 소맥피 배지에서 대조구보다 10mm이상의 더 빠른 균사 성장을 보였지만, 옥단백피 배지에서는 15mm이상의 느린 성장을 보였다. 김 등(2012)이 보고한 미송톱밥, 미루나무톱밥, 밀기울, 미강, 건비지추출물로 큰느타리 균사 배양을 실험한 결과에서도 밀기울추출물배지에서 가장 빠른 성장을 보였었다. 표고(산조701)는 옥단백피 배지에서 대조구보다 10mm이상의 빠른 균사 성장을 보였다(표 1-21). 균사 성장과 다르게 옥단백피 배지에서 균사밀집도가 더 높았다(그림 1-21).



소맥피 추출물 배지

옥단백피 추출물 배지

그림 1-21. 농산부산물을 첨가한 배지에서 버섯 균의 균사 성장.

나. 한국형 양송이 개발

양송이버섯을 포함하여 식용버섯은 영양성분과 약용적 가치로 인해 재배 및 생산이 이루어진다(Beelman *et al.*, 2003; Fan *et al.*, 2006). 양송이[*Agaricus bisporus* (Lang) Sing]는 분류학상으로 담자균문(Basidiomycota Phylum), 주름버섯강(Agaricomycetes Class), 주름버섯목(Agaricales Order), 주름버섯과(Agaricaceae Family), 주름버섯속(*Agaricus* Genus), 양송이종(*Agaricus bisporus* Species)에 속한다. 생태적으로 버섯은 3개의 그룹으로 분류되는데, 부생형(saprophytes), 기생형(parasites), 그리고 공생형(mycorrhiza)가 그것이다. 대부분은 부생형에 속하는데 나무, 낙엽, 뽕짚 등 유기물질을 분해하는 역할을 한다(Chang 2008). 양송이는 전 세

계에서 많이 재배되고 소비되는 버섯 중 하나이다(Kwon *et al.*, 2015). 양송이버섯은 유럽과 북아메리카의 초원이 자생지이며 전세계 70여국에서 재배가 이루어지고 있다(Cappelli, 1984). 서구에서는 button mushroom으로 불리며, 여름과 가을에 잔디밭, 퇴비 더미 주위에 군생 또는 속생한다. 갓의 지름은 5~12cm로 처음에는 구형이나 양송이의 갓이 개열되면서 점차 편편형이 되고, 표면은 백색~담황갈이며 점차 갈색의 섬유상 인편이 생긴다. 조직은 일반적으로 백색이나 상처가 나면 담홍색으로 변한다. 포자는 길이 6~9 μ m 폭 4~6 μ m의 타원형이며, 담자기에 2개의 포자가 착생한다. 양송이는 죽은 식물 잔해나 생물체가 분해되어 만들어진 유기물로부터 영양분을 흡수하여 균사가 성장하고 자실체를 형성하는 사물기생균의 일종이다. 균사는 무색이고 격막이 있으며 꺾쇠연결체(clamp connection)가 없다. 균사는 많은 양의 글리코젠과 유지류를 비롯한 유기 및 무기 물질들을 함유하고 자실체와 비슷한 특유의 향을 가지고 있다. 균사는 뭉쳐서 균사속을 이루고 적당한 환경조건이 되면 복토층에 원기를 형성시킨다. 버섯자루의 아랫부분에 연결되는 균사는 더욱 굵게 뭉쳐 원기가 형성되고 이렇게 형성된 원기가 자라 갓과 자루가 있는 자실체가 형성된다(Kerrigan *et al.*, 1993; Langton and Elliott, 1980).

양송이버섯은 인간의 식량자원을 생산하는 산업으로서 세계 최대의 생산 및 소비되는 가장 중요한 버섯중의 하나이지만 다른 버섯과는 달리 육중에 있어서는 많은 제약이 있었다(Clark and Anderson, 2004; Xu *et al.*, 1996). 그것은 2차 자용동주성(secondary homothallic) 영양식을 가지고 있으며(Khush *et al.*, 1995) 단핵균주와 이핵균주를 구별하는 꺾쇠연결체가 없고 이 때문에 교배육종의 소재가 되는 단포자로부터 단핵균주를 확보하는 것이 많은 시간과 노력이 필요하다는 점이다(Horgen and Anderson, 1992). 소수의 담자기는 세 개 또는 네 개의 포자를 생성하고 이렇게 발아된 포자들 가운데 단핵균사체가 만들어 진다(Kerrigan *et al.*, 1993). 이와 같이 만들어진 단핵균주는 화합성이 있는 또 다른 단핵균주와 교배되어 품질과 수량성이 개선된 새로운 계통 또는 품종으로 육성되며 이 과정에서의 효율성을 높이기 위해 분자생물학적 방법이 적용되기도 한다(Foulongne-Oriol *et al.*, 2010; 2012; Kerrigan *et al.*, 1993; Sonnenberg *et al.*, 1991, 1996; Xu *et al.*, 1993).

버섯 품질과 수량을 높이기 위해서는 활력 강한 우량 양송이 무병종균의 생산과 관리가 무엇보다 중요하다. 초창기의 버섯종균은 마분이 들어간 재료를 사용하였다(Constantin and Matruchot, 1894). Sinden(1932)은 마분을 대체하여 곡물종균을 최초로 생산하였는데 현재는 대부분 곡물종균을 사용하고 있는 실정이다(Stoller, 1962). 곡물은 균사 생장이 빠르고 활력이 좋으며 빠르고 쉽게 사용할 수 있는 장점과 배지에 골고루 뿌릴 수 있다는 장점이 있다(Yang and Jong, 1987; Vedder, 1978). 이와 같은 발전에 힘입어 외국에서의 곡물종균은 많은 연구자들에 의해 다양한 재료가 실험되어 왔다(Mansur *et al.*, 1992; Elhami and Ansari, 2008; Chang, 2009; Stanley, 2010; Stoller, 1962; Oei, 1996; Elhami and Ansari, 2008; Stanley, 2010; Jiskani *et al.*, 2007). 양송이 종균은 우선 곡물을 3-4회 물로 충분히 씻어내면서 흙, 잡초, 혼입종자, 불량종자 등을 제거하면서 시작된다. 씻어낸 곡물을 충분한 양의 물에 20-30분간 담근 후 20-25분간 끓이는데 일반적으로 밀곡립 20kg에 대해 35리터의 물이 필요하다. 수분함량

45-50%로 맞추고 끓여낸 곡물을 체로 옮겨서 여분의 물을 제거한다(Frische, 1981; Kumar and Rana, 2000). 보통 gypsum(석고, Calcium sulphate)와 chalk powder(탄산칼슘, Calcium carbonate, CaCO_3)를 잘 혼합한 다음 이것을 곡물과 골고루 섞는데 이는 pH7-7.8로 조절하고 영감을 방지하기 위해 사용한다. 일반적으로 CaSO_4 2%, CaCO_3 0.5%가 적당하지만 연구자에 따라 다른 비율이 사용되곤 한다(Stoller, 1962; Sharma *et al.*, 2013; Dehariya *et al.*, 2011; Kumari and Achal, 2008; Ali *et al.*, 2007).

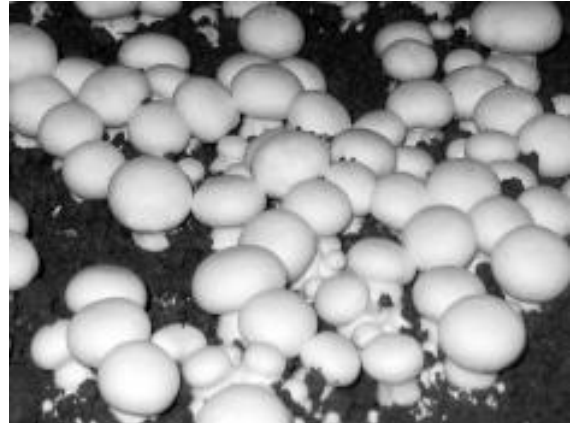


그림 1-22. 갈색종 ‘다향’와 백색종 ‘설강’의 자실체 균상재배.

버섯재배에서 종균비용의 비중은 타작물에 비해 월등히 높은 편이며 버섯종균은 성장속도가 빨라서 완전한 종균을 생산하여도 장기간 보관이 어렵고 심지어는 보관이나 운반, 사용 중에도 유해균에 의해 오염될 염려가 있다. 또한 보관일수, 온도, 습도, 광, 대기의 오염정도에 영향을 받아 변질되거나 노화할 수 있다. 양질의 종균을 생산하기 위해서는 우수한 품종 또는 균주가 단일계통으로 순수성이 유지되어야 하며, 그에 대한 원균 및 접종원의 관리가 우량종균 생산을 결정하여 주는 요인으로서 중요한 조건이다. 본 연구는 최근 국내에서 친환경재배에 적합한 갈색종 양송이 ‘다향’과 다수성으로 개발된 백색종 양송이 ‘설강’을 사용하여 실험을 수행하였다(그림 1-23). 양송이버섯의 종균은 균사체 형태로 배양되어 증식되어 농가에서 소비된다. ‘다향’의 균사와 ‘설강’의 균사는 CDA배지에서 Floffy한 형태의 균총을 형성하고 흰색에서 연한 갈색을 띠면서 성장하게 된다(그림 1-23). 90mm petri dish 에서 약 20일 배양 후에 거의 완성된 균총의 모양을 이루게 되고 원균 또는 접종원을 제조시에는 균총의 말단에서 시료를 채취해서 사용할 때 균사 활력이 가장 좋았다.

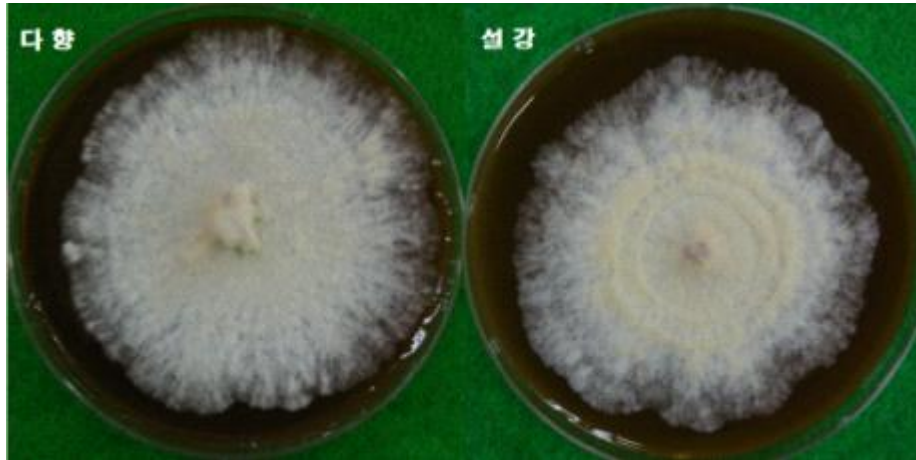


그림 1-23. CDA 배지에서 20일 후의 양송이버섯 ‘다향’ 과 ‘설강’ 의 균총 형태

양송이 균주의 온도별 균사 성장을 보면 ‘다향’과 ‘설강’ 두 품종 모두 15℃에서 균사생장이 서서히 진행되다가 온도가 높아지면서 균사 생장이 양호한 형태를 보였다. 가장 균사 생장이 양호한 온도는 25℃였으며 온도가 증가하면서 균사 생장은 점차로 느려지는 추세를 보였다. 품종별로 보면 갈색종인 ‘다향’의 균사 생장이 백색종인 ‘설강’에 그것에 비해 처리된 모든 온도 범위에서 양호하였다(그림 1-24). 이것은 재배농가에서 ‘다향’ 재배시 전체적으로 균사생장이 빨랐으며 초발이 소요일수가 단축되는 것과 일치하는 경향이였다.

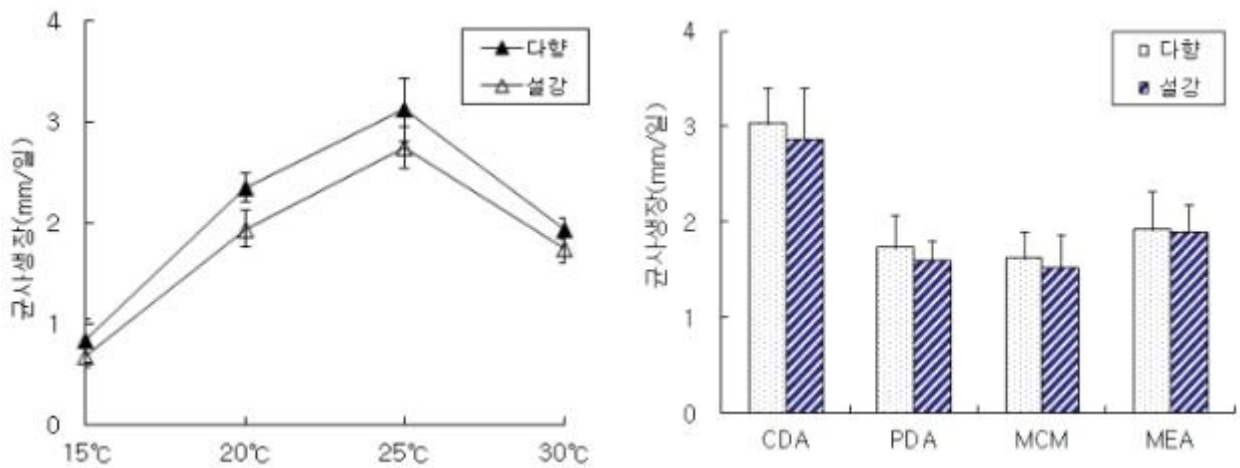


그림 1-24. 양송이버섯의 온도와 배지에 따른 균사성장.

CDA, PDA, MCM, MEA 등 배지종류별 양송이 균주의 균사 성장을 보면 전체적으로 처리된 모든 배지종류에서 갈색종인 ‘다향’ 품종의 균사 생장이 양호하였다. 배지별로는 CDA배지가 가장 우수하였으며, 그 다음으로 MEA, PDA, 및 MCM 순으로 조사되었다. 이러한 결과를 볼 때 양송이버섯의 균사 성장을 위해서는 발효배지추출 성분이 중요한 역할을 하고 있다는

것을 알 수 있으며, 그에 따라 양호한 균사 생장을 위한 균사체 배지를 만들기 위해서는 양질의 균일한 발효배지를 사용하는 것이 중요한 요소인 것으로 판단된다.

다. 양송이 균주 저장 및 보존법

양송이 균주를 보존온도를 4℃, 14℃, 24℃, 및 34℃의 조건에서 20일간 보존한 다음 균사를 일부를 떼어 24℃ 조건에서 CDA배지에 길러 균사 생장을 측정된 결과는 그림 5와 같았다. 갈색종인 ‘다향’ 품종과 백색종인 ‘설강’ 품종 모두 4℃에서 저장하여 보관하였을 때 가장 양호한 균사 생장을 보였다. 백색종인 ‘설강’ 품종의 경우에는 4℃에서 보존한 것과 14℃ 및 24℃에서 보존한 균주간에 균사 생장 차이가 갈색종인 ‘다향’에 비해 매우 뚜렷하였다. 가장 높은 온도로 처리된 34℃ 조건의 경우에는 두 품종 모두 매우 불량한 균사 생장을 보였다(그림 1-25).

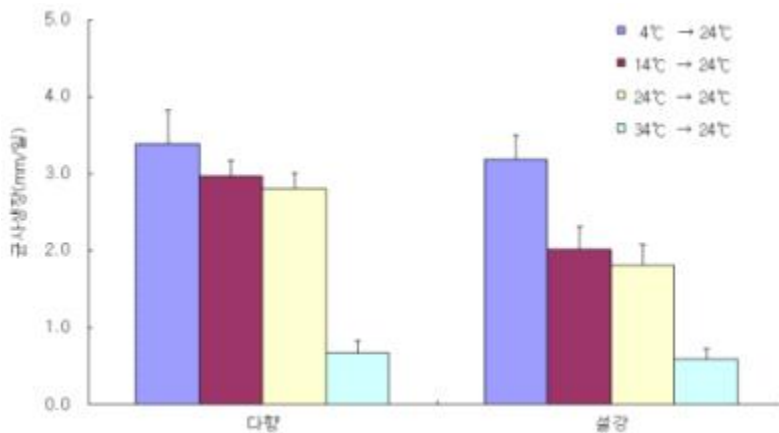


그림 1-25. 양송이 균주의 보존온도에 따른 균사생장.

Cryobial tube를 이용하여 멸균수 및 멸균수+10% 글리세롤로 저장하는 방법, test tube를 이용한 사면배지 및 사면배지+미네랄오일로 저장하는 방법 등 저장방법에 따라 양송이버섯 균주를 6개월간 저장 후 각각의 처리별 균사생장은 그림 1-26과 같았다. 보존방법 중 cryobial 멸균수 및 cryobial 멸균수+10% 글리세롤에서 저장된 균주가 가장 양호한 균사생장을 보였으며 test tube를 이용한 사면배지 및 사면배지+미네랄오일의 경우에는 상대적으로 저하된 균사 생장을 보였다. 그림 1-27A의 cryobial tube는 매우 좁은 공간에서 많은 수의 균주를 저장할 수 있을 뿐만아니라 그림 1-27B에서 보듯 인큐베이터 또는 냉장 보관시 test tube에 비해 효율적인 공간 활용이 가능하였다. 저장방법에 따른 균사생장 결과는 생장기간 및 균사밀도 등 균사 생육 특성에 있어서도 같은 결과를 보였다. 두 품종 모두 cryobial tube의 멸균수 및 멸균수+10% 글리세롤로 저장하는 방법이 test tube를 이용한 사면배지 및 사면배지+미네랄오일로 저장하는 방법에 대해 생장기간이 5-10일 정도 단축되었으며 균사밀도도 우수하였다. 6개월간의 저장기간 동안 세균 및 곰팡이감염에 대해 양호하였으며 100%의 생존율과 회복율을 보였다. 이와 같은 결과에서 보듯 앞으로 cryobial tube 및 멸균수를 이용한 저장방법에 의해 시간적,

공간적, 경제적 효과를 높일 수 있을 뿐 아니라 균사 활력 측면에서도 양호할 것으로 판단된다.

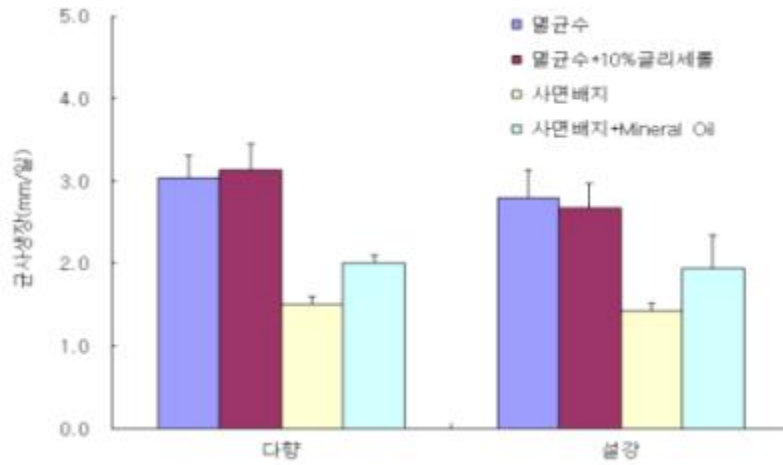


그림 1-26. 저장방법에 따른 양송이버섯 균주의 균사생장(6개월 저장).



A



B

그림 1-27. cryobial tube를 이용한 저장방법(A) 및 양송이 균주의 인큐베이터 처리별 저장(B).

표 1-22. 저장방법에 따른 양송이버섯의 균사생육 특성

품종	처리내용	보존온도(℃)	생장기간(일)	균사밀도	세균검정	곰팡이검정	생존율(%)
다향	멸균수	4	20.1	+++	-	-	100
		14	21.3	++	-	-	100
		24	26.7	++	-	-	100
	멸균수 +10%글리세롤	4	21.8	+++	-	-	100
		14	24.9	++	-	-	100
		24	27.2	++	-	-	100
	사면배지	4	23.8	++	-	-	100
		14	30.3	++	-	-	100
		24	36.2	++	-	-	100
	사면배지 +Mineral Oil	4	21.9	++	-	-	100
		14	26.5	++	-	-	100
		24	30.8	++	-	-	100
설강	멸균수	4	21.3	+++	-	-	100
		14	21.9	+++	-	-	100
		24	27.4	++	-	-	100
	멸균수 +10%글리세롤	4	22.1	+++	-	-	100
		14	24.2	++	-	-	100
		24	28.7	++	-	-	100
	사면배지	4	24.7	++	-	-	100
		14	31.1	++	-	-	100
		24	37.4	++	-	-	100
	사면배지 +Mineral Oil	4	23.5	++	-	-	100
		14	27.4	++	-	-	100
		24	31.1	+	-	-	100

라. 밀 곡립종균 대체 곡물 재료 개발

양송이 종균을 생산하기 위한 배지는 대부분 수입 밀을 사용하고 있는데 해마다 약 1,200톤, 약 10억원의 비용이 지불되고 있고 있는데 미국 등 주요수입국에서의 작황 및 정책에 따라 수급에 상당한 어려움이 예상되고 있다. 이와 같은 상황에서 수입되는 밀을 대체하여 국산화 또는 수입다변화 및 비용절감 등을 목적으로 수입 밀곡립 대체 메조, 호밀, 보리, 기장, 현미, 메밀, 귀리, 수수 등의 곡물배지(그림 1-28)에 대한 종균배지로서의 사용여부에 대한 특성조사를 실시하였다.

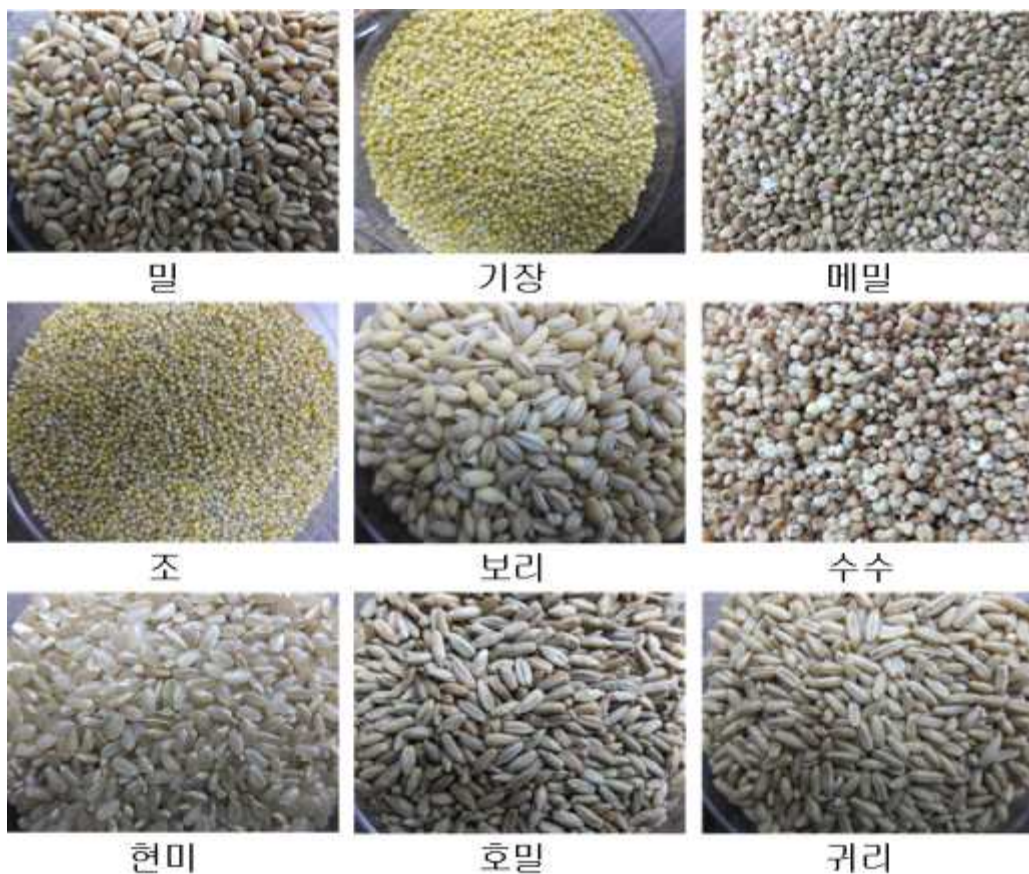


그림 1-28. 곡물배지의 종류.

곡물재료별 곡립의 기본적인 특성은 표 1-23과 같았다. 천립중 무게는 보리가 가장 무거웠으며 그 다음으로는 귀리, 밀, 호밀, 현미, 메밀, 수수, 기장, 조 순이었고 ml 당 곡립수는 조가 가장 많았고 그 다음으로는 기장, 수수, 현미, 밀, 호밀, 귀리, 보리 순이었다. 대체로 1000중이 무거울수록 ml 당 곡립수는 적은 것으로 조사되었다. 수분은 대체로 12~15% 범위에 있었고 종자의 종류에 따른 종자 모양은 난형, 둥근형, 삼각형 등으로 다양하였다.

곡물재료의 물리화학적성은 표 1-24와 같았는데 대부분의 총탄소량은 $40\pm 1\%$ 의 범위에 있었으나 귀리의 경우는 35.7%로 가장 높았다. 균사가 성장하는데 적당한 탄소와 질소의 비율은 대략 15~30의 범위에 있으나 연구자에 따라 다른 결과를 보이고 있다(Stamets and Chilton,

1983; Maccna, 1984; Ma *et al.*, 2014; Wuest, 1977; Chang and Miles, 2004; Singh *et al.*, 2011). 총 질소량은 현미가 1.12%로 가장 낮았으며 밀이 2.49%로 가장 높았다. 결과적으로 C/N율은 밀이 가장 낮은 16.5였고 그 뒤를 이어 메밀, 기장, 귀리, 조, 보리, 호밀, 수수, 현미 순으로 나타났는데 현미는 가장 높은 35.5의 C/N율을 나타냈다. 보통 pH는 양송이버섯의 경우 6~7.5정도가 적당한 것으로 연구되었다(Treschov, 1944; Volz, 1966; Imtiaj *et al.*, 2009). 이와 같은 물리성과 pH를 조절하기 위해 일반적으로 석고와 탄산칼슘 이용되지만 이것은 균사 생장을 위한 필수조건이 되지 않는 못한다(Sharma *et al.*, 2013; Dehariya *et al.*, 2011; Kumari and Achal, 2008; Ali *et al.*, 2007). 본 연구에서는 각 곡물재료의 pH는 보리가 가장 낮은 5.7이었고 귀리는 6.2, 나머지 대부분은 6.5±0.2 범위에 있었다. 이와 같은 결과로 볼 때 곡물재료의 pH는 균사생장을 위해 문제가 없을 것으로 판단되었다.

표 1-23. 곡물재료별 곡립의 특성

	1000립중(g)	L중(g)	립수/ml	수분(%)	형태
밀	32.0	785.1	24.5	14.1	난형
기장	6.1	774.2	128.0	13.9	등근형
메밀	23.8	750.9	31.5	13.8	삼각형
조	2.7	751.5	281.5	13.4	등근형
보리	39.2	743.5	19.0	13.7	난형
수수	19.5	770.4	39.6	14.6	등근형
현미	27.7	798.3	28.8	15.2	난형
호밀	29.8	706.4	23.7	12.8	난형
귀리	36.9	748.5	20.3	12.5	난형

중균으로 사용되기 위한 곡물재료의 무기성분은 표 1-25과 같았다. 무기성분 중에서 P와 K가 가장 중요한 성분이었는데 이 성분과 함께 소량을 차지하는 무기성분도 다른 버섯과 마찬가지로 양송이버섯에서 모두 필요한 성분으로서 다양한 생리적 역할을 하고 있다(Demirbas, 2001). 그 중에서도 P는 ATP핵산, 그리고 세포막에서의 생리작용 과정에 필수적인 역할을 하는 성분이다(Chang and Miles, 2004). K의 경우 효소관련 생리작용, 탄수화물 대사작용, 그리고 원소간 균형유지 등 균류에서의 가장 풍부한 대사물질중 하나로 알려져 있다(Chang and Miles, 2004). 비록 소량이지만 Mg, Ca, Fe 등도 생리작용에서 필수적인 역할을 하고 있으므로 배지에 포함되어야 할 필수 성분의 하나가 되고 있지만 그 밖의 Zn, Cu 등에 대한 직접적인

관계는 아직 밝혀지지 않았다(Wood and Fermor, 1985; Hayes, 1972; Sharma *et al.*, 2013).

표 1-24. 곡물재료의 물리화학적

곡물의 종류	T-C(%)	T-N(%)	C/N	pH(1:5)
밀	41.0	2.49	16.5	6.5
기장	40.6	1.96	20.7	6.5
메밀	41.1	2.23	18.4	6.4
조	41.5	1.76	23.6	6.7
보리	40.6	1.67	24.3	5.7
수수	40.5	1.39	29.1	6.7
현미	39.8	1.12	35.5	6.6
호밀	40.8	1.66	24.6	6.8
귀리	45.7	2.01	22.7	6.2

표 1-25. 곡물재료의 무기성분

곡물의 종류	Concentration (mg%)								
	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn
밀	54.5	0.50	12.7	268.7	158.0	3.76	8.64	322.2	6.09
기장	39.2	0.49	11.3	127.7	92.8	0.56	9.46	170.7	3.99
메밀	42.5	0.55	10.9	338.8	220.9	1.29	6.86	366.3	2.62
조	43.9	0.60	11.2	191.2	109.4	1.21	7.44	196.4	3.89
보리	49.5	0.44	11.7	212.3	88.0	1.43	8.95	217.2	3.58
수수	38.0	0.27	10.2	194.8	94.7	1.00	7.66	153.2	2.82
현미	35.9	0.37	10.5	124.7	74.4	2.26	8.64	184.4	7.62
호밀	52.8	0.43	11.1	316.1	117.5	2.61	6.73	289.5	4.25
귀리	69.5	0.37	12.7	234.0	131.5	3.98	12.76	313.2	6.75

끓는 물 등에서 곡물을 처리하는 열처리 방법은 오염을 줄임과 동시에 수분량을 조절하는 매우 중요한 과정이다(Jongman *et al.*, 2013; Jiskani *et al.*, 2007). 종균으로 사용되기 위한 곡물재료의 양호한 수분함량은 50±3%의 범위에 있어야 한다. 그러기 위해서는 표 1-26에서 보듯 끓는 물(boiling water) 또는 끓인 물(boiled water)에 서로 다른 침지시간이 필요하다. 기장과 조의 경우에는 각각 끓는 물(boiling water)과 끓인 물(boiled water)에 5분 정도의 침지로도 수분함량을 47.5%와 46.8%로 맞출 수 있었다. 밀, 수수, 현미, 호밀, 귀리의 경우에는 끓는 물에 30분간의 침지시간이 필요하였다. 이렇게 각각의 서로 다른 처리에 의해 수분함량을 맞춘 다음 20분간 방치하여 유리수를 제거하고 멸균작업을 실시한다. 멸균방법은 Autoclave 121℃에서 120kPa로 40분간 실시한다.

표 1-26. 곡물재료별 가습처리 방법

곡물의 종류	가습처리	침지시간(min)	수분함량(%)
밀		30	46.8
기장		5	47.5
조	끓는 물	5	46.8
현미	(boiling water)	30	51.7
호밀		30	47.9
귀리		30	49.5
메밀		10	46.7
보리	끓인 물	10	48.2
수수	(boiled water)	30	46.6

※ 처리방법 : 가습처리 + 방치 20분 + 유리수제거 + 멸균

※ 멸균방법 : autoclave 121℃, 120kPa, 40분

균주를 유리관 또는 삼각플라스크에서 20일간 생육(그림 1-29)시킨 후 균사 생육 특성을 조사한 결과는 표 1-27과 같았다. 균사 생장은 대조구인 밀이 8.4cm로 가장 빨랐으며 그 뒤를 이어 호밀, 귀리, 보리, 기장 등이었고 메밀은 2.7cm로 가장 느린 생장을 보였다. 그러나 균사 밀도 및 완성된 종균수량을 곡립수로 계산하였을 때 그 결과는 다른 양상을 보였다. 즉 조는 종균으로서 완성된 곡립수가 5,123개에 달하였고, 그 뒤로 기장이 3,052개로 조사되었다. 균사 밀도는 밀과 호밀이 조나 수수에 비해 높지 않았다.



직경 3cm × 길이 20cm 유리관



500ml 삼각플라스크

그림 1-29. 곡물종류에 따른 군사생장.

표 1-27. 곡물재료별 군사생육 특성

곡물의 종류	군사생장(cm)	군사밀도	완성중군수량(곡립수)
밀	8.4	+++	914
기장	6.0	+++	3052
메밀	2.7	+	213
조	6.2	++++	5123
보리	7.3	++++	752
수수	6.4	++++	594
현미	6.9	+	657
호밀	8.2	++	901
귀리	7.5	++	825

이와 같은 결과로 볼 때 그림 1-30에서 보듯 군사 밀도가 높고 군사생장이 비교적 빠른 보리와 군사밀도가 높고 군사생장이 비교적 빠른 수수가 곡립수가 적어 밀과 같은 무게 또는 같은 부피에서 훨씬 더 많은 집중지점을 만들어 낼 수 있는 장점이 있고 군사생장과 군사밀도 양호하고 완성된 곡립수가 많은 조 역시 밀을 대체할 수 있는 양호한 곡물재료로 이용될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 양자를 비교했을 때 수수에 비해 보리의 경우 보다 곡립의 크기

가 크므로 보다 많은 영양성분으로 저장기간이 길 것인지 여부(Fritsche, 1988) 및 곡물의 종류가 버섯생산에 미치는 영향(Nwanze *et al.*, 2005)에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.



그림 1-30. 양송이 종균에 적합한 선발 곡물배지.

마. 양송이 곡립종균 생산 방법 개발

양송이버섯 종균생산을 위한 관행방법과 개선된 종균생산방법을 비교하여 표 1-28과 같았다. 기존의 관행적 방법은 그림 1-31에서 보는 바와 같이 밀곡립을 수분 처리하여 링거병에 채운 후 살균을 실시한 다음 균주를 접종하여 kg당 약 25일에서 1달에 걸쳐 생산하는 방법이었다. 그러나 액체종균 및 조, 수수 등을 배지에 PP 필터봉지를 이용하면 균사를 접종한 후 약 20일 정도 몇 생산을 완료할 수 있다.

표 1-28. 관행 및 개선된 종균생산방법 비교

생산방법	관행	개선
접종원균	곡립종균	액체종균 및 곡립종균
사용용기	링거병	PP(polypropylene) 필터봉지
배지종류	밀	보리, 조, 수수
소요기간	4week/kg	3week/kg



링거병



PP bag



PP filter bag

그림 1-31. 양송이 종균 생산 방식 개선.

느타리, 큰느타리, 팽이 등의 버섯에서는 액체종균의 활용이 상당한 정도로 발전해 왔으나 양송이버섯의 액체종균은 전혀 사용되어 오지 않았다. 그 이유 중 가장 큰 이유는 초기부터 곡립종균을 이용하는 방법에 머물러 있었으며 양송이버섯에서 액체종균을 생산하는 방법은 다른 버섯에 비해 까다로운 특징이 있다. 양송이버섯의 액체종균을 생산하는 체계는 그림 1-32에서 보듯 패트리디쉬 원균을 잘게 잘라서 균질기로 분쇄한 다음 원균접종기를 이용하여 핀치코크, 공기배출구, 체크밸브, 에어필터, 기포발생기 등으로 구성된 유리병에 접종한 후 제조하는 방법

이다.

이 때 양송이버섯 액체종균을 제조하는 방법 및 조건이 중요한데 배양방법은 통기식 배양법을 이용하였으며 폭기압력은 196kPa로 공기여과는 0.26 μ m 필터를 통과시켰다. 액체배지는 여러 가지 종류를 시험한 결과 양송이 발효배지 추출물을 이용한 CEB배지에서 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 배양병은 3~5 l 액체배양병을 이용하였고 배양온도는 22~24 $^{\circ}$ C에서 10~15일간 배양한다. 완성된 액체종균은 봉지당 5~7ml의 양으로 접종한다.

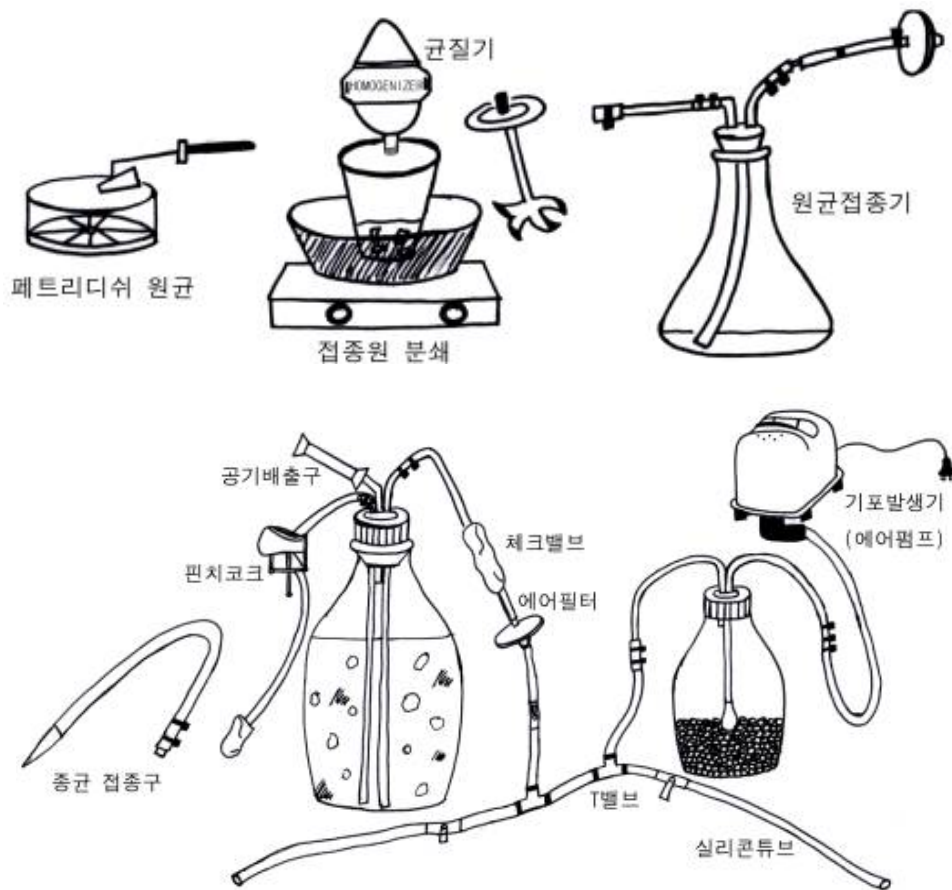


그림 1-32. 양송이버섯 액체종균 제조방법 체계도.

양송이버섯의 액체종균을 만들기 위한 배지종류 및 그 조성은 표 1-29와 같았다. 사용된 배지종류는 PDB, MCM, MEB 및 CEB 이었으며 이들은 양송이버섯 원균을 관리하기 위한 페트리디쉬 및 유리관 사면배지 등에 사용되는 배지조성으로서 양송이 균사 배양에 효과가 있을 것으로 판단되어 선택되었다.

표 1-29. 양송이버섯 액체종균 배지종류 및 조성

Composition	Media ^a (g/ℓ)			
	PDB	MCB	MEB	CEB
potato	200			
dextrose	20	20		20
peptone			5	
malt extract			20	
yeast extract		2		2
dry compost				30
KH ₂ PO ₄		0.4		1
K ₂ HPO ₄		1		1
MgSO ₄		0.5		

^aPDA, potato dextrose broth; MCB, mushroom complete broth; MEB, malt extract broth; CEB, compost extract broth

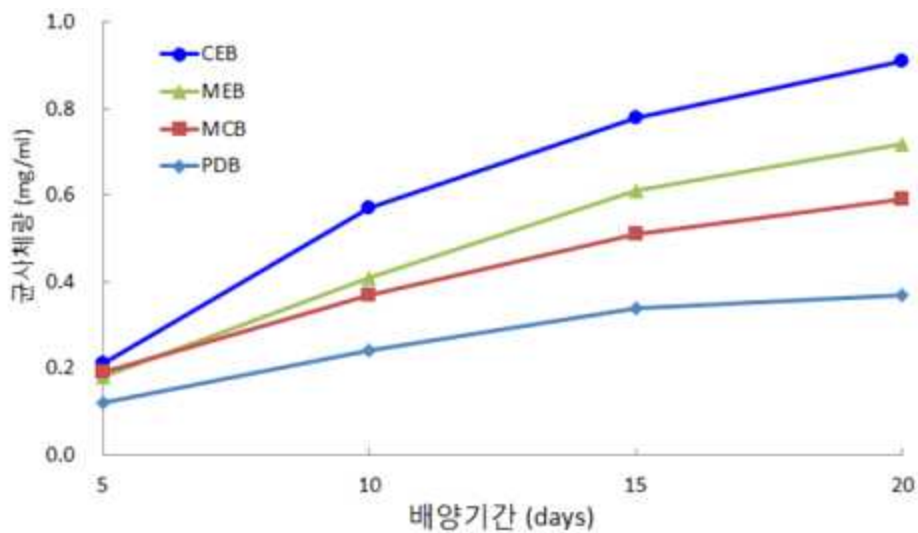


그림 1-33. 양송이버섯 액체종균 배지별 균사생장.

양송이버섯의 액체종균 배지별 배양기간 및 군사체량은 그림 1-33과 같았다. PDB 배지에서 군사체량이 가장 적었고 그 다음으로 MCB, MEB, 및 CEB 순서로 군사체량이 증가하였다. 특히 양송이버섯 재배농가에서 발효퇴비를 제조한 후 잘 말린 다음 그로부터 추출된 발효퇴비추출 배지가 배양기간에 따른 군사체량이 가장 많이 증가하였다. 이는 양송이버섯의 원균관리를 위해 군사생장에 좋은 CEA배지가 많이 사용되고 있는 것과 마찬가지로 액체종균에 있어서도 군사생장에 유리한 것으로 판단된다.

양송이버섯의 종균의 일반적인 생산방법은 밀곡립배지를 링거병에 넣어 살균한 다음 접종 및 배양을 실시하는 방법이었으나 링거병을 이용한 제조과정이 매우 까다롭고 노동력이 많이 들 뿐 아니라 병자체를 구입하는 것이 곤란해지고 있는 상황이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 PP필터봉지를 이용하는 방법을 통해 오염율을 낮추고 노동력 절감하고 제조시간을 단축하는 데 유리할 것으로 판단되었다. 양송이버섯 PP필터봉지를 이용한 종균생산과정은 곡립배지의 입봉과 살균이 진행된 다음 액체종균을 접종하여 실리로 밀봉한 후 군사를 배양하는 것인데 그 과정은 그림 1-35와 같다.

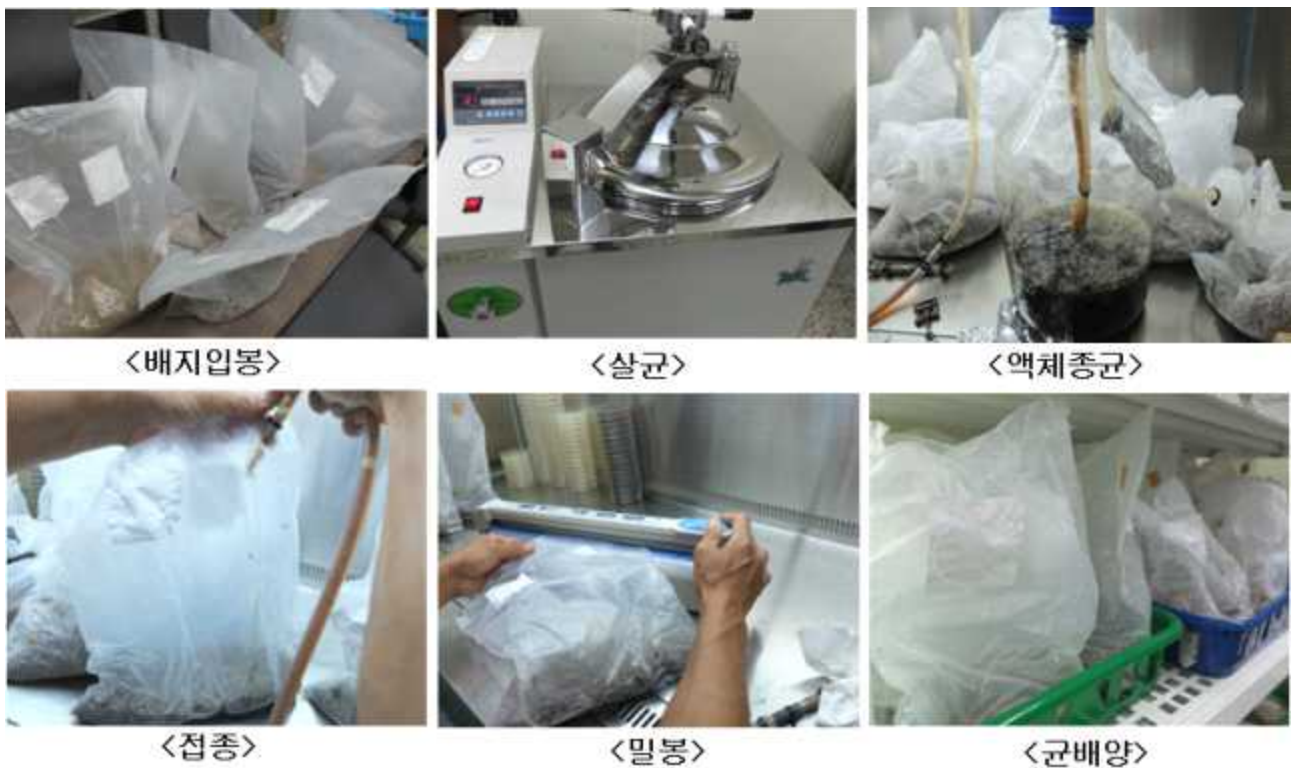


그림 1-34. 양송이버섯 PP필터봉지를 이용한 종균생산과정.

양송이버섯의 종균생산방법 및 곡립배지 종류에 따른 소요기간은 표 1-30과 같았다. PP필터 봉지를 이용한 방법으로 보리, 수수, 메조, 밀 등을 배지로 종균을 생산하였을 때 각각 19.6일, 21.1일, 19.3일, 20.4일이 소요되었다. 그러나 링거병을 이용한 관행방법에 따르면 밀 곡립종균 생산에 31.2일이 소요되었다. 따라서 배지종류에 상관없이 관행방법에 비해 개선방법으로 종균을 생산하면 약 10일 정도 조기에 완성될 수 있었다. 이와 함께 링거병을 이용한 종균생산에서 흔들기는 매우 중요하면서도 많은 노동력을 요구하는 작업과정이다. 관행방법으로는 일반적으로 4~5회 정도 흔들기를 해주어야 하나 개선방법으로는 2회의 흔들기로 종균생산이 가능하여 노동력을 절감하는데 큰 효과가 있을 것으로 판단된다.

표 1-30. 양송이버섯 종균생산방법 및 곡립배지 종류에 따른 소요기간

생산방법	배지종류	소요기간(일/kg)	흔들기(회)
개선 (PP 봉지)	보리	19.6	2
	수수	21.1	2
	메조	19.3	2
	밀	20.4	2
관행(링거병)	밀	31.2	4~5

※ PP봉지: 31×43cm(배지량 2~3L)

바. 국산 벼를 이용한 양송이 곡립종균 개발

국내 양송이 종균은 오랫동안 수입한 통밀을 주재료로 사용하고 있었다. Amycel 같은 기업은 조(millet)를 주재료로 곡립종균을 생산하고 있다. 1, 2차년도에 보리, 조, 현미, 귀리, 수수 등의 곡물로 곡립종균 제조 연구를 진행하였으나, 더 확대하지 못하였다. 벼는 우리나라에서 자급률이 평균 100%인 곡물로 이전에 진행했던 곡물보다 수급에 용이한 장점이 있다. 밀을 대체하기 위하여 국산 벼의 기본적인 특성을 조사하였다.

밀과 비교하여 큰 차이는 아니지만, 1,000립 무게가 7g 정도 가벼워 같은 부피에서 많은 곡립수를 갖는 장점이 있으며, 수분 함량은 2%정도 높았다. C/N율은 벼가 낮은 전질소량으로 밀보다 2배가량 높은 39.5로 조사되었다. 후발효의 퇴비 C/N율이 25~30% 정도로 알려져 있는데, 양송이버섯의 균사 생장에 밀보다 더 적절하다고 판단된다. 참고적으로 Amycel에서 사용하고 있는 곡립종균인 조의 C/N율은 23.6 정도 이다. 무기 성분을 조사한 결과, 양송이 균사 생장기에 필요한 영양성분인 P, K, Ca 등이 밀과 비교하여 부족하지 않음을 알 수 있었다.

곡립종균으로 사용하기 위해서는 수분 함량이 50%가 적당하다. 벼의 가습처리를 끊는 물에

30분 침지하면 수분 함량을 42.1%로 종균생산이 가능하였다. 가습처리 후 20분간 방치하여 유리수를 제거하고 121℃, 120kPa에서 40분간 autoclave 한다.

관행 링계병 종균 제조 방식에서 개선한 방식인 PP필터봉지로 사용하면 봉지당 50kg을 생산할 수 있을 뿐 아니라 배양소요기간을 링계병 밀곡립종균 31.2일/kg을 20.6일/kg로 10일정도 단축이 가능하며 흔들기도 관행 4~5회를 1~2회로 감소되어 노동력 절감이 가능해져 경영비 부담도 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

표 1-31. 물리화학적 및 C/N을 비교

	천립중(g)	중량(g)/ℓ	곡립수/ml	수분(%)	T-C	T-N	C/N	pH
밀	32.0	785.1	24.5	14.1	41.0	2.49	16.5	6.5
벼	24.9	772.6	27.4	16.2	37.9	0.96	39.5	6.6

표 1-32. 밀과 국산벼의 무기성분 함량 비교

	(단위 : mg%)							
	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn
밀	61.66	4.91	273.30	105.84	3.43	9.51	245.52	2.40
벼	69.08	3.63	201.93	88.61	8.84	9.81	186.63	2.97

표 1-33. 밀과 국산벼의 침지시간과 수분함량 비교

	처리방법	침지시간(min.)	수분함량(%)
밀	끓는 물	30	46.8
벼		30	42.1

※ 멸균 전 처리 : 가습처리+방치20분+유리수 제거 / 멸균 : 121℃, 120kPa, 40분 autoclave

표 1-34. 밀과 국산벼 배지재료의 평균생산방법 비교

	밀		벼	
	링거병	3ℓ PP필터봉지	3ℓ PP필터봉지	5ℓ PP필터봉지
용기의 크기	직경10cm×높이21cm	22cm×49cm	22cm×49cm	32cm×57cm
생산량	0.45kg	20kg	20kg	50kg
소요기간	31.2일/kg	19.4일/kg	19.4일/kg	20.6일/kg
흔들기 횟수	4~5회	1	1	1~2회



볍씨

완성된 벼 종균

3ℓ PP필터봉지

5ℓ PP필터봉지

그림 1-35. 벼를 이용한 양송이곡립종균.

밀과 벼를 이용한 종균의 생산성을 비교를 하였다. 국산 벼의 경우 밀보다 200원/kg정도 비싸지만, 계약재배 등을 통해 다수확 품종으로 대량, 일괄 구입시 저렴하고 안정적인 구입이 가능할 것으로 예상된다. 먹거리 안전성이 당연시되고 있는 현재, 국산 벼는 무농약 재배관리가 더 용이한 장점이 있으며, 미곡저장기술이 발달되어 있다. 노동력도 현재의 절반이하로 떨어져 최종 생산비용도 600원/kg의 절감되었다. 이와 같은 결과를 바탕으로 국산 벼를 이용하여 양송이 종균을 생산하면 관행의 수입 밀 약 1,200톤/년(10억원)을 대체 효과가 있을 것으로 기대된다.

표 1-35. 밀과 국산벼의 양송이 중간생산 경제성 비교

	밀	벼
가격	700~900원/kg	800~1,200원/kg
가격변동	작황, 수요, 환율 등에 따라 변동 심함	비교적 안정적
품질	운송기간(약 40일) 중 품질저하	저장기술발달로 비교적 양호
중균보관	약 15~20일	약 1~3달, 장기간 보관 가능
농약사용	생산, 운반과정에서 처리	친환경 가능
중균 생산기간	31.2일/kg	20일/kg
생산비용	1,600원/kg	960원/kg
노동력 비율	1	0.4

8. 벼섯중균의 품질관리

가. 벼섯 중균의 유해 물질 조사

(1) 벼섯 중균의 방사능 분석

2011년 3월 일본 후쿠시마 원전사고로 막대한 양으로 추정되는 방사능 물질이 방출되어 북태평양 전역으로 확산되었다. 당시 고기압성 북태평양 해류순환을 고려하여 한반도 주변 해역의 피해는 없을 것이라고 보도되었지만, 국내에서도 수산물뿐만 아니라 다른 식품의 방사능 오염에 매우 민감해졌다. 국내 방사능 누출과 관련한 식품 분야의 대응은 “원자력시설 등의 방호 및 방사능방재 대책법”, “식품안전기본법”, “식품위생법”, “농수산물품질관리법” 등의 법령에 근거하여 원자력안전위원회 실무 매뉴얼과 식품의약품안전처의 식품안전관리지침에 따라 이뤄진다(Kim and Back, 2016).

식품의약품안전처에서는 현재 “방사능 (핵종)물질(放射能物質)”은 방사선을 방출할 수 있는 능력을 지닌 원자핵으로 우라늄(^{235}U)을 비롯하여 많은 종류가 있으며 이중 인체에 해로운 영향을 주는 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs), 요오드(^{131}I)에 대하여 식품의 방사능 기준을 정하여 관리하고 있다(표 1-36).

표 1-36. 국가별 방사능 요오드 및 세슘 기준 현황

국가	방사성요오드 ^{131}I (Bq/kg)				방사성세슘 ^{134}Cs , ^{137}Cs (Bq/kg)				
	음료수	우유, 유제품	채소류 (뿌리채소 등 제외)	기타	음료수	우유, 유제품	채소류	곡류	육류, 난류, 어류, 기타
한국	300	100	300	300	370	370	370	370	370
Codex	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
일본	-	-	-	-	10	50	100	100	100
미국	170	170	170	170	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
EU	300	300	2,000	2,000	200	200	500	500	500
	영유아용 식품 100				200	200	500	500	500

★ 우리나라 및 EU의 경우 일본산 수입제품에 대해서는 일본 기준을 적용하고 있음

★ 출처 : 식품의약품안전처, 식품안전정보포털 <http://www.foodsafetykorea.go.kr>

현재 우리나라의 방사능 검사대상은 제조·생산국이 일본이거나 일본을 경유하여 수입하는 농·임산물(신선, 건조, 냉장, 냉동 포함), 가공식품, 식품첨가물, 건강기능식품(건강기능식품 원료 포함) 및 휴대 반입물품이며, 현재 식품 중의 방사능 오염 여부를 검사하는 항목은 세슘 ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) 및 요오드(^{131}I) 다.

표 1-37. EU의 개정된 방사능 오염 최대 허용수치

	영유아식품	유제품	채소류	음료	돼지
^{131}I (Bq/kg)	150	500	2,000	500	-
^{134}Cs , ^{137}Cs (Bq/kg)	400	1,000	1,250	1,000	1,250

※ Official Journal of the European Union / COUNCIL REGULATION (Euratom) 2016/52 of 15 Jan. 2016

2016년 Euratom(유럽원자력공동체: 프랑스, 독일, 영국, 벨기에, 네덜란드, 룩셈부르크, 이탈리아, 아일랜드, 덴마크 등 9개국이 1958년 로마협정에 따라 설립한 유럽의 핵관리회의체)은 방사능 오염 최대 허용치의 기준을 수정하였다(표 1-37). 이에 일부에서는 일본의 경우, 원전사고 이후 방사능 기준을 100Bq/kg 이하로 낮추었는데, 30년 전이지만 체르노빌 원전사고를 당했던 유럽이 경제적인 이유로 기존 600Bq/kg 였던 세슘기준을 1,250Bq/kg로 완화하고 있다고 비판하고 있다.

야생버섯에서 인공재배 버섯보다 방사성세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs)이 높게 나타난다(Wang *et al.*, 1998)는 보고와 같은 맥락으로 국내에서 버섯에 대한 방사능 농도 조사가 거의 보고된 적은 없지만 2004년에 보고된 자료 중 느타리, 표고, 팽이(0.04Bq/kg), 양송이(0.01이하) 등 생버섯의 ^{137}Cs 수치를 조사한 결과, 표고버섯(0.8Bq/kg)이 가장 높은 수치로 조사되었다. 이는 인공재배 되는 느타리, 큰느타리, 양송이보다 참나무 등과 같은 원목을 이용하고 있기 때문이라고 판단했다(Kang *et al.*, 2004).

버섯 종균의 경우, 검사 기준이나 대상으로 정해져 있지 않지만 버섯종균용 배지 재료의 안전성을 확보하기 위하여 방사능 분석을 실시하였다. 조사한 종균은 각기 다른 종균생산시설에서 수집한 느타리, 큰느타리, 표고, 양송이로 각각 살균 완료된 배지와 배양 완료된 배지 2종류를 분석하였다. 원전 사고로 알파(α), 베타(β), 감마(γ) 핵종이 발생하나, 가장 많이 발생하는 것이 감마(γ) 핵종으로 오염도는 이를 지표로 검사하는데, 감마(γ) 핵종에는 세슘(Cs), 요오드(I)가 해당된다. 식약처 공인검사기관인 (주)네오시스코리아에 의뢰하여 식품공전의 <7. 식품 중 유해물질시험법/ 7.2 방사능> 따라 분석하였다.

표 1-38. 버섯 종균용 배지와 종균의 방사능 분석 결과

(단위 : Bq/kg)

	양송이		큰느타리		표고		느타리	
	살균 후	배양완료	살균 후	배양완료	살균 후	배양완료	살균 후	배양완료
^{131}I	0.78	0.61	0.59	0.49	0.96	0.59	0.93	0.55
^{134}Cs	0.77	0.59	0.71	0.52	0.89	0.65	0.94	0.57
^{137}Cs	0.88	0.61	0.80	0.60	1.10	0.74	1.08	0.60

그 결과 의뢰한 8개의 시료 모두 일본 기준(100Bq/kg)보다 1/100이하 수준이고, 배양 완료된 배지에서 더 감소되는 경향을 보였다. 종균배지와 그 배지에서 자란 균사체를 시료로 조사하였기 때문에, 생버섯을 조사했을 때와는 높게 나타난 것으로 판단된다. 그리고 버섯류가 방사성, 중금속 등 오염물질을 잘 축적한다는 보고도 있지만, 버섯 균사 배양이 완료된 배지의 조사 결과는 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs)과 요오드(^{131}I) 수치를 더 낮춰줌을 보여주었다. 종균 배지에 톱밥이 전혀 사용되지 않는 양송이(곡립종균)과 큰느타리는 배지 주재료로 톱밥을 사용하는 느타리와 표고에 비하여 0.3Bq/kg 이상 낮은 수치로 조사되어 톱밥 함량이 많을수록 세슘 농도가 높아지는 것으로 생각된다. 그러나 버섯 균사의 배양이 완료된 배지는 모든 품종의 배지의 수치가 거의 유사해짐을 알 수 있었다.

(2) 버섯 중금속의 중금속 함량 조사

국내 버섯은 생산량과 소비량 및 수출입이 증가하고 있는 산업 중 하나이다. 일반적으로 중금속은 자연적 또는 인위적인 방법으로 쉽게 분해되거나 제거되지 않으며 (Lee *et al.*, 1996; Park and Lee, 2002; Kim *et al.*, 2005), 비소, 카드뮴, 납, 수은 등은 생체 성분과의 친화성이 높아 식품 등에 축적되기 쉽기 때문에 국내·외에서 매우 엄격히 관리되고 있다 (Lee *et al.*, 2011). 버섯 중 중금속 기준은 EU가 인공재배 균류의 카드뮴은 0.2mg/kg, 납은 0.3mg/kg으로 관리하고 있으며, 이는 느타리, 표고, 양송이 국한된 것이며 그 외의 버섯은 납 0.1mg/kg, 카드뮴 1.0mg/kg으로 설정되어 있다. 중국은 식용균류를 카드뮴 0.2mg/kg으로 관리하고 있다. 2013년 식품의약품안전처에서 개정 고시한 국내 버섯에 대한 중금속 기준은 다음과 같다.

표 1-39. 버섯류 중금속 기준

대상식품	납(mg/kg)	카드뮴(mg/kg)
버섯류	0.3 이하 (양송이버섯, 느타리버섯, 큰느타리버섯, 표고버섯, 송이버섯, 팽이버섯, 목이버섯에 한한다)	0.3 이하 (양송이버섯, 느타리버섯, 큰느타리버섯, 표고버섯, 송이버섯, 팽이버섯, 목이버섯에 한한다)

※ 식품의약품안전처 농산물중금속 기준

그리고, 한약재는 현 식품공전에서 “생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법(식품의약품안전처 고시 제2010-75호)”의 중금속 기준을 갖고 있으나 버섯류의 기준은 없다. 다만, 버섯일지라도 한약재로써 사용될 목적이라면 생약의 중금속 기준인 납 5mg/kg, 카드뮴 0.3mg/kg, 수은 0.2mg/kg, 비소 3mg/kg가 적용된다.

국내 버섯류의 중금속 함량 조사에서 김 등(2012)은 비소는 양송이(0.11mg/kg), 느타리(0.02mg/kg), 표고(0.02mg/kg), 큰느타리(0.01mg/kg)으로 평균 0.035mg/kg, 카드뮴은 평균 0.017mg/kg, 납은 0.043mg/kg 정도를 함유하고 있다고 보고하였다.

국내 버섯에 대한 중금속 분석은 버섯 자실체의 잔류와 가축사료로 이용을 위한 재배용 배지를 대상으로 한 것이었고, 조사 결과 모두 기준치 이하이거나 검출되지 않았다. 버섯 종균에 대한 조사는 수행된 바 없다. 방사능 검출 분석과 마찬가지로 각기 다른 종균생산시설에서 수집한 8종의 시료를 한국기초과학지원연구원에 카드뮴, 납, 비소, 크롬함량 분석을 의뢰하였다. 그 결과는 다음과 같다.

비소와 카드뮴은 조사한 시료 8가지 모두에서 0.1이하로 확인됐지만, 납과 크롬은 납의 기준치인 0.3mg/kg보다 높은 수치를 보였다. 양송이와 큰느타리는 납과 크롬의 함량이 버섯 균사 배양이 완료된 후의 배지에서 2배정도 증가하였다. 이런 함량의 차이도 종균 배지 재료에 기인된다고 판단된다. 그러나 버섯 종균은 식품으로 이용하는 것이 아니고 종자의 개념이기 때문에 배지와 함께 새로운 기준을 제시할 필요가 있다. 현재 농업 분야에서 제시하고 있는 중금속의

오염은 농경지 토양 “중금속농도우려기준”(토양환경보전법시행규칙 제20조, 2001년, 황산추출법)이나 전답과수원 등 “토양오염우려기준”(토양환경보전법시행규칙 제1조의5, 2009년, 왕수추출법) 등으로 관리하고 있고 버섯은 기준 조차 마련되어 있지 않다. 따라서 버섯 종균에 대한 기준 마련도 필요가 있다.

표 1-40. 버섯 종균의 중금속 함량 분석

(단위 : mg/kg)

	양송이		큰느타리		표고		느타리	
	살균 후	배양완료	살균 후	배양완료	살균 후	배양완료	살균 후	배양완료
As	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Pb	0.55	1.33	0.19	0.34	0.49	0.21	0.15	0.19
Cr	0.61	0.9	0.4	0.8	0.08	0.16	0.2	0.17

표 1-41. 국내 토양 중금속농도 기준

(단위 : mg/kg)

	Cd	Cr ⁶⁺	Cu	Ni	Pb	Zn
농경지 토양 “중금속농도 우려기준”	1.5	4.0	50	40	100	300
전답과수원 등 “토양오염 우려기준”	4.0	5.0	150	100	200	300

3종의 방사능 지표를 분석한 결과, 한국, 일본, 유럽 등에서 정한 기준의 1/100 이하 수준으로만 존재하는 것으로 분석되어, 방사능에 대한 버섯 종균배지 재료와 종균은 안전한 것으로 판단되었다. 따라서 학회나 강연, 교육 등에 참고자료로 활용하고 있다. 중금속 분석에서 Pb와 Cr이 검출되었으나, 기준치 이하였고, 버섯 종균에 대한 중금속 기준도 명확치 않은 실정이라서 버섯 종균에 대한 중금속 기준을 정하는데 활용되길 기대한다.

9. 한국형 원균 및 종균 관리 시스템(안)

가. 일본의 원균 및 종균 관리 시스템(鳥取大學 農學部 附屬 菌類きのこ遺傳資源研究センター)

한국 실정에 맞는 안정적인 버섯원균 및 종균 관리시스템을 구축하기 위하여 본 연구 수행 기간 중 총 3회 일본, 미국, 네덜란드 현지 출장을 수행하였으며, 버섯관련 대학, 연구소, 종

균 생산업체, 재배농가 등을 방문하여 일본의 버섯 원균 및 종균 관리시스템을 분석하였다.

그 결과 일본의 鳥取大學 農學部 附屬 菌類きのこ遺傳資源研究センター에서는 버섯 유전자원의 보존 및 분양을 하고 있었으며 비교적 체계적으로 관리 하고 있어 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 菌類きのこ遺傳資源研究センター에서는 유전자원 다양성 연구, 유전자원 평가 보존연구, 유용버섯 재배연구, 신기능 개발 연구, 물질 활용 연구 등을 수행하고 있고, 보존하고 있는 균주를 일반인, 연구자 등에게 분양하고 있다. 분양은 대학, 교육기관, 국립시험연구기관 등은 1균주 당 5,000엔, 민간시험연구기관에게는 10,000엔, 대학 내 교직원엔 1,000엔으로 분양하고 있다.

鳥取大學 農學部 附屬 菌類きのこ遺傳資源研究센터는 2005년에 설립되어 (財)日本きのこセンター菌類研究所와 연계하여 버섯 유전자원 1,000여종 10,000 균주를 보존 활용하기 위하여 버섯류의 균주를 보존하고 있다. 연구 조직은 균류 버섯 환경 생태학 연구부문, 유전자원 평가 보존 연구부문, 분자유전학 연구 부문, 기능개발 연구 부문으로 4개 연구 조직에 12명의 교수와 20여명의 연구진이 소속되어 있다. 버섯균의 보존은 주로 유전자원 평가 보존 연구부문에서 수행하고 있는데 버섯을 중심으로 한 균류의 유전자원을 분리 배양 및 보존에 관한 연구, 계통정보에 기초한 유전자원의 분류 동정에 관한 연구, 고품질 유전자원의 데이터베이스 구축과 계통분류학적 연구 등을 수행하고 있다. 모든 버섯 균주는 -196℃ 액체질소 탱크에 보존하고 있으며 균주를 분양할 경우에는 균사생장, 목분분해력, 단백질 및 isozyme 분석, 재배학적 특성 등을 검토하여 보존 전 후의 균주의 변이 여부를 확인하고 있다.

나. 국내 종균 관리 시스템

현재 국내 버섯균주 보관관리 기관은 농촌진흥청, 경기도농업기술원 버섯연구소, 장흥군 균주자원은행, 인천대학교 야생버섯균주은행 등이 있다. 인천대학교 야생버섯균주은행은 일본의 FMRC과 유사한 기관으로 ① 야생버섯균주의 보존 및 분양 ② 버섯연구자간 네트워크의 구성 ③ 버섯의 대중화 활동을 하고 있다.

국내 미생물 균주 보존 기관이 주로 채택하고 있는 균주 보존 방법은 PDA 배지 등에 계대 배양과 증류수 보존과 같은 대사저하 보관법(4~10℃), 그리고 초저온 냉동고(-80℃)와 액체질소(-196℃) 보존과 같은 대사정지 보관법으로 보존 관리하고 있다.

그러나 미생물 균주를 비교적 장기간 보존 할 수 있는 초저온 냉동고(-80℃)와 액체질소(-196℃) 보존은 장비가 고가이고 운용비가 많이 소요되기 때문에 일부 대학과 연구소에서만 운용하고 있을 뿐 종균회사, 버섯 재배 농가 등 산업 현장에서는 현재까지 이러한 방법으로 균주를 보존하는 기관은 없다.

한국생명공학연구원 생명자원관리본부 생물자원센터(<http://kctc.kribb.re.kr>)는 국내에서 가장 광범위한 미생물을 보유, 관리하는 곳으로 보존이나 분양 시 동결건조법을 사용하고 있음. 동결건조법은 10년 이상 변이 없이 보존이 가능하지만 동결보존제와 진공 설비가 필요하며 주로 포자를 형성하는 균류나 세균 등에 사용할 수 있고 균사체로 보존해야하는 버섯의 균주 보관에는 부적합하다.

다. 한국형 종균관리시스템

현재 국내에는 상업적으로 이용되는 버섯 균주를 체계적으로 보존 활용하는 연구 기관은 없고 원균을 가장 안전하게 보존 해야만 하는 종균 회사는 시설 및 연구 인력이 부족하여 계대 배양으로 버섯균주를 보존하고 있는 실정이다. 따라서 체계적이고 안정적인 버섯 유전자원의 보존 관리를 위하여 민간이 운영하는 버섯유전자원보존센터(그림 1-36) 등이 절실하다.

1990년대까지는 버섯균주 보존과 분양 업무를 농촌진흥청 버섯과에서 수행하였으나 재배되는 버섯의 종류와 균주가 많아지고 일부 버섯 균주의 변이 등이 발생하여 문제가 야기 된 후로는 연구용 균주만 보존하고 있고 상업적으로 사용되는 균주의 보존과 분양업무는 시행하고 있지 않고 있다. 버섯 재배의 성패는 종균의 양부에 따라 절대적으로 영향을 받기 때문에 안정적이고 체계적인 관리가 필요하다.

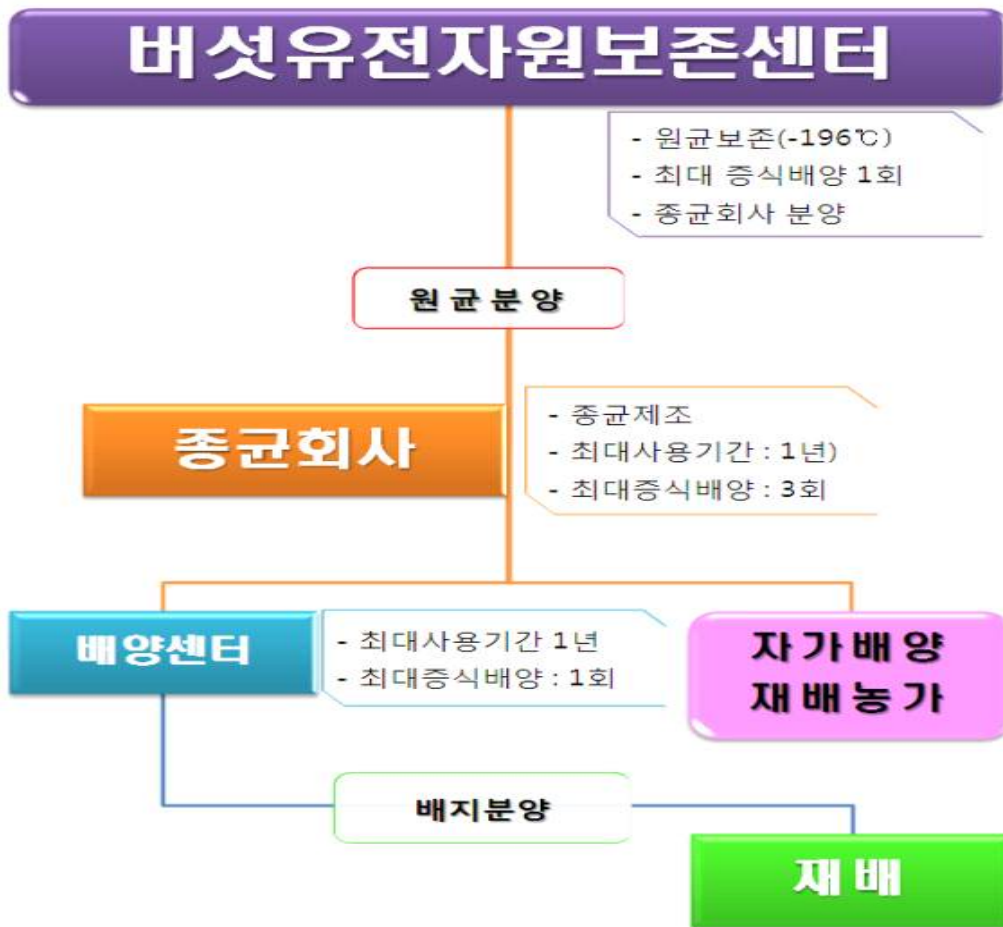


그림 1-36. 한국형 원균 및 종균 관리시스템(안).

버섯유전자원보존센터가 설치되면 재배하고 있는 버섯 품종을 액체질소 시스템을 이용하여 장기 보존이 가능하고, 민간 육종가에 의해 육성된 품종도 위탁 보존이 가능하여 버섯 재배 안정화에 크게 기여할 수 있다.

버섯유전자원센터에서는 원균 보존을 액체질소 시스템으로 보존하는 것을 기본으로 하고 수

요자의 요청에 의해 분양, 증식 배양은 최대 1회로 제한하여 원균의 유전 형질을 보존하는 것을 원칙으로 한다.

종균회사는 최소 1년에 1회 사용되는 균주를 유전자원 보존 센터에서 분양 받고, 이들 균주의 증식배양을 최대 3회로 제한하고 사용 기간을 1년 이내로 제한하면 균주의 변이를 최소화할 수 있고 균주를 보존하기 위한 시설 설비가 별도로 필요하지 않다.

자가 배양 재배농가는 종균회사에서 종균을 구입, 배지를 배양하고 이를 재배에 그대로 이용하고 배지 배양과 재배를 이원화할 수 있는 버섯은 종균회사에서 구입한 종균을 증식배양 1회로 제한하여 배지를 제조하고 이를 재배 농가에 분양하면 균주의 변이 등에 따른 품질 저하를 막을 수 있고 안정적인 재배가 가능할 것이다.

제 2 절 수출입대응연구

1. 국내 버섯 및 중견산업의 구조 분석

가. 버섯산업의 생산구조

농산버섯을 기준으로 볼 때, 2000년대 중반 6,000여 농가까지 증가했다가 현재는 3,500농가 수준으로 감소하고 있지만 버섯의 생산량은 증가하고 있다. 품목별로 농산버섯 생산농가에서 차지하는 비중의 추이를 살펴보면, 가장 비중이 큰 느타리버섯 농가는 2007년 62%까지 증가한 이후 감소하여 2012년 46%로 하락하였다. 영지의 재배 농가 수는 2007년 67호에서 2012년 103호로 늘어나 농산버섯 재배농가에서 차지하는 비중도 같은 기간 1.1%에서 2.8% 증가한 반면 양송이와 기타 버섯의 재배농가 수는 감소하였으나 전체에서 차지하는 비중은 증가하는 추세임. 양송이의 경우 2007년 657호에서 2012년에는 527호로 감소하였다. 기타버섯 재배농가 수는 2007년 1,528호에서 2012년 1,285호로 감소하였으나 전체에서 차지하는 비중은 10% 증가하였다.

표 2-1. 농산버섯 생산농가 수 추이

							단위 : 호(戶)
구분	양송이	느타리	큰느타리	팽이	영지	기타	합계
'07	657	3,805	542	54	67	986	6,111
'08	635	3,093	488	49	99	1,003	5,367
'09	602	2,673	426	38	98	759	4,596
'10	596	2,189	428	31	107	812	4,163
'11	605	1,907	430	24	110	744	3,820
'12	527	1,690	448	23	103	837	3,628
'13	620	1,500	463	19	113	801	3,516

※ 농림축산식품부. 각 연도. 「특용작물생산실적」

버섯 재배면적도 점진적으로 감소하고 있다. 2000년대 중반 버섯의 전체 재배면적은 900ha가 넘었지만 최근 760ha 정도로 감소했으며 2012년에는 724ha인 것으로 조사되었다. 품목별로 보면 성장이 정체 또는 감소 추세에 있는 느타리와 양송이, 큰느타리의 재배 면적이 감소하는 경향에 있고, 이와 달리 기타 농산버섯(신령, 만가닥, 목이 등 포함)은 꾸준히 증가하고 있다.

표 2-2. 농산버섯 재배면적 추이

								단위 : ha
구분	양송이	느타리	영지	팽이	상황버섯	큰느타리	기타	합계
'07	60	311	22	49	45	231	200	918
'08	62	260	74	54	55	155	293	953
'09	75	252	26	44	38	100	134	669
'10	125	215	26	45	24	114	215	764
'11	96	193	23	31	26	115	266	750
'12	87	191	20	28	21	106	271	724

※ 농림축산식품부. 각 연도. 「특용작물생산실적」

나. 국내버섯 생산현황

2010년 기준으로 국내 버섯 총 생산액은 4,560억원으로 표고와 큰느타리, 양송이, 느타리버섯의 비중이 크다. 이 중에서 큰느타리, 양송이, 느타리버섯 등 농산버섯의 비중이 68%로 높으며, 나머지 32%를 표고버섯, 송이버섯과 같은 임산버섯이 차지하고 있다. 이 같은 버섯은 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아지면서 버섯류 생산과 소비가 증가되고 있다. 생산량의 경우 2006년 16만 8871톤에서 2010년에는 19만 9827톤으로 늘었으며, 1인당 연간 소비량은 2000년 3.2kg에서 2010년 4.2kg으로 증가하였지만, 수입산 버섯으로 인한 가격 하락으로 국내산 버섯 시장이 축소됐으며, 고유 품종 부족으로 인한 로열티 부담 증가, 수출시장에서의 중국산 대비 가격경쟁력 부족 등의 문제가 버섯산업 발전에 발목을 잡고 있다.

버섯재배는 균상재배와 병 재배로 구분되며, 다른 작물에 비해 시설의 규모화·현대화 등에 따른 전업화가 진전되어 있다. 균상재배는 노동집약적 재배로 생산성이 낮고, 현재 병 재배는 기술집약적 재배로 더욱 생산성이 높아지고 있다. 생산기술 발달로 '12년 버섯류 생산량(173,000톤)은 '95년(96,000톤) 대비 80% 증가하였다. 이는 첨단시설 등 시설 자동화로 인한 재배농가의 규모화 등으로 생산량 증가로 판단된다. 2012년의 생산비율 역시 자동화가 진행된 큰느타리(31.7%), 느타리(30.0), 팽이(29.3), 양송이(6.3), 기타(34.2) 순으로 조사되었다.

품목 및 재배방법에 따라 농가당 규모와 생산량 차이 발생를 보면, 균상형의 양송이, 느타리(노동집약적 재배)는 평균 면적 0.12ha/호, 생산량 99톤/호이지만, 자동화시설의 팽이, 큰느타리(기술집약적 재배)는 면적 0.47ha/호, 생산량 177톤/호임을 알 수 있다.

주산지는 품목에 따라 다양하게 형성되어 있으며, 시도별 재배 면적은 경북(20.6%), 충남(19.9), 전남(10.9)순이고, 느타리버섯은 전국적으로 재배되고, 큰느타리버섯은 경북(39%), 전남(24), 충남(22) 등이 주산지로 조사되었다. 또, 팽이버섯은 주로 경북(61%), 전남(14), 양송이버섯은 충남(68%), 경북(18)이 전체 생산량의 86% 차지한다.

표 2-3. 주요버섯의 재배면적 및 생산량 변화

단위 : ha, ton

구 분		'05	'07	'08	'09	'10	'11	'12
합계	면적	1,361	918	953	810	764	750	724
	생산량	162,089	146,346	158,642	154,444	173,577	165,273	173,354
양송이	면적	174	60	62	76	125	96	87
	생산량	18,985	11,150	10,822	8,175	22,635	13,052	10,996
느타리	면적	556	311	260	251	215	193	191
	생산량	52,211	45,957	40,071	39,160	45,191	46,593	51,991
영지	면적	91	22	74	26	26	23	20
	생산량	448	207	306	305	650	282	197
팽이	면적	84	49	54	42	45	31	28
	생산량	40,161	36,864	55,231	61,056	53,187	43,098	50,841
기타	면적	456	476	503	415	353	407	398
	생산량	45,629	52,168	52,212	45,748	51,914	62,225	59,329

자료:국립종자원(<https://www.seed.go.kr/index.jsp>)

다. 단위면적당 생산량

전체 농산버섯의 단위면적당 생산량은 과거 10여 년 전에 비해서 꾸준히 증가하고 있고, 2000년대 중반 평당 40kg이었으나 2007년 이후 크게 증가하였다. 농산버섯의 단위면적당 생산량이 전체적으로 증가하였지만 품목별로 편차가 존재하여 단위면적당 생산량이 감소하는 품목은 양송이와 영지인데, 이 품목은 성장품목으로 분류되지만 단위면적당 생산량이 감소하는, 즉 기술적인 발전이 아닌 면적과 농가 수의 증가에 의해 성장이 주도되어 온 특징을 보인다. 종합적으로 볼 때 버섯의 단위면적당 생산성은 2000년대 중반 이후 대체로 증가하고 있기 때문에 버섯은 기술진보에 의해 산업의 성장이 유도되고 있다고 판단할 수 있다.

라. 소득률

2011년을 기준으로 느타리와 큰느타리, 양송이버섯의 지역별 소득률을 살펴보면 느타리는 비교적 지역별 차이가 작은 것으로 조사되었다. 소득률이 낮은 지역은 39.6%, 높은 지역은 62.2%를 나타내어 무려 22.6% 차이를 나타내는데, 이 수치가 지역 평균임을 감안하면 재배 농가간의 상당한 소득률 격차가 있을 것으로 추정된다. 한편 느타리의 연간 소득의 변화 추이를 살펴보면 2010년도 소득률이 49.4%였는데 2012년에는 48.0%로 전반적으로 소득률이 떨어지는 추세이다. 그렇지만 같은 기간 100평당 소득액은 2,363만원에서 2,780만원으로 올랐다. 앞에서

언급하였듯이 단위 무게당 가격의 증가율이 경영비의 증가율에 비해 상대적으로 크기 때문으로 추정된다.

표 2-4. 농산버섯 단위 면적당 생산량 추이

단위 : kg/평

구분	양송이	느타리	영지	팽이	기타	합계
'05	36.4	31.3	1.6	159.4	33.4	39.7
'07	61.9	49.3	3.1	250.8	36.5	53.1
'08	58.2	51.4	1.4	340.9	34.6	55.5
'09	35.9	52.0	3.9	484.6	36.7	63.6
'10	60.4	70.1	8.3	394.0	49.0	75.7
'11	45.3	80.5	4.1	463.4	51.0	73.5
'12	42.1	90.7	3.3	605.3	49.7	79.8

※ 농림축산식품부. 각 연도. 「특용작물생산실적」

표 2-5. 2011년 지역별 버섯재배 소득률 비교

품목	지역	수량(kg)	조수입(원)	경영비(원)	소득(원)	소득률(%)
느타리버섯	경기	5,808	29,751,714	11,995,170	14,519,906	48.8
	강원	5,760	27,243,117	14,140,336	13,102,781	48.1
	충북	6,365	23,904,699	13,427,225	10,477,474	43.8
	충남	7,593	29,521,584	16,690,843	12,830,741	43.5
	전북	6,098	20,603,239	9,828,222	10,775,017	52.3
	전남	5,435	22,838,842	10,639,491	10,199,351	53.4
	경북	6,333	23,928,301	14,463,655	9,464,646	39.6
	경남	5,745	23,992,817	9,074,181	14,918,636	62.2
큰느타리	경남	2,789	7,340,648	6,065,888	1,274,760	17.4
양송이	충남	10,085	54,559,850	30,575,593	23,984,257	44.0

※ 농촌진흥청. 2012. 「2011년도 지역별 농산물 소득 자료」

표 2-6. 느타리버섯의 소득 변화

단위: 원/100평, %

	2008	2009	2010	2011	2012
조수입	23,079,118	22,948,914	23,628,786	25,583,635	27,805,185
경영비	12,044,269	12,109,492	11,960,313	13,279,474	14,463,382
소득	11,034,849	10,839,422	11,668,473	12,304,161	13,341,803
소득률	47.8	47.2	49.4	48.1	48.0

※ 농촌진흥청. 각 연도. 「농축산소득자료집」

마. 유통구조

(1) 버섯의 주요 유통 채널

버섯의 주요 유통 경로는 보통 농산물과 마찬가지로 「생산농가 → 도매시장 → 중간도매상 → 소매상」의 경로를 따르고 있는데, 과거에는 산지수집상이나 위탁상 등으로 개인출하가 많았으나 최근에는 점차 제도권 시장으로의 출하가 늘고 있다. 도매시장을 경유하는 버섯은 일반적으로 급식업체, 중소규모 소매업체 등으로 분산되며, 일부는 대형 유통업체에 판매되기도 함에 따라 도매시장에서 유통되는 버섯의 포장 단위는 대부분 대형 소비처용 박스 단위 포장이 증가하고 있다. 도매시장에는 대형 포장의 버섯을 구매하여 이를 소포장한 후 백화점 등에 납품하는 버섯전문 유통업체도 늘어나고 있다.

할인점 등 대형 유통업체는 주로 도매시장에서 구매하거나 버섯전문 유통업체로부터 납품을 받고 있으며 점차 산지직거래를 확대해 가는 추세이고, 대형 유통업체는 균일한 품질의 소포장을 선호하므로 공동 선별 및 소규모 포장 시스템을 갖춘 대규모 생산자조직과의 거래를 선호하고 있다. 그러나 다수의 체인망을 가진 대형 유통업체들은 대규모의 다양한 물량을 필요로 하지만 생산자들은 소수 품목에 특화되어 있어 다양한 버섯을 생산 공급하지 못하는 어려움이 있다.

(2) 버섯 가격의 추이

큰느타리와 느타리 버섯의 가격은 2005년 이후 계속 하락세에 있다. 2013년도 가격은 2005년에 비해 각각 22.2%, 45.8% 하락하였다. 반면 표고와 양송이버섯 가격은 2005년 이후 현재까지 상승하는 추세로 2013년 표고버섯 가격은 2005년에 비해 56.7% 크게 상승하였다. 가락동 농수산물 도매시장의 도매가격을 기준으로 삼을 경우 2007~2013년도 생표고 상품 2kg의 가격은 16,596원에서 25,557원으로, 양송이는 7,954원에서 13,252원으로 증가하였으며, 느타리는 5,082원에서 4,430원으로 팽이는 10,089원에서 7,946원으로 하락하였는데, 특히 팽이의 가격 하락 폭이 매우 크게 나타나고 있다.

표 2-7. 주요 농산물 농가판매 가격지수(2010년=100)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
계	92.5	91.8	93.8	91.9	93.4	100.0	107.6	117.5	113.2
곡물	101.5	96.9	101.7	109.4	101.5	100.0	113.5	120.8	124.0
청과물	88.5	91.0	93.6	81.7	84.9	100.0	111.4	139.0	124.4
축산물	93.0	89.4	86.8	86.6	96.1	100.0	96.4	81.5	84.0
기타농산물	75.4	83.6	86.4	86.9	92.0	100.0	101.6	107.3	110.5
큰느타리버섯	118.1	105.5	98.7	93.3	104.0	100.0	101.6	96.2	95.9
느타리버섯	139.9	127.0	115.0	98.0	78.6	100.0	94.0	91.2	94.1
표고버섯	59.4	54.2	52.8	64.2	77.4	100.0	102.6	110.0	116.1
양송이버섯	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	104.5	110.4	122.4

※ 농협중앙회. 2014. 농협조사월보.

표 2-8. 버섯 가격 추이

(단위: 원/2kg)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
생표고	16,596	19,615	23,242	22,617	23,693	23,937	25,557
느타리	5,082	5,135	5,295	5,110	4,633	4,673	4,430
양송이	7,954	9,689	9,929	10,210	11,364	11,359	13,252
팽이	-	10,089	8,243	8,767	7,472	7,225	7,946

※ 서울특별시 농수산물유통공사. 2014. 「농수산물 유통 정보핸드북」

바. 버섯 수출입 현황

농산버섯의 경우 최첨단 자동화설비 도입으로 연중 생산이 가능해지고 버섯재배 기술의 향상과 함께 적극적인 해외시장 개발, 수출창구 단일화를 위한 선도 조직 육성 등 노력이 뒷받침되면서 2006년 이후 수출실적이 지속적으로 증가하고 있다. 2005년 253만 달러였던 수출액이 2010년에는 3,889만 달러까지 증가한 반면 임산버섯은 송이버섯 수출급감, 자목가격 상승으로 인한 표고버섯 생산 감소, 중국산과의 경쟁 등으로 인해 수출액이 증가와 감소를 반복해 수출액이 2006년 1,059만 달러에서 2010년 1,107만 달러로 소폭 증가하는데 그쳤다.

표 2-9. 버섯 수출 실적

(단위: 원/2kg)

		'05	'07	'08	'09	'10	'11	'12
합계	물량	503	3,163	8,737	16,220	21,178	18,245	14,613
	금액	2,528	8,618	23,185	33,036	38,885	38,112	33,501
양송이	물량	10	10	63	36	0.2	1.2	1
	금액	64	48	118	50	2	5.7	5
영지	물량	39	17	16	19	19	18	33
	금액	522	383	508	463	509	477	531
기타	물량	454	3,136	8,658	16,165	21,158	18,226	14,579
	금액	1,942	8,187	22,559	32,523	38,374	37,629	32,965

※ 국립종자원(<https://www.seed.go.kr/index.jsp>)

사. 버섯품종 육성 목록

버섯이 국제식품신품종보호동맹(UPOV) 협약에 따라 2009년부터 모든 품종이 개방되면서 2010년부터 로열티를 지불하면서 버섯재배 농가의 큰 부담이 되고 있다. 현재 국내에서는 팽이, 표고, 느타리, 큰느타리, 양송이버섯이 전체 버섯 생산량의 90% 이상을 차지하고 있는데, 이 중 로열티 부담이 큰 버섯은 양송이, 팽이버섯이다. 양송이는 외국에서 종균을 직접 수입하고 있는데 종균 값에 로열티가 포함돼 있어 국내 가격보다 3배 정도 비싼 가격에 구입하고 있고, 주로 일본에서 들어오는 팽이버섯도 종균판매 가격에 간접적인 로열티를 포함해 판매하고 있다. 현재 국내 육성 버섯 품종은 15작물 50품종으로 국내 육성품종의 보급 확산 속도가 느린 원인은 1990년대 이후 느타리 등 균상재배가 감소하고 병 재배 위주의 자가 배양시설이 증가하면서 기존의 버섯 종균 배양소를 통한 종균공급 체계가 약화됐기 때문으로 생각된다.

표 2-10. 국립종자원에 등록된 버섯 육성품종 목록

작물명	품종 수	육성년도	품종명
느타리	20	1992	에느타리버섯1호
		1993	원형느타리2호
		1994	전복느타리 1호, 사철느타리 2호
		1996	여름느타리 2호, 원형느타리 3호
		1997	춘추느타리 1호, 춘추느타리 2호
		1999	삼복여름느타리, 흑진주에느타리
		2006	금빛, 노을
		2007	청
		2008	상아
		2009	흑,구슬
		2011	만추리
		2012	야산, 장다리, 다굴
큰느타리	4	1997	큰느타리버섯1호
		2010	미송이
		2012	설송, 아위1호
팽이	8	1993	팽이2호
		2001	백설
		2005	갈피
		2006	백로
		2009	백아
		2010	설성
2011	우리No1. 백작		
영지	1	1994	영지버섯2호
상황	1	2000	고려
검은비늘버섯	1	2004	진황
잎새버섯	1	2004	함박
만가닥	2	1993	만가닥버섯2호
		2009	해미
양송이	5	1994	양송이510호
		2010	새아
		2011	새정
2012	새연, 새도		
천마균	1	1994	천마균 1호
복령	1	1994	복령1호
신령	1	1997	신령버섯1호
왕송이	2	1998	왕송이버섯1호
		2008	백련
장수버섯	1	2004	장생
표고버섯	1	1995	농가3호

※ 국립종자원(<https://www.seed.go.kr/index.jsp>)

2. 종균 현황 및 공급체계 파악

가. 종균 현황

(1) 공급량

국내 버섯 종균시장 규모는 균상재배용이 약 100억~120억 원, 병·봉지재배용이 약 200~300억 원 등 총 400여 억 원에 이르고 있으나, 이 중 국산 종균 비중은 40% 수준에 불과한 실정이다. 양송이 등 일부 종균은 외국으로부터 수입하여 재배하고 있으며, Sylvan 등 다국적 종균 기업은 양송이 종균을 국내보다 2~3배 비싼 가격에 판매하여 종균 시장 독점이 우려되고 있다. 현재 국내 버섯종균은 민간 버섯종균배양소나 농가에서 직접 생산·보급하고 있다.

표 2-11. 품목별 버섯 종균 공급량 추이

(단위 : 1,000병)

구 분	1996	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
양송이	956	1,248	1,384	1,299	965	790	721	522	630	598	577
신 령	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
느타리 (접종원)	11,264	12,135	12,757	13,275	13,257	12,362	8,250	6,362	5,877	5,860	4,584 (2,059)
큰느타리 (접종원)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	343
영 지	527	99	137	259	197	35	90	108	143	205	161
표 고	-	-	-	1,017	851	945	480	638	375	351	473
	(356)	(899)	(879)	(717)	(759)	(740)	(500)	(390)	(310)	-	-
상황버섯	-	-	-	152	235	158	28	45	53	43	37
천 마	-	-	-	73	60	144	209	120	313	501	495
기 타	-	-	-	-	1,740	992	58	550	110	58	188
합 계	13,103	14,381	15,157	17,092	18,064	16,166	10,069	8,065	7,388	7,057	8,926
배양소수	58	60	59	57	54	41	36	22	19	19	18

※ (사)한국종균생산협회, 표고 ()은 산림조합중앙회 산림버섯연구소

()통계를 제외한 자료는 (사)한국종균생산협회 회원사에서 자체 보고한 공급량이며 비회원사의 공급량은 제외됨

(2) 국내 육성 보급된 버섯 종류 및 품종

품종개발은 정부기관이 주도하는 가운데 민간에서도 이루어지고 있으나 표고버섯, 느타리버섯, 큰느타리, 팽이버섯 등 국내 육종품종의 보급률이 매우 낮은 실정으로, 일부 외래품종의 경우 일본 및 중국 등과 국제적 로열티 분쟁 소지가 많다.

표 2-12. 국내 육성 보급된 버섯 종류 및 품종

품 종 명		출 원 인				
한국명	학명	전체	농진청	도농기원	산림청	민간
느타리	<i>Pleurotus spp.</i>	116	20	17		79
표고	<i>Lentinula edodes</i>	21	1		8	12
양송이	<i>Agaricus spp.</i>	34	8			26
팽이	<i>Flammulina velutipes</i>	8	4			4
민가닥버섯	<i>Hypsizigus marmoreus</i>	2	2			
버들송이	<i>Agrocybe aegerita</i>	3	1	2		
목이	<i>Auricularia auricula</i>	1	1			
앞새버섯	<i>Grifola frodosa</i>	4	2	1		1
영지(불로초)	<i>Ganoderma lucidum</i>	3	2	1		
신령버섯	<i>Agaricus brazillensis</i>	2	1			1
검은비늘버섯	<i>Pholiota adiposa</i>	3	1	1		1
맛버섯	<i>Pholiota nameko</i>	1		1		
뽕나무버섯균	<i>Amillaria spp.</i>	2	1		1	
복령	<i>Poria cocos</i>	1	1			
눈꽃동충하초	<i>Paecilomyces tenuipes</i>	2	1			1
매미눈꽃동충하초	<i>Isaria sinclairii</i>	1	1			
번데기동충하초	<i>Cordycepsmilitaris</i>	5		1		4
왕송이	<i>Tricholoma giganteum</i>	1	1			
진흙버섯(상황)	<i>Phellinus spp.</i>	5	1	2		2
노루궁뎅이	<i>Hericiium erinaceus</i>	4	1	2		1
꽃송이	<i>Sparassis crispa</i>	1				1
먹물버섯	<i>Coprinus comatus</i>	1		1		
소나무잔나비버섯	<i>Fomitopsis pinicola</i>	1				1
송이	<i>Tricholoma matsutake</i>	1				1
장수버섯	<i>Fomitella fraxinea</i>	1	1			
계 24		224	51	29	9	135

※ 농촌진흥청 국립원예특작과학원. 2009. 「알기 쉬운 버섯육종」

(3) 수출입 동향

버섯 종균 수입은 '13년 기준 470만 불(약 51억 원)로 표고 종균이 91.5%(주로 톱밥배지 형태로 수입), 양송이 1.5%(87톤), 목이 1.2%, 느타리 0.1% 순이며 주 수입국은 중국(98%), 이탈리아(1.6%), 일본(0.05%)이다. 종균 수입은 2000년 2,580톤, 2006년 6,264톤, 2013년 13,942톤으로 계속 증가 추세에 있다.

표 2-13. 버섯 종균 수출입 추이

	수출량(톤)	수출액(천\$)	수입량(톤)	수입액(천\$)	무역수지
2000	10	6	2,580	644	-638
2001	27	22	3,561	950	-928
2002	15	11	2,676	851	-840
2003	21	14	2,231	841	-827
2004	0	0	2,859	851	-851
2005	0	290	5,284	1,583	-1,293
2006	97	2	6,246	2,386	-2,384
2007	9	15	6,537	1,932	-1,917
2008	0	0	4,335	1,237	-1,237
2009	76	21	3,848	1,021	-999
2010	123	142	6,706	2,135	-1,994
2011	81	282	8,258	2,645	-2,363
2012	13	32	11,910	3,900	-3,868
2013	11	26	13,942	4,705	-4,679
총계	488	874	89,173	27,457	-26,583

※ 한국무역협회, www.kita.net

중국산 종균은 저품질로 상품화율은 낮으나 비교적 저렴한 가격으로 물량은 계속 증가하는 추세였다가, 현재는 중국의 기술발전으로 고품질의 상품이 수입되고 있고, 미국·이탈리아 등으로 수입선이 다양화되고 있기도 하다.

버섯 종균 수입액 비중(2003~2013년 누계)은 중국이 88.9%, 호주 5.5%, 이탈리아 3.5% 순이고, 수입량은 중국이 98.0%로 가장 높은 비중을 차지하고 있는데, 이는 중국산 버섯 종균의 단가가 호주와 이탈리아에 비해 7배 이상 낮은 가격에 수입되고 있기 때문이다.

표 2-14. 국가별 버섯 종균 수입 추이

	금액(천\$)	비중(%)	중량(톤)	비중(%)	단가(\$/kg)
중국	20,284	88.9	70,637	98.0	0.29
호주	1,263	5.5	748	1.0	1.69
이탈리아	793	3.5	423	0.6	1.88
미국	424	1.9	212	0.3	2.00
일본	29	0.1	36	0.05	0.82
네덜란드	27	0.1	27	0.05	0.98
합계	22,820	100	72,082	100	0.32

※ 한국무역협회, www.kita.net : 2003~2013년 평균

나. 유통실태 및 공급체계

종자산업법의 개정으로 종균보급 과정은 기존공급 체계와는 다소 의미를 달리하게 되었다. 원원균의 보존과 분양은 품종육성자만이 할 수 있고, 육성자는 국공립기관, 회사, 개인 등 모두 가능하다. 현재는 농촌진흥청 농업과학기술원, 국립산림과학원, 한국종균생산협회, 도농업기술원, 개인 등 다양화되어 가는 추세이다. 원원균을 원균으로 분양하려면 품종육성자들이 농림수산식품부 종자원에 품종생산판매신고를 해야 한다. 필요한 서류구비와 균주 5시험관을 제출하여 신고 후에 원하는 자가 있을 때 원균을 분양할 수 있다. 원원균은 원하는 단체나 개인이 있으면 분양해야 하는데, 이때는 원원균을 배양하여 분양한다. 이것을 원균이라 하고 분양하는 것을 원균분양이라 하고, 원균은 종균배양소에서 다시 증식되어 접종원으로 이용하여 종균을 제조하고, 이를 재배농가에 판매되어 보급되고 있다.

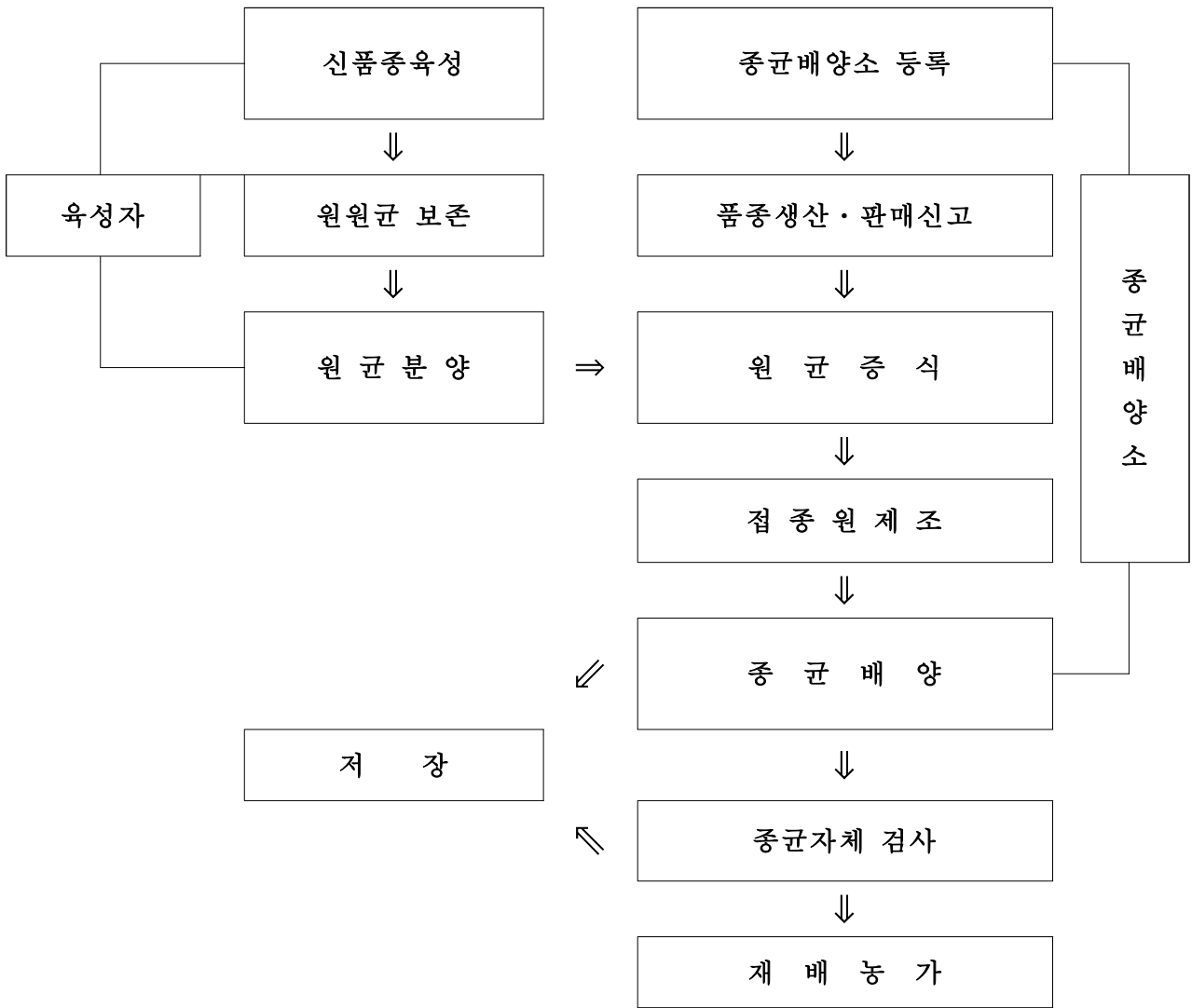


그림 2-1. 종균공급체계도

3. 국내 종관관련 법제도 분석

가. 종자산업법

종자 관련 법 조항이 「주요농작물종자법」과 「종묘관리법」으로 이원화되어 있어 이를 통합하여 종자관리체계를 일원화하고, 「세계무역기구 무역관련 지적재산권협정」(WTO/TRIPs)의 이행과 관련된 식물 신품종 육성자의 권리를 보호하는 제도를 도입하는 한편, 각종 규제 완화를 통하여 민간종자산업의 발전과 농업·임업 및 수산업 생산의 안정을 도모하기 위해 「종자산업법」이 제정되었다. 1995년 11월 4일 정부에 의해 제안된 「종자산업법안」이 국회에 제출된 후 농림수산위원회의 심의를 거쳐, 1995년 11월 17일 국회 본회의에서 가결되었고, 정부에 의해 12월 6일 법률 제5024호로 공포되었음(시행일 1997년 12월 31일). 그리고 「종자산업법」의 제정으로 기존의 「주요농작물종자법」(1962년 제정)과 「종묘관리법」(1962년 제정)은 폐지되었다.

「종자산업법」은 수차례 개정되었는데 주요 개정 내용은 1999년 국제식물신품종보호연맹에 가입하기 위하여 「국제식물신품종보호협약」에 맞추어 품종보호에 관한 규정을 일부 보완하는 한편, 종자매매업의 신고 및 종자업자에 대한 종자비축명령제도 폐지(1999년 1월 21일 개정), 농업유전자원 및 그에 관한 정보를 체계적으로 관리할 수 있도록 하기 위하여 농업유전자원의 수집·등록 및 분양절차, 국가관리대상 농업유전자원의 등급구분 및 보존·관리에 관한 사항 등을 농림부령으로 정하도록 규정하고, 품종의 용어정의, 품종의 신규성 요건 등 종자의 품종보호에 관한 일부 규정을 「국제식물신품종보호협약」에 맞추어 정비·보완(2001년 1월 26일 개정), 국·공립학교의 품종보호권 승계, 국가품종목록 등재대상 작물의 범위 축소, 국가보증의 대상 축소, 종자위원회에 품종보호권 분쟁조정기능 추가 등의 내용 정비·보완(2007년 8월 3일 개정) 등이 있다.

“식물의 신품종에 대한 육성자의 권리보호, 주요작물의 품종성능의 관리, 종자의 생산·보증 및 유통 등에 관한 사항을 규정함으로써 종자산업의 발전을 도모하고 농업·임업 및 수산업생산의 안정에 이바지함을 목적”으로 하는 「종자산업법의 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 품종보호 : 법에 의하여 품종보호를 받을 수 있는 작물의 속 또는 종은 농림수산식품부령으로 정하고, 보호를 받기 위해서는 신규성, 구별성, 균일성, 안정성, 품종명칭의 요건을 갖추어야 함.
- (2) 품종보호를 받을 수 있는 권리를 가진 자 : 육성자 또는 그 승계인은 법에서 정하는 바에 의하여 품종보호를 받을 수 있는 권리를 가짐.
- (3) 공무원의 직무상 육성 : 공무원이 육성한 품종이 성질상 국가 또는 지방자치단체의 업무범위에 속하고, 그 품종을 육성하게 된 행위가 공무원의 현재 또는 과거의 직무에 속하는 육성일 경우에는 그 품종에 대한 품종보호를 받을 수 있는 당해 공무원의 권리는 국가 또는 지방자치단체가 이를 승계한다. 공무원이 직무상 육성한 품종을 승계한 경우에는 정당한 보상금을 지급하여야 함.
- (4) 품종보호 출원 : 품종보호출원인은 품종보호출원인의 성명 및 주소, 육성자의 성명 및

주소, 품종이 속하는 작물의 학명 및 일반명, 품종의 명칭, 제출연월일 등을 기재한 품종보호출원서를 농림수산식품부장관에게 제출하여야 함.

(5) 출원공개 : 농림수산식품부장관은 품종보호출원등록부에 등록된 품종보호출원에 대하여 지체없이 품종보호공보에 게재하여 출원공개를 하여야 함.

(6) 품종보호권의 설정등록 및 존속기간 : 품종보호권은 규정에 따라 설정등록을 함으로써 발생하고, 품종보호권의 존속기간은 품종보호권의 설정등록이 있는 날부터 20년으로 함. 다만, 과수 및 임목의 경우에는 25년으로 함.

나. 종자산업법 문제점 및 개선방안

정부는 1995년 「종자산업법」을 제정하여 관 주도의 우량 품종 보급체계를 벗어나 산업육성의 제도적 기반을 마련하였고, 이후 육종가의 지적재산권을 보호하는 식물신품종보호제도를 도입하였다. 품종보호에 관한 국제 신인도 제고 및 외국의 우수품종 도입을 촉진시키기 위하여 2002년 1월 UPOV(국제신품종보호동맹) 가입함에 따라 육종가의 품종보호출원은 2001년 221건, 2003년 463건, 2005년 533건으로 증가하였다. 그러나 농업인들은 종자를 공익적 차원으로 접근하는 경향이 강하여 품종보호제도에 대한 인식이 부족하여 복제품종 유통 등 보호권 침해 분쟁은 여전히 빈발하고 있으므로 분쟁조정 등 제도보완이 필요하다.

종자산업법 169조에 의하면 품종보호권 또는 전용실시권을 침해한 자에게 5년 이하 징역 또는 3천만원 이하의 벌금에 처한다는 규정이 있고, 품종보호 심판위원회에서는 이 규정을 강화하여 품종보호권 침해 분재 조정 기능을 신설하여 신속하고 전문적인 분쟁 해결을 지원해야 한다. 이에 더하여 품종보호권 또는 전용실시권을 위반한 종자를 이용하여 얻은 수확물에 대해 생산, 조제, 양도에 제공, 양도, 수출, 수입과 관련한 일련의 행위를 하는 자에 대해서는 처벌할 수 있는 규정을 만들어야 할 것이다. 또한 품종불법복제 여부를 판단하기 위한 대비시험 및 유전자 감정 지원에 대한 법적 근거를 마련하여야 하는데, 아직까지는 확립되지 못하였지만, DNA 분석법을 이용하여 품종 구별과 침해품종에 대한 침해 여부의 판정, 수확물 및 당해 수확물을 원료로 한 가공품까지도 침해여부 확인이 필요하리라 생각된다.

품종 복제의 문제는 국내에만 국한 되는 것이 아니라 국제적인 대책도 마련해야 한다. 일본의 경우 생산이력제를 도입하여 자국 보호품종을 무단으로 증식·생산한 농산물의 자국 수입이 어렵도록 함으로써 자국의 품종보호권자들의 권리를 보장해 주고 있다. 우리나라도 국내 육종가가 육성한 품종이 해외에서 불법 증식되어 그 산물이 우리나라에 수입되는 경우, 우리나라의 품종을 불법증식이 이루어지는 국가에 품종보호출원을 할 수 있도록 해야 한다.

종자산업법 상 버섯종균(버섯종자)의 명확한 정의 명시 필요한 이유는 버섯종균에 대한 정의가 모호해 유통시장에서 원균, 접종원, 종균, 배양병·봉지배지(재배농가에 분양되는 느타리버섯, 큰느타리, 표고버섯 배지) 등의 명칭으로 판매되어 법적관리 및 유통의 혼란을 초래하고 있기 때문이다.

4. 국내 버섯·종균산업 발전을 위한 과제

가. 버섯종균산업 육성 필요성

(1) 해외 버섯종균산업 동향

미국, 네덜란드 등 미주 및 유럽은 양송이버섯을 대규모로 재배하는 형태이기 때문에 주로 양송이버섯의 품종육성 및 종균 생산·보급하고 있다. 양송이버섯 재배는 17세기 프랑스에서 시작되어, 유럽과 미국에서 기계화 재배 기술의 발전과 종균의 제조방법의 현대화가 이루어져 현재 Sylvan이나 이탈리아 등 다국적 종균기업에서 우량품종을 육성하고 있으며 자본력과 선진 경영기법으로 무장, 세계 버섯종자시장에 대한 지배력을 강화하고 있다. 미국과 유럽 등 선진국의 경우 정부는 육종 인프라를 구축하여 간접적으로 지원하고, 신품종은 종자회사 주도로 개발하는 등 민관 역할 분담하고 있고, 생버섯 및 가공제품의 내수뿐 아니라 수출 비중도 매우 높다.

일본, 중국 등 아시아는 다품목의 버섯을 재배하는 특성상 느타리버섯, 팽이버섯, 표고버섯, 영지버섯, 양송이버섯, 만가닥버섯, 잎새버섯, 목이버섯, 신령버섯, 맛버섯 등 다양한 버섯의 품종육성 및 종균 생산·보급되고 있다. 일본은 중앙연구기관을 비롯하여 각 현의 연구소에서 품종육성이나 재배에 대한 연구를 하지만 농협이나 모리, 핫켄 등 대규모 민간 버섯종균기업에서 표고버섯, 팽이버섯, 맛버섯, 잎새버섯, 만가닥버섯 등의 품종육성 및 재배기술에 대한 연구가 활성화되어 있고, 중국은 1980년대부터 정부 기관 또는 각 성, 민영기업 등에서 품종육성과 종균의 제조 및 보급을 비롯한 다양한 버섯을 생산함으로써 단기간 내에 세계 버섯시장의 70% 이상을 점유하고 최대의 버섯수출국으로 발전하였으며 최근에는 민영화된 버섯 전문기업이 급속도로 성장하고 있다. 중국, 인도 등 아시아의 인구증가와 소득 증대로 고품질의 품종수요 급증으로 버섯종자와 생 버섯 및 가공제품의 수출이 크게 증가할 것으로 예상된다. 현재 신품종의 Life-cycle이 짧아짐에 따라 버섯종균기업의 투자 부담이 증가하고 추세이므로, 그동안 한국·중국·일본이 지리적 특성상 상호간 품종도입이 비교적 쉬웠지만, 앞으로는 품종개방으로 인해 로열티를 내고 품종을 도입해야 되며, 특히 과거 도입품종에 대한 한·중·일간 로열티 분쟁 가능성이 높다.

(2) 버섯종균산업 육성의 필요성

버섯 종균의 중요성 및 관심 부재로 현재 우리나라의 버섯정책 및 버섯산업은 버섯의 생산과 소비(유통)에만 관심을 가질 뿐 버섯재배의 시작인 버섯종균에 무관심하다. 그러나 우수한 버섯 품종이 없으면 고품질 버섯생산 및 유통도 수출도 불가능하다는 점을 인식하여 버섯 종균산업에 대한 정책적인 지원 및 관심 필요하다. 세계시장에서의 치열한 경쟁력을 확보하기 위해서는 끊임없는 신품종 육성연구와 기존 품종에 대한 품질 개선 노력이 절대적으로 필요하다.

버섯종균산업은 우리나라 농업실정에 적합하고 버섯과 같은 친환경 건강식품 위주로 세계인의 입맛이 빠르게 변화하는 추세이기 때문에 미래의 희망산업으로 발전할 가능성이 높는데, 미국, 유럽, 중국 등 거대시장에서 한국산 버섯에 대한 이미지가 좋아 우리버섯의 수출 전망이 밝다. 향후 버섯산업 전망이 밝아, 버섯재배의 시작단계인 버섯종균산업 또한 잠재력이 무궁무

진하다. 2008년도 버섯류 수출(주요 수출국 : 미국, 네덜란드, 중국, 호주, 홍콩, 캐나다 등)은 2,319만 달러로 2007년 863만 달러와 비교해 약 3배 가까이 급증하는 등 2005년 이후 매년 2배 이상 급성장하고는 있으나, 버섯류 수입(중국, 인도네시아, 이탈리아 등)은 2007년 2,800만 달러, 2008년 2,920만 달러로 2004년부터 수출보다 수입이 많은 상태로 지속되고 있어 대책마련 필요하다.

버섯종균은 버섯생산의 기본 요소로 일단 시장이 잠식되면 해당 작물은 지속적으로 버섯종균배양소에 종속되는 특성이 있다. 따라서 일본의 버섯종균기업 등이 자사 품종 무단 사용에 대해 우리나라 농업인을 대상으로 무차별적 소송을 제기할 소지는 다분하다. 현재 우리나라 버섯종자시장의 외래품종 점유율이 약 70%이상으로 추정되며, UPOV에 의한 로열티 요구로 수출 중단 및 버섯산업 기반붕괴가 우려되는 상황이다. 2009년 일본에서 육성된 팽이버섯 치쿠마쉬 티-011, 오키노메구미8492, 오키노메구미7937 등 3품종과 표고버섯 에이치에스 607(HS607) 1건 등 총 4품종 국내 품종보호 출원을 시작으로 버섯품종에 대한 시장이 개방됨으로써 팽이버섯 등 7개품종의 경우 2011년 기준 로열티 예상액 약 78억 원 추정된다. 일본에서 팽이버섯 생산액의 2~3% 수준 로열티 요구하고 있고, 팽이버섯, 큰느타리버섯 등 수출버섯 대부분의 품종이 외국 품종인 것도 큰 문제이다. 버섯생산액은 년 1조원 규모로 성장하고 있으며 재배품목이 다양하지만 구인력 부족으로 신품종 육성 및 개발·보급 미흡 등 악순환으로 국내육성 품종이 많아도 외국품종보다 우수성이 떨어져 현재 재배농가에서 외국품종을 선호하는 것이다.

(사) 한국종균생산협회 회원사의 수가 80여 개소에서 2010년 4월 30일 현재 18개소로 줄어들었으며 그나마 대부분의 버섯종균배양소가 품종 육성보다는 종균생산·보급 중심의 소규모 영세업체로 연구·투자여건이 취약하다. 경쟁력 있는 버섯품목은 수출산업으로 육성하는 동시에, 경쟁력이 낮은 품목이라도 주요 품목은 장기적인 투자 필요하지만, 미국과 유럽 등은 주로 양송이버섯을 소비하기 때문에 국내에서 재배 중인 느타리버섯, 팽이버섯, 큰느타리버섯, 표고버섯 등 우량품종 개발 및 수출 활성화 대책마련 시급하고 해외 유전자원 수집 및 수출국에 적합한 우수품종 개발 필요하다. 지금부터라도 10~20년간 지속적인 투자를 하지 않으면 미국, 유럽, 일본, 중국 등과의 격차를 줄일 수 없고, 갈수록 버섯종균의 외국 의존도가 심화 될 것으로 생각된다. 수출 뿐 아니라 우리나라의 연간 1인당 버섯 소비량이 2007년 기준 3.1kg정도로 건강에 대한 관심 고조와 영양학적 가치 등으로 소비량 증가 추세에 있어 우수한 국내산 버섯종균의 필요성이 더욱 요구된다.

나. 버섯·종균산업의 문제점

(1) 신품종 육성 및 개발의 문제점

버섯 종균 육성 및 관리 단계별시스템 미흡으로 민간이양 및 자율추진 목적으로 기관도 못하는 육성 및 보존사업을 준비가 안 되어있고 능력이 없는 버섯 종균배양소에 요구하는 경향이 있다. 그러나 버섯종균배양소에서 수준 있는 육종장비를 갖추려면 막대한 자금이 소요돼 국

내의 영세한 종균배양소에서 육종 장비 도입에는 어렵다. 또한, 품종육종 기술 부족 및 연구시설 미비, 자금사정으로 연구시설 설립 및 연구인력 채용 여건이 안 됨으로 민간 버섯품종육종 시스템 부재로 이어졌다. 내병성, 기능성 품종개발, 품종 간 유사성 판단 등이 용이하여 단기간에 계통과 품종 개발 및 경비 절감이 가능하고 미래수요에 대비한 특성개발이 용이한 첨단 육종기술 및 관련 분야에 대한 기술개발과 개발된 육종기술을 활용할 수 있는 연계체계가 미흡하여 기존 연구 성과의 활용 역시 미흡한 실정이다.

(2) 신품종 증식·보급의 문제점

버섯종균의 품질인증제도가 없어 우수품종 증식 및 보급이 어렵고, 버섯종균의 안정 생산 및 공급까지의 공인된 매뉴얼이 없어 안정 생산 및 공급 시스템 미흡으로 관행적이고 통일성이 없고, 각 버섯종균배양소의 개별기준에 따라 버섯종균 생산·공급하므로 버섯종균의 안정생산 및 공급 체계가 미흡하다.

(3) 국내 버섯종균 유통상의 문제점

버섯종균검사는 처음에는 농촌진흥청에서 실시하다가 각 도(지자체) 기관→(사)한국종균생산협회 대행→각 버섯종균배양소 자율추진(자체검사) 과정을 거치면서 현재 무질서한 유통 상황 초래하였다. (사)한국종균생산협회 대해 버섯종균검사제도가 폐지되면서 불량종균의 유통이 증가하고 버섯종균의 생산·보급 및 버섯종자업등록자의 관리가 제대로 안되고 있다.

(4) 버섯종균 수출상의 문제점

미국과 유럽 등은 주로 양송이버섯을 소비하기 때문에 우리나라에서 재배하는 느타리버섯, 팽이버섯, 큰느타리, 표고버섯 등의 해외 유전자원 수집 및 수출용 품종을 개발하여 해외수출 활성화가 시급한데도 현재 이 분야에 대한 정부지원 및 민간투자 등 관심이 부족한 상태이다. 버섯 종균의 수출확대를 위한 수출시장 수요조사, 수출 전용 품종 개발, 현지화 전략 등 체계적인 지원 시스템이 미비하고 영세한 자본과 부족한 인적 인프라로 해외시장 개척에 어려움을 겪고 있는 버섯종균배양소에 대한 수출 활성화를 위한 정부차원의 체계적인 접근이나 지원 정책 같은 패키지 지원 사업 추진이 필요하다. 신규 해외시장 개척을 위한 장기간의 철저한 시장조사, 수출 전용 품종 개발 등이 필요하나, 해외시장 정보 공유 시스템이 없고, 개인 버섯육종가 및 버섯종균배양소의 해외시장에 대한 정보수집이 어렵기 때문에 이에 대한 지원 필요성이 요구된다.

(5) 버섯종균관련 제도의 문제점

유사품종 등 품종보호권 침해 시 보상 받을 수 있는 법적, 제도적 장치 미흡으로 품종보호권 침해 분쟁 발생 시 당사자는 처음부터 민·형사상 소송을 통해 해결해야 한다. 또한 복제 의심 품종에 대한 확실한 규명 시스템 미비로 육종가의 권리보호가 어렵고, 품종보호권 침해에 대한 예방 및 해결조치 미흡 등 품종보호 의지도 부족해 보인다. 그리고, 품종분쟁조정제에 대한 명확한 결과 발표도 거의 없는 실정으로 우수 품종 육성 활성을 위해서라도 보다 더 적극적인 품종보호제도 운영이 요구된다. 국내 버섯류의 품종보호권 등록 수는 2009년 8월 31일 현재 36 품종에 불과한 반면 일본은 2008년 1월 25일 현재 359품종으로 우리나라에 비해 10배나 많다.

종자산업법 제141조 의해 외국의 종자를 판매목적으로 수입하는 경우는 반드시 수입적응성 시험을 거쳐야 하지만, 표고버섯, 느타리버섯, 만가닥버섯, 목이버섯 등 외국에서 도입한 다수의 품종이 현재 수입적응성시험을 거치지 않고 불법으로 유통되고 있어서, 대행기관인 (사)한국종균생산협회에서 수입적응성시험을 시행한 품종은 양송이버섯 10건, 느타리버섯 1건 등 총 11건에 불과한 실정으로 수입적응성시험에 대한 제도 개선 및 단속 강화 시급하다.

다. 버섯·종균 산업 활성화 방안

행정 편의에 의한 버섯산업 관리 기관의 이원화가 가져오는 득은 실보다 많지 않다고 판단되지만, 가뜰이나 부족한 자원을 분산하여 이용할 뚜렷한 이유가 없는 지금의 상황, 특히 성장산업으로 육성하기 위해서는 이제는 단일화 행정관리가 필요하다. 한국 고유의 품종육성으로 품종보호등록하기 위해서는 기존 선진국의 품종과는 전혀 다른 유전자원으로 교잡하여 새로운 품종을 육성해야 한다. 이러한 연구는 반드시 계통간의 DNA profile 분석에 의해 기존 품종과는 유연관계가 먼 계통간 교잡이 되어 새로운 품종 육성이 되어야 하고, 종균배양소 합병 또는 컨소시엄을 통한 종균연구소 설립 운영이 필요하다. 미국, 유럽, 일본 등의 대기업에 맞서 경쟁하려면 우리나라 종균회사의 육종사업도 규모가 커져야 함에 따라 경영비 절감과 효율성을 위해 기업합병이나 컨소시엄을 통한 품종(종균) 개발을 위한 공동연구가 필요함은 물론궁극적으로는 외국과의 교류를 위하여 외국의 신뢰도가 높은 주식회사 형태도 고려할만하다.

버섯산업이 발전하고 국제 경쟁력이 향상되기 위해서는 건강식품으로 인식되고 홍보되어 소비가 계속 증가하고 생산자들이 수지가 맞아 버섯산업이 번창해야 하고, 생산 소비에 필요한 시설에 투자되고 국제수지가 개선되어 버섯산물은 수출되어 버섯산업이 활기차게 발전하여야 민간부문의 품종육성 투자도 가능하게 될 것이므로 가공품 개발, 생리활성 물질 개발 등과 소비촉진을 위한 고급식품으로서의 홍보도 적극적으로 이루어져야 한다.

5. 해외 버섯품종의 개발 동향

가. 일본

일본의 버섯 산업은 전후의 버섯 균사의 순수배양의 성공을 계기로 신탄과 함께 중산간지역의 중요한 황금작물로서 생산이 확대해 왔다. 또, 소비에서도 경제성장에 의한 소득향상에 따라 식생활의 다양화, 식품과 건강지향 추세에 따라 수요가 증대해 왔다. 2008년 버섯류의 생산은 대략 전생산량이 423,778톤(건표고를 생으로 환산한 경우는 44,992톤)으로 생산액은 2,400억 엔으로 임업생산의 절반에 달한다. 한편, 중국은 1986년 당시 전 생산량이 59만 톤 정도였는데 2007년에는 1,682만 톤으로 폭발적으로 생산 확대가 이루어졌다. 일본에서 버섯 종류별 생산량을 보면 팽이버섯 13.1만톤, 만가닥 10.8만톤, 표고(생표고와 건표고, 건표고 생산량×7로서 생환산) 9.7만톤이다. 팽이버섯과 만가닥은 전후 주로 나가노현을 중심으로 생산 확대되어 왔다. 표고버섯 가운데 건표고는 에도시대부터 소화 초기까지 伊豆 및 豊後 지역을 중심으로 재배되었는데 이후 전후 비약적으로 생산이 확대되었다. 한편, 생표고는 대소비지 근교(군마, 이바라키,

토치기)를 중심으로 생산 확대가 되었다. 특히, 표고의 품종개발에 대해서는 전후 많은 회사와 협동조합이 품종개발과 생산자에의 재배지도에 노력하여 다수확·고품질 품종이 다수 창출되어 왔다. 생표고 재배방법에 대해서는 20여년 전부터 개량이 진행되어 활엽수톱밥을 재료로 하는 톱밥재배와 이 재배방법에 적합한 품종개발이 진행되어 2008년도에는 생표고 생산량의 79%를 점하기까지 되었다. 현재, 각종 버섯류의 생산량에서 중국에 훨씬 못 미치지만 다양한 식용버섯류의 품종개발에 대해서는 구미의 양송이 품종 개발을 제외하면 일본 버섯업계는 세계 톱레벨이라고 볼 수 있으며 또 여기에서 비롯되는 우려(UPOV가맹국에서의 대상 식물로서의 조치의 지체)도 크다. 2007년 세계 버섯류 생산량은 약 2,000만 톤에 이른다. 일본이 42만 톤, 중국 1,682만 톤(이 가운데 양송이 244만 톤, 표고 288만 톤), 한국 15만 톤(표고 4만 톤), EU 182만 톤(양송이 106만 톤), 미국 37만 톤(양송이 36만 톤), 기타 27만 톤이다. 일본 농림수산성 생산국 발행의 품종등록연보에서 집계하면 일본의 버섯 등록상황은 표 2-15와 같다.

표 2-15. 일본의 버섯 품종등록 현황

종 류	2005	2006	2007	2008
목이(aragekikurage)	2	2	2	2
산느타리(usuhiratake)	3	3	3	3
팽이(enokitake)	29	29	30	31
큰느타리(eryngii)	9	13	16	17
개암버섯(kuritake)	1	1	1	1
표고(shiitake)	147	153	163	165
맛버섯(nameko)	16	16	19	19
젯빛만가닥(hatake shimeji)	17	18	23	23
만가닥(buna shimeji)	22	26	28	29
잎새버섯(maitake)	25	26	30	30
기 타				
계	309	325	357	362

버섯 등록품종에서 표고의 수가 많다. 이어서 팽이, 잎새버섯, 만가닥, 젯빛만가닥, 맛버섯, 큰느타리 순으로 품종 개발되어 왔음을 알 수 있다. 이처럼 버섯 품종등록이 활발히 이루어지는 나라는 이외에 보이지 않는다. 현재, 등록통계에 나오는 버섯 품종은 상술한 것처럼 이들의 종류를 포함해서 버섯에 대해서는 표2의 32종의 버섯이 보호대상으로 되어 있다.

일본의 버섯 품종개발은 세계의 첨단을 달린다고 자부할 수 있지만, 화훼, 채소, 과수 등과 비교하여 버섯은 종균 메이커의 일부와 재배자 그리고 인근 나라에서도 품종보호에 관한 지식은 매우 적다고 말할 수 있다. 일본의 버섯 품종개발의 과제는 다음과 같다.

- ① 해외 품종등록 신청이 거의 없다. 식물신품종의 해외에서의 권리취득의 촉진은 일본에서 중요한 과제로 위치지워져 있으며 08년 6월의 「지적재산추진계획 2008」 에서도 「식물신품종이 해외에서의 권리취득의 촉진」 이 과제로 명기되어 있다. 그러나 버섯종균업계에서는 아직 이해되어 있지않고 업계에의 계몽촉진을 도모할 필요가 있다.
- ② 식용버섯 거대생산국 중국이 UPOV 91년 조약을 조기에 체결하는 것을 요망. 중국은 UPOV78년 조약의 체결국이며 91년 조약은 체결하고 있지 않다. 따라서 버섯에 대해서는 백령고를 보호대상으로 하고 있지만, 다른 버섯은 보호대상외이다. 이 때문에 중국국내의 조직체계와 국내법의 관계도 있지만 해외에서 중국으로 버섯 등의 신품종등록은 가능하지 않은 상황이다.
- ③ DUS 시험가이드라인(TG)의 추진. UPOV를 중심으로 한 버섯류의 DUS TG의 조기국제표준화를 진행할 필요가 있다. 덧붙여 본년 4월 20,21일 북경에서 UPOV 분과회에서 양송이와 표고의 DUS TG 원안이 검토되어 버섯에 대해서도 진행되고 있다.
- ④ 일본 종균법의 이해촉진이 필요함. 국내, 국외 버섯 관계자에 대한 일본 종묘법의 이해촉진과 인근제국에서의 일본 종묘법을 모범으로 하는 국내법의 정비해야 함.
- ⑤ 버섯 전종류의 자가증식의 전면제한 필요. 2008년에 행해진 버섯 관계자에의 설문조사에서는 버섯이 다른 일반식물과 비교하여 가장 자가증식이 행해지지 않는 식물종이었다. 그럼에도 일부 버섯생산자는 계약으로 별도로 정한 경우에는 육성자권의 효력이 미치는 것으로 된다'라고 된 것이 이해되어지지 않고 한번 구입한 종균을 증식해서 사용하는 것은 법적으로 문제없다(자가증식가능)고 오해하는 경우가 종종 발견된다.
- ⑥ DNA해석기술의 정밀도 향상 필요. 육성자권 침해의 버섯품종 동일성 판정기술(DNA해석기술)의 정밀도 향상을 도모해야 한다.
- ⑦ 동위체 원소에 의한 산지판별기술의 진행. 건표고 품종은 일본 품종이 해외로 빠져나가 재배되어 일본으로 수입되어 동일품종 국산과 혼합된 경우의 산지판별하는 것으로 조기매뉴얼화가 필요하다.

나. 중국

중국은 1980년경까지는 현재의 일본 생산량과 거의 비슷한 50만톤 정도였지만 그 후 급속한 생산확대가 추진되어 2007년 현재에는 1,682만톤의 생산량이 되었다. 상해시 농업과학원 버섯연구소 및 남경대학 자원·환경과학원의 논문에 의하면 중국에서의 표고재배는 800년전에 중국 절강성 용천현, 경원현, 경녕현에서 원목에 낮으로 상처를 주고 자연에서 날아온 표고 포자의 부착을 기다리는 방법이 행해졌다. 1970년대에 들어와 균상재배기술의 개발과 함께 표고종균에 대한 수요가 증가하였다. 동시에 중국의 연구자는 일본에서 많은 품종을 도입하여 이 일본품종이 중국의 표고재배의 주요 품종이 되었다. 1980년대부터 중국의 연구기관은 표고 교배에 착수

하여 2002년까지는 申香8호, 신향10호를 선발하고 있다. 현재, 중국의 버섯 신품종개발은 중국 농업과학원, 상하이농업과학원 식용균연구소 등 공적 연구기관, 농업대학 등을 중심으로 이루어지며 기업개발은 매우 적다. 중국 농업부는 전국의 버섯종균사업을 관리하고 있는데, 국가농업종균보관센터는 정기적으로 이용 가능한 종균자원목록을 공표하고 각성은 이를 기초로 성에 필요한 종균을 신청하여 수령한 다음 각 성의 종균자원보존센터에 보존한다. 국가는 조직과 개인이 외국에서 버섯유전자원을 수입하는 것을 권장하며 조직과 개인이 육종개발하는 것을 지원하고 있다. 조직과 개인이 개발한 종균이 응용되면 국가에서의 보상제도가 있다. 식용종균의 등록관리는 국가와 성 레벨의 2원 체제로 이뤄지며 등록이 없는 종균은 광고·보급되지 않는다. 또, 미등록종균을 보급하는 것은 ‘종묘법’ 64조에 의해 처벌된다. 등록신품종은 이들을 개발·수입한 조직과 개인만이 해당품종에 대한 재배, 보유, 양도의 권리를 가진다.

농가의 자가증식에 대해서는 자기신고제를 실시하여 확대종균은 판매, 교환교역해서는 안 된다. 개발 육성한 버섯 종균을 재배자에 공급하는 것은, 생산 전에 무상으로 배포하고 버섯발생 수확 후 대금을 회수하는 방법을 취한다. 이에 대해서는 이전에 일부의 불법기업이 저품질 종균을 농가에 판매하고 막대한 손해를 끼친 사건이 있었기 때문이다. 중국의 식품신품종보호 조례실시세칙에 의하면 ‘식용균의 신품종개발에 대해서는 보급가치를 가지고, 또 실제 생산에 사용되는 품종에 대해 육성기관은 신품종의 보호를 신청해야만 한다.’고 되어 있다. 그러나 이 세칙(1966년)의 실시에서 2006년 3월까지 식물등록품종은 3,977이지만 등록버섯은 바이링구 2종뿐이다.

다. EU 및 미국

양송이 생산은 EU합계로 105.6만톤이다. 네덜란드가 가장 생산량이 많고 폴란드, 스페인이 이어진다. 2009년 1월 현재 UPOV 공표하는 버섯 품종등록현황을 보면, 양송이는 1976년 이후 17품종이 등록 신청되어 11품종이 등록되었다. 기간만료 품종은 추정 5품종이다. 큰느타리는 1품종이 심사 중이다. 느타리는 2품종이 등록, 2품종이 심사 중이다. 기타 히라타케 종류 1품종이 등록되어 있다. 또, 2009년 6월 현재 CPVO (구주공동체식품품종청)의 등록상황을 보면, 양송이는 1품종이 등록되어 있으며, 큰느타리는 1품종이 절차 중에 있고 느타리는 2품종이 등록되어 있다.

구미에서는 양송이의 품종개발이 주류이며, 여러 회사가 알려져 있다. Sylvan(미국), Amycel(프랑스, 미국), Somycel(프랑스), Le Lion(네덜란드), 이타루스루폰(이태리) 등이 있다. 양송이 품종특성 DUS(구별성, 균일성, 안정성) 시험을 위한 TG(test guideline)가 개발 중에 있는데, 원안은 네덜란드에서 작성되었지만 동일 TG에 양송이 이외에 흰 양송이 및 흰느타리가 기재되어 있으며 금후 일본의 심사기준(예를 들면 큰느타리와 바이링구)에 참고가 될 것으로 생각한다.

제 3 절 중국의 버섯 산업

1. 버섯 시장의 공급과 수요

2009년 전국의 버섯 생산량은 2020만 6천 톤에 달해 2008년 대비 10.6% 성장했고, 생산액은 1,103억 3천만 위안에 달해 2008년 대비 27.6% 증가했으며, 버섯 제품 수출량은 52만 8,600톤으로 글로벌 경제 위기의 영향을 받아 2008년 대비 22.56% 감소했고, 외화 소득은 13억 700만 달러로 2008년 대비 9.9% 감소했다. 전국의 버섯 생산량 분포 현황을 보면 2009년 상위 6위에 해당하는 지역은 각각 허난(河南)성 226만 1천 톤, 산둥(山東)성 206만 1천 톤, 푸젠(福建)성 197만 톤, 허베이(河北)성 190만 7천 톤, 헤이룽장(黑龍江)성 164만 3천 톤, 장쑤(江蘇)성 157만 6천 톤이다. 전국의 버섯 생산액 분포 현황을 보면 2009년 생산액이 50억 위안 이상인 지역은 산둥, 허난, 허베이, 푸젠, 광둥, 헤이룽장, 장쑤, 저장, 지린 등 9개 성이며, 2008년 대비 3개 성이 증가했다. 생산량별로 상위 6개 품종은 각각 느타리, 표고버섯, 흑목이, 양송이, 팽이버섯, 털목이이며, 이 중 흑목이의 생산량 증가가 가장 뚜렷하여 2008년 대비 41.9% 증가했다. 상위 6위에 해당하는 품종의 생산량은 2009년 전국 생산량의 77.7%에 해당하며, 2008년 대비 약 1%p 증가했고, 이 6개 품종은 현재까지도 중국의 버섯 주요 품종이다.

표 3-1. 2009-2012년 중국 버섯 시장 규모 현황

	2009년	2010년	2011년	2012년
생산량 (만 톤)	2,020.6	2,261.3	2,571.7	2,828.0
증가 속도	10.60%	11.91%	13.70%	9.96%
생산액 (억 위안)	1,103.3	1,353.1	1,543.2	1,772.1
증가 속도	27.60%	22.64%	14.05%	19.05%
수출량 (만 톤)	52.9	49.1	52.0	47.8
증가 속도	-22.56%	-7.08%	5.86%	-8.12%
외화 소득 (억 달러)	13.1	17.5	24.1	17.4
증가 속도	-9.90%	33.64%	37.80%	-27.71%

※ 국가통계국, 베이징 위보즈예(宇博智業)시장컨설팅유한회사 정리

2010년 전국의 버섯 생산량은 2,261만 2,500톤에 달했고, 생산액은 1,353억 1,300만 위안이며, 연간 수출량은 49만 1,200톤으로, 외화 소득은 17억 5,200만 달러이다. 초보적인 통계에 따르면 2011년 전국의 버섯 생산량은 2,571만 7,400톤에 달했고, 생산액은 1,543억 2,400만 위안이며, 연간 수출량은 52만 톤으로, 외화 소득은 24억 700만 달러이다. 2011년 전국의 버섯 주요 생산 지별 생산량 상위 5위에 속하는 지역은 산둥, 허난, 헤이룽장, 푸젠, 장쑤이다. 전국적으로 이미 주류를 이루는 품목은 느타리, 표고버섯, 목이버섯, 양송이, 팽이버섯, 큰느타리이고, 그 외 닭다리버섯, 맛버섯, 차나무버섯, 느티만가닥, 플로로투스 네브로텐시스, 영지, 노루궁뎅이버섯 등

30여 품종은 규모식 종식을 하고 있으며, 공동으로 발전하고 있는 형세이다. 2012년 전국의 버섯 생산량 및 생산액이 모두 안정적인 성장세를 보이면서, 생산량은 2,827만 9,900톤에 달해 동기 대비 9.96% 증가했고, 생산액은 1772억 600만 위안으로 2011년 대비 19.05% 증가했으며, 수출량은 47만 7,800톤이고, 외화 소득은 17억 4천만 달러이다.

현재 중국의 버섯 생산 가공 기업 수는 2천여 개에 달하고, 전문 시장 및 영업망은 200여 개, 버섯 및 관련 산업에 종사하는 인구는 2,800만 명으로, 산업의 기초가 탄탄하고 발전 전망이 밝다. 전국의 주요 품종은 느타리, 플로로투스 네브로덴시스, 목이, 양송이, 팡이이고, 그 외에도 닭다리버섯, 맛버섯, 차나무버섯 등 30여 개 품종이 규모식 종식을 하고 있으며, 공동으로 발전하고 있다.

2. 시장 소비 현황 분석

가. 소비현황

버섯 재배는 시간과 지역의 제한을 매우 적게 받는다. 산 지역, 평원, 호수 지역, 언덕 등에서 모두 재배가 가능하고, 고도의 입체화, 집약화, 공장화 재배가 가능하며, 봉지 단위 및 층 단위로 분리하여 재배하는 방식, 간격 재배 방식, 세트 재배 방식이 모두 가능하다. 또한 중국은 버섯 종식에 필요한 자원(국토, 지리, 기후)이 선천적으로 풍부하고, 농가들의 재배 경험이 풍부하며, 원재료를 염가로 대량 확보할 수 있기 때문에 시장 경쟁에서 많은 장점이 있다. 국민들의 생활수준이 향상되면서 고대부터 '산의 진주'로 불렸던 버섯은 중국인의 식탁에서 광범위하게 소비되고 있다. 생버섯 소비량도 해마다 증가하여 홍콩은 1인당 연간 4.8kg, 프랑스는 1인당 연간 4.5kg, 일본은 1인당 연간 3.0kg, 미국은 1인당 연간 1.5kg, 중국은 1인당 연간 0.5kg이며, 중국의 소비량이 매우 적다. 버섯 판매가 높은 이유는 독특한 보건의 기능이 있기 때문이며, 예를 들어 사람들이 익혀 먹는 표고버섯은 '채소 속의 고기'라고도 불리며 위장과 비장을 보호하고, 콜레스테롤을 낮추는 등 뚜렷한 식이 기능을 한다. 노루궁뎅이버섯은 중국의 4대 유명 채소 중 하나로서 '제비집'과 어깨를 나란히 할 정도이고, 오장에 유익하고, 소화를 돕고, 보양 작용을 하며, 항암작용이 있고, 신경쇠약을 치료하는 등 효과가 있다. 영지버섯은 '신선의 약초'라고도 불리며 고대부터 보양 작용으로 신체를 튼튼하게 하는 진귀한 약초로 여겨져 왔다. 기타 목이버섯, 흰목이, 팡이버섯 등도 모두 건강에 유익한 균종 식품이다.

소비자들의 환영을 받으면서 관련 산업의 흥성과 발전에도 영향을 가져왔다. 통계에 따르면 현재 중국의 버섯 신선 제품 연간 생산량은 3천만 톤에 가까우며, 세계 생산량의 약 65% 이상을 차지한다. 과거 사람들은 버섯을 맛으로만 섭취했을 뿐 더 많고 더 좋은 요리 방법을 알지 못했으며, 특히 보건의 식품으로서의 영양 가치 및 영양 가치를 더욱 높이는 요리 기술에 대한 지식이 부족했다. 현재 국가 농업부는 상하이 농업과학원 버섯연구소를 지정하여 관련 신제품 검사표준을 조속히 제정하도록 지시했고, 이로써 버섯 신제품을 하루 빨리 보호할 계획이다.

소비 습관의 영향으로 중국에서 주로 소비되는 버섯은 표고버섯, 느타리, 양송이, 흑목이, 팡이버섯의 5가지이며, 2012년의 버섯 소비와 관련된 구체적 현황은 다음과 같다.

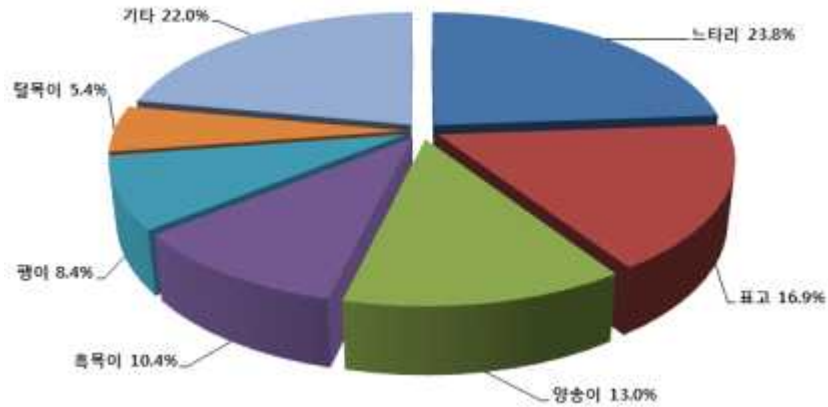


그림 3-1. 중국 버섯 소비 구조.

※ 국가통계국, 베이징 위보즈예(宇博智業)시장컨설팅유한회사 정리

목이만을 살펴보면, 일본에서는 과거 20년간 소비량이 220배 증가했고, 한국, 동남아, 홍콩, 마카오, 타이완의 소비량도 매우 크며, 국제시장의 가격이 비교적 높아서 우수 품질 상품의 경우 톤당 2만 5천 달러, 독일의 신선 버섯의 경우 톤당 1만 8천 위안이다. 버섯은 가정과 요식업 등 대중 소비 시장에서 주로 소비된다. 베이징 등 500개 대도시의 가정을 대상으로 샘플 조사를 실시한 결과, 한 가정에서 연간 소비하는 수량은 약 16kg 이상으로, 가정 소비는 안정적으로 성장하여 버섯 산업을 지속적으로 발전시킬 수 있는 중요한 원동력이 되고 있다.

최근 몇 년간 사람들에게 건강한 음식과 버섯 관련 소비 지식이 보급되었는데, 특히 대중매체의 홍보, 각종 버섯 문화 행사, 호텔과 주점 등을 통해 여러 방법을 사용한 요리가 소개되었고, 이에 따라 전국의 버섯 소비 수요는 연평균 18~20%의 증가 속도를 보였으며, 주점과 호텔 등에서는 새로운 버섯요리를 개발함으로써 그 수요가 매년 10% 이상의 증가 속도를 보이고 있다. 버섯 산업의 빠른 성장을 결정하는 관건적 요인은 농민들의 빈곤을 벗어나 부를 누리 고자 하는 의지에 있다. 전통식 노동 집약형 산업으로서의 버섯 산업은 진입 문턱이 낮고, 투자액이 적고, 주기가 짧고, 효과가 빠르기 때문에 빠른 시일에 농민들이 수확으로 이득을 볼 수 있으며, 이는 더 많은 농민들을 끌어들였다. 이후 버섯 시장의 수요를 파악한 기업들은 창장(長江) 남북 지방에 사원을 파견하여 수확한 버섯을 입수했고, 이를 농업 도매시장에 판매했다. 이러한 ‘기업+농민’ 형식의 이익공생관계는 이러한 과정을 통해 자생하였으며, 꾸준한 이익으로 인해 전국적으로 복제될 수 있는 길을 열었다. 현재 세계적으로도 중국과 같이 이처럼 많은 농민들이 버섯 산업을 자발적으로 발전시킨 사례는 찾기 어렵다.

나. 시장공급과 수요에 영향을 주는 요인

(1) 영양 가치적 요인

버섯은 맛이 좋을 뿐만 아니라 영양이 풍부하여 사람들에게 건강식품으로 불린다. 그러나

버섯 종류가 많고, 종류별로 영양 가치가 상이하다. 표고버섯은 인체에 필요한 각종 아미노산이 풍부하고, 콜레스테롤과 고혈압을 낮추는 기능이 있다. 또한 양송이, 팽이버섯, 노루궁뎅이버섯에는 면역력을 강화하는 성분이 많다. 영양 가치는 사람들이 구매를 선택하는 요인 중 하나이며, 많은 버섯 종류 중에서도 특히 닭다리버섯은 영양, 보건, 식이요법 기능이 통합되어 있을 뿐 아니라 고단백, 저지방 식품이며, 색, 향, 맛도 모두 훌륭하고, 볶음, 찜, 삶기 방법으로 오래 익혀도 모두 원형이 잘 보존되며, 식감이 부드럽고, 향과 맛이 뛰어나기 때문에 소비자들의 사랑을 받고 있다. 따라서 닭다리버섯의 시장 수요는 기타 버섯류보다 훨씬 높다.

(2) 식품 안전성 요인

2013년에 H7N9 조류인플루엔자가 중국의 일부 지역을 휩쓴 후 ‘가짜 양고기’, ‘독 생강’ 등 사건이 속출했고, 식품 안전 문제는 여론을 통해 자주 등장했다. 주민들도 소비 과정에서 불안을 느꼈고, 이는 관련 산업에 뚜렷한 영향을 미쳐 대규모 기업이나 일반 농가가 어려움을 겪었을 뿐만 아니라, 요식업, 물류, 관광, 교통 등 산업에도 심각한 영향을 미쳤다. 현재는 주로 요식업과 위생 습관 등에서 집중적으로 변화가 나타났다. 첫째, 외부 활동 및 외식하는 숫자가 줄었고, 이에 따라 요식 서비스 산업에서 구매하는 품종과 수량은 큰 폭으로 떨어졌다. 둘째, H7N9 조류인플루엔자 발생으로 식품안전 문제가 나날이 부각되었고, 조류뿐만 아니라 채소와 버섯 산업에도 동일한 영향을 가져왔다.

(3) 생산 기술적 요인

중국의 버섯 생산은 전체적으로 볼 때 많은 부분에서 여전히 소작농식 생산이 주류를 이룬다. 비교적 선진적인 기계 생산 기술을 도입했다 하더라도 여전히 세계적인 선진 생산 기술과는 차이가 극심하다. 최근 몇 년간 중국의 버섯은 생산 과학기술 분야에서 흡수하고 소화한 것을 기초로 하여 부단히 혁신하고, 버섯 생산 및 가공 등 분야의 기술을 잇따라 연구해 내어 큰 진보가 있었다. 전체적으로 보면, 국내의 버섯 설비를 이용한 생산은 비교적 낮은 수준에 있다. 기존의 일부 버섯 생산 설비 기업들은 자체적인 기술력이 박약하기 때문에 일부 단순한 설비(소형 배지 주입기, 간단한 기능의 교반기 등 단일 기능 기계)만을 생산하고, 자동화 수준이 낮고, 전 생산 과정의 통합적 가동 능력이 떨어지고, 생산 효율이 떨어지고, 노동 강도가 세기 때문에 공업화와 산업화에서 요구되는 대규모 생산을 만족시키지 못한다. 또한, 중국의 버섯 생산의 기계화는 연구 개발 내용이나 도는 생산 응용 내용을 불문하고 모두 초보적인 발전 단계에 있어 국제적인 선진 수준과 그 차이가 비교적 크다.

(4) 가격적인 요인

농산품 유통 원가가 끊임없이 상승하고 있다. 현재 노동력, 수도, 전기, 사료, 화학비료 등을 포함한 원가가 모두 올랐고, 농산품 도매시장은 일부 불합리한 가격을 지불하고 있다. 많은 농산품 도매시장들, 심지어 농산물 무역 시장까지도 모두 공익성을 상실하였으며, 개인 투자나 은행 대출에 의해 경영되고 있다. 개인 투자는 수익에 민감하고, 은행 대출은 더욱 그러하다. 대출금을 갚아야 하고, 이자를 내야하고, 거기에 이윤까지 창출해야 한다. 많은 지역사회 채소 시장 등은 영업 면적이 작지만 상업 목적으로 건설되었으므로 모두 시장 규율에 따라 경영해

야만 한다. 농산품의 경영 이윤은 매우 적지만, 그보다 더 높은 임대료 원가를 부담해야 한다. 예를 들어 채소시장의 경우 우선 임대료를 내야하고, 직원이 필요하고, 채소를 납품하는 경영자의 99.5%가 농민이며, 또한 도시의 비교적 높은 생활 원가를 지불해야 한다. 이 모든 부분이 구매 가격과 판매 가격의 차이를 결정하게 되고, 교통이 불편한 지역이라면 그 유통 원가는 더욱 증가하게 될 것이다.

(5) 기타 요인

그 외에도 일부 슈퍼마켓과 시장에서는 세척한 채소를 납품하도록 요구한다. 외국의 농산품 유통 원가는 일반적으로 5~6%이며, 최고 7%인 반면, 중국의 경우는 일반적으로 20~25%에 달하는데, 그 주요 원인은 중국의 농산품 유통이 표준화, 포장화 면에서 수준이 낮은 편이고, 유통에서 소모되는 부분이 비교적 크기 때문이며, 이러한 비용들은 모두 소비자에게 부과된다. 그러나 시장 가격의 상승을 조장하는 것은 사람들의 구매 능력으로, 소비자의 구매 능력이 직접적으로 전체 산업의 시장 수요에 영향을 미치게 된다.

다. 표고버섯에 대한 소비자 조사

표고버섯 소비 빈도에 대한 질문에서 83.7%의 응답자가 표고버섯을 자주 먹는 편이라 답하였으며, 그렇지 않다는 응답자는 16.3%를 차지하였다. 응답자 가운데 35.4%는 표고버섯을 주 1-2회 섭취하며, 30.8%가 월 2-3회 섭취하는 것으로 조사되었다. 표고버섯을 좋아하는 이유는 ‘영양이 많아서(47.0%)’ 응답이 가장 많았고, ‘맛있어서(36.0%)’, ‘약용성분이 있어서(9.2%)’, ‘안전해서(7.9%)’ 였다. 표고버섯을 소비하는 형태는 볶음(31.4%)이 가장 많았고, 다음으로 국 또는 탕요리(29.0%), 찜요리(18.1%), 샤브샤브(16.2%), 표고간식(4.4%), 기타(0.9%) 순으로 조사되었다. 표고버섯 구입처는 대형 유통매장(37.4%)과 재래시장(34.5%)을 이용한다는 응답 비율이 높게 나타났다. 다음으로는 소규모 슈퍼마켓(10.1%), 도매시장(7.3%), 백화점(6.4%), 인터넷(3.2%), 기타(1.0%) 등의 순이다. 중국에 표고버섯을 수출하기 위해서 대형 유통매장과 거래를 개척하는 것이 필요하다. 선호하는 포장 단위에 대한 질문에서 생표고는 500g(49.9%)에 응답 비율이 많았고, 건표고는 250g(23.5%)의 포장 단위가 가장 선호되는 것으로 나타났다. 중국산 표고버섯에 대한 만족도는 크기(3.25점), 안전성(3.26점), 신선도(3.33점), 맛(3.34점), 전반적인 태도(3.35점) 등에서 비슷하게 나타났으며, 가격수준(2.63점)은 다소 불만족스러운 것으로 나타났다.

한국산 표고버섯을 먹어 본 경험에 대해서는 ‘없다’는 응답이 67.8%로 나타났고, ‘있다’는 응답은 32.2%였다. 한국산 섭취 경험은 성별과 연령대, 소득 수준, 가구원 수, 한국 방문 여부에 따라 유의한 차이를 보였다. 여성이 남성보다 한국산 표고버섯의 섭취 경험이 많으며, 30-39세의 연령대가 기타 연령대의 응답자보다 한국산 섭취 경험이 많은 것으로 나타났다. 월 평균 가구 소득수준이 높을수록 한국산 표고버섯의 섭취 경험이 많으며, 가족 구성원 수(본인포함)가 3인인 경우가 기타 가구보다 한국산 섭취 경험이 많은 것으로 나타났다. 한국을 방문한 경험이 있는 응답자의 한국산 섭취 경험이 그렇지 않은 응답자보다 많은 것으로 나타났다.

한국산 표고버섯과 중국산 표고버섯을 비교하여 평가하도록 질문하였다. 실제 한국산 표고버섯을 먹어 본 경험자가 많지 않기 때문에 이 결과는 한국산 표고버섯에 대한 중국 소비자의 느낌을 나타낸다고 볼 수 있다. 대체로 한국산과 중국산 표고버섯에 큰 차이가 있을 것으로 인식하고 있지는 않는 것으로 나타났다. 그러나 한국산은 ‘포장(3.14점)’에서 중국산보다 긍정적 평가를 받은 반면, ‘맛의 강도(2.83점)’, ‘영양(2.84점)’, ‘향(2.84점)’, ‘신선도(2.86점)’ 등에서 중국산보다 부정적인 것으로 조사되었다.

표 3-2. 응답자 유형별 한국산 표고버섯 섭취 경험 비교

		예		아니오		빈도	X ² (d.f.)
전체		338	(32.19)	712	(67.81)	1050	
성별	남자	213	(35.09)	394	(64.91)	607	5.5**(1)
	여자	125	(28.22)	318	(71.78)	443	
연령대	18-29세	185	(27.65)	484	(72.35)	669	18.1***(2)
	30-39세	134	(40.98)	193	(59.02)	327	
	40세 이상	19	(35.19)	35	(64.81)	54	
학력	고졸이하	44	(30.14)	102	(69.86)	146	0.27(1)
	대졸이상	281	(32.30)	589	(67.70)	870	
월 평균 가구 소득	10,000위안 이하	106	(29.61)	252	(70.39)	358	16.9***(2)
	10,001-20,000위안	115	(39.12)	179	(60.88)	294	
	20,001위안 이상	41	(52.56)	37	(47.44)	78	
가구원수	1-2인	18	(20.00)	72	(80.00)	90	9.3***(2)
	3인	165	(35.95)	294	(64.05)	459	
	4인	149	(31.17)	329	(68.83)	478	
한국 방문 여부	없음	188	(24.16)	590	(75.84)	778	88.6***(1)
	있음	150	(55.15)	122	(44.85)	272	

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

한국산 표고버섯이 대형마트 매대에 진열되어 있다면 구입할 의향이 있는가에 대한 질문에서 응답자의 74.1%가 구입할 의향이 있다고 응답하였으며, 진열되어 있어도 구입 의향이 없다는 응답자가 25.9%로 나타났다. 한국산 표고버섯에 대한 구입 의향은 연령대와 한국 방문 여부에서 유의한 차이를 보이며, 기타 유형에서는 유의한 차이를 나타내지 않는다. 중국인의 한국 방문이 늘고 있으므로 한국에 친근감을 가지는 소비자들이 증가하고 한국산 임산물에 대한 구매의향도 높아진 것이다. 30-39세 소비자의 한국산 표고버섯 구입 의향이 기타 연령대보다 더 높은 것으로 나타났다. 한국을 방문한 경험이 있는 소비자의 한국산 표고버섯 구입 의향이 한국 방문 경험이 없는 소비자보다 높게 나타났다. 구입 의향이 있는 이유는 ‘호기심에 구입함(51.8%)’이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 다음으로 ‘품질을 믿을 수 있음(18.38%)’, ‘맛 대비 가격이 저렴함(15.94%)’, ‘맛이 좋음(8.74%)’, ‘모양이나 색깔이 좋음(5.14%)’을 이유로 꼽았다.

표고버섯을 구입할 때 중요하게 고려하는 특성을 5점 척도로 평가한 결과 안전성 4.2, 유통기한 4.1, 녹색인증 3.9, 맛과 향 3.9, 가격 3.7, 색깔 3.5, 크기 3.3, 포장 3.2, 브랜드 3.2, 중국산 여부 2.9로 나타났다.

표고버섯을 구입할 때 우선 고려하는 사항을 살펴보기 위하여 ‘가격, 맛과 향, 크기, 브랜드(회사), 색깔, 포장, 녹색인증, 유통기한, 안전성, 중국산 여부’ 등 10개 속성에 대하여 우선순위를 분석하였다. 응답자에게 표고버섯 구입시 가장 중요하게 고려하는 속성을 순위별로 작성하도록 하였고, 순위화 로짓모형(rank-ordered logit)을 이용하여 이들의 우선 순위를 분석하였다.

표 3-3. 표고버섯 속성별 순위화로짓 모형 추정 결과

	건표고					생표고				
	추정치	z값	H-Ratio ¹⁾	1순위	고려 순위	추정치	z값	H-Ratio ¹⁾	1순위	고려 순위
				확률(%)					확률(%)	
녹색인증	1.36*** ³⁾	24.86	3.88	12.2	4	1.37***	25.29	3.93	13.4	2
가격	1.25***	22.92	3.49	11	5	1.20***	22.26	3.33	11.4	5
맛과 향	1.49***	27.15	4.42	13.9	2	1.34***	24.7	3.84	13.1	3
브랜드(회사)	0.61***	11.56	1.84	5.8	9	0.63***	11.89	1.87	6.4	9
색깔	0.94***	17.44	2.55	8	6	0.87***	16.23	2.38	8.1	6
포장	0.72***	13.43	2.05	6.4	8	0.65***	12.19	1.91	6.5	8
안전성	1.84***	33.04	6.27	19.7	1	1.67***	30.39	5.32	18.2	1
크기	0.81***	15.1	2.25	7.1	7	0.67***	12.59	1.95	6.7	7
유통기한	1.41***	25.72	4.08	12.8	3	1.32***	24.38	3.74	12.8	4
중국산여부 ²⁾	0		1	3.1	10	0		1	3.4	10

※ ¹⁾ Hazard ratio. 추정계수의 지수화 값, ²⁾ 참조수준, ³⁾ * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

위 표 3-3은 생표고와 건표고의 속성별 순위화 로짓모형의 추정 결과이다. 중국산 여부를 참조 수준으로 설정하였으며, 모형은 유의수준 1%에서 유의하게 나타났다. 속성도 모두 유의수준 1%에서 유의하였는데, 이는 표고버섯 구입에서 속성별 고려 순위에 차별성이 존재하는 것을 의미한다. 생표고와 건표고 모두에서 참조 수준인 ‘중국산 여부’에 비해 다른 속성들을 우선 고려하는 것으로 나타났으며, 중국인들이 표고버섯을 구입할 때 가장 우선적으로 고려하는 요인은 ‘안전성’으로 나타났다. ‘안전성’을 가장 우선적으로 고려할 확률은 생표고 18.2%, 건표고 19.7%로 나타났으며, ‘중국산 여부’의 1순위 확률은 생표고 3.4%, 건표고 3.1%로 가장 낮게 나타났다. 생표고는 안전성 다음으로 녹색인증(13.4%)과 맛과 향(13.1%), 유통기한(12.8%), 가격(11.4%), 색깔(8.1%), 크기(6.7%), 포장(6.5%), 브랜드(회사)(6.4%) 등의 순이었으며, 건표고는 맛과 향(13.9%), 유통기한(12.8%), 녹색인증(12.2%), 가격(11.0%), 색깔(8.0%), 크기(7.1%), 포장(6.4%), 브랜드(회사)(5.8%) 등의 순으로 나타났다. 생표고와 건표고 구입시 속성별 고려 순위는 녹색인증 여부를 제외하고 모두 동일하다. 녹색인증은 생산 환경의 위생을 기준으로 한 제도로서, 가공과정을 거치지 않고 유통되는 생표고에서 더 엄격하게 고려되는 것으로 판단된다.

한국산 표고버섯은 중국산에 비해 가격경쟁력에서 열위에 있다. 그러나 조사 결과에 의하면 가격보다 ‘맛과 향’, ‘유통기한’ 등의 속성이 더 중요한 고려 순위로 나타났다. 중국에 표고버섯을 수출할 때는 표고버섯의 품질과 신선도 유지에 더욱 노력을 기울여야 할 것으로 판단된다.

3. 중국 버섯공장화 규모 현황 분석

2013년 전국의 버섯 공장화 제품은 1일 생산량이 6159.24톤에 달해 2012년의 5079.9톤과 비교할 때 21%의 증가율을 보였으며, 2011년의 3183.1톤과 비교할 때 93% 증가했다. 2013년 전국의 버섯 공장화 제품 연간 생산량은 204만 9700톤에 달해 2012년의 152만 톤과 비교할 때 34.8% 증가했으며, 2011년의 99만 톤 대비 107% 증가했다. 2013년 전국의 공장화 생산 기업 수는 750개이며, 2012년의 788개와 비교할 때 5% 가까이 감소했다. 이는 2008년 이후 처음으로 감소를 보인 것이다. 2013년 중국 동부 지역의 공장화 기업 수는 597개, 중부 지역은 97개, 서부 지역은 56개이다.

표 3-4. 2013년 중국의 버섯공장화 생산기업 분포

동부 지역 (개)		서부 지역 (개)		중부 지역 (개)	
베이징	18	간쑤	5	안후이	14
푸젠	166	광시	2	허난	26
광둥	15	구이저우	4	헤이룽장	4
허베이	40	네이멍구	9	후베이	12
장쑤	413	닝샤	2	후난	10
랴오닝	25	산시(陝西)	9	지린	6
산둥	119	쓰촨	10	장시	9
상하이	17	신장	5	산시(山西)	16
텐진	13	윈난	4		
저장	41	충칭	6		
동부 합계	597	서부 합계	56	중부 합계	97

※ 중국버섯협회

조사 연구를 통한 공장화 생산 산업의 분포, 신규 건설, 재건축 사업 현황을 보면, 서부 지역을 대개발하는 전략이 실시 및 추진됨에 따라 서부의 각 성(구) 정부의 주도로 버섯 산업도 빠른 발전을 이루었다. 또한 서부 지역의 토지, 인력, 자원, 생태 환경, 정책 등 방면에서 유리한 점이 작용하기 때문에, 버섯 공장화 생산은 서부 지역에서 크게 발전할 전망이 있다고 볼 수 있고, 동부의 버섯을 서부로 옮기는 발전 형세를 점차 드러내고 있다. 반면 중부와 동부 연

해 지역은 자본과 기술의 장점을 발휘하여 버섯 공장화 생산을 빠르게 발전시켰으며, 이와 동시에 자원이 부족해지면서 토지, 노동력, 수도, 전기 등의 원가가 대폭 상승하는 데 직접적으로 작용했고, 따라서 많은 버섯 기업들은 투자 원가의 상승 및 이윤 하락의 어려움을 겪고 있다. 중부와 동부의 버섯 공장화 기업들은 더 큰 발전 가능성이 있기 때문에 반드시 새로운 시장을 개척하여 그것을 성장점으로 삼아야 한다.

버섯 공장화 생산이 빠르게 발전하면서 생산 기술도 나날이 성숙해졌고, 관리 수단도 부단히 개선되어, 공장화 생산에 사용되는 생산 원료는 과거보다 더욱 과학적으로 진보했고, 신선 전환율도 현격히 향상됨으로써 공장화 기업의 품종당 1일 생산량이 향상되었다. 통계에 따르면 2012년에 1일 생산량 20톤 이상인 기업은 44개로, 2011년의 25개와 비교할 때 76% 증가했다. 최근 몇 년간 중국의 버섯 산업이 빠르게 발전함에 따라 각지의 소비 시장에도 소비 시장이 인정하는 제품 브랜드가 나타나게 되었다.

버섯 공장화 기업의 품질 안전 의식 및 브랜드 개념을 한층 강화하고, 브랜드 제품을 소비장에 들여 소비자들에게 익숙하게 하기 위해, 2012년 9월에 중국버섯협회와 버섯시장편집부는 공동으로 '2012년도 유통 시장의 사랑을 가장 많이 받은 버섯 공장화 제품 브랜드'라는 제목의 공익성 평가 행사를 벌였다. 평가 실시차 발급한 표 수는 1천 장으로, 2012년 10월 30일까지 712장을 회수하였고, 이 중 유효한 표는 686장(중개상 86장, 호텔 주점 67장, 일반 소비자 127장, 업계 인사 406장)이었고, 이를 통계한 결과에서 상위 20위에 드는 브랜드는 다음과 같다.

이상 20개 기업 이외에도 이번 평가에서는 푸젠성의 선농바이췌(神農白雪), 산둥성의 여우허(友和), 광둥성의 샹스(香市), 장쑤성의 이슈(一休) 등 브랜드도 소비 시장의 호평을 받았다. 2013년 전국의 게맛버섯, 백옥버섯의 1일 생산량은 278.89톤으로, 전년 대비 67% 증가했고, 공장화 생산 품종 중에서 증가폭이 가장 컸다. 양송이는 1일 생산량 504.05톤으로 전년 대비 52% 증가했고, 큰느타리는 1일 생산량 2,074.646톤으로 2012년 대비 33% 증가했으며, 플로로투스 네브로덴시스는 1일 생산량 55.7톤으로 전년 대비 8% 증가했고, 느티만가닥은 1일 생산량 168.3톤으로 2012년 대비 4% 감소했으며, 팡이버섯은 1일 생산량 2,678.65톤으로 2012년의 2,718.95톤과 비교할 때 다소 감소되는 현상을 보였다. 2013년 버섯 공장화 기업 수는 2012년 대비 다소 감소했지만 1일 생산량, 연간 생산량은 모두 동기 대비 증가했는데, 주요 원인은 기업의 생산 기술이 나날이 성숙되고, 관리 방법이 꾸준히 개선되었으며, 생산 원료의 배합 비율도 더욱 과학적이고, 신선 전환율도 다소 높아졌기 때문이다. 2013년에 1일 생산량이 20톤 이상인 기업은 74개로 2012년의 43개와 비교할 때 31개 늘어난 72%의 증가율을 보였다.

표 3-5. 2012년 유통시장에서 호평받는 버섯 공장화 제품 브랜드

번호	기업	브랜드	영업마케팅망
1	상하이 웨룽 생물과학기술주식유한회사	웨룽	화베이, 화난, 화중, 둥베이, 시베이, 시난
2	광둥 구무전 생물과학기술주식유한회사	구무전	광둥, 베이징, 상하이, 정저우
3	상하이 핑커 생물과학기술주식유한회사	센구다오	전국 각 대도시와 중간 규모 도시, 수출 국가: 미국, 네덜란드, 베트남, 태국, 싱가포르
4	간쑤 텐수이 중싱균업유한책임회사	시황	서북 지방의 각 성, 베이징, 둥베이, 정저우, 광둥, 상하이
5	랴오닝 텐위안 실업유한회사	왕푸텐위안	랴오닝, 베이징, 상하이, 광둥 및 유럽 수출
6	광둥 주하이시 뤼양 균업유한회사	뤼양	광둥, 장쑤, 베이징
7	산둥 룡평 버섯유한회사	룡평	미국, 폴란드, 벨기에 수출 및 국내 20여 개 대도시와 중간 규모 도시에서 판매
8	산둥 가오미시 후이더 농산품유한회사	후이더	칭다오, 베이징, 다롄, 하얼빈, 다칭
9	우한 루이칭그룹 주식유한회사	루이칭	베이징, 상하이, 광저우, 우한
10	허난(쥬팡)생물과학기술유한회사	쥬팡	베이징, 정저우, 하얼빈
11	뤼야(장쑤)버섯유한회사	뤼야	장쑤, 상하이, 저장
12	푸젠 뤼바오 식품그룹유한회사	뤼바오	푸젠, 쓰촨, 청두, 산둥, 광시
13	뤼위안용러(베이징)농업과학기술발전유한회사	뒤뒤셴	베이징, 산시, 선양, 톈진
14	베이징 웨이더셴 농업과학기술발전유한회사	웨이더셴	베이징, 둥베이 3성
15	장쑤 쉬저우 강화 버섯유한회사	강화	장쑤, 상하이, 저장
16	장쑤 쉬저우 환후이 버섯과학기술발전유한회사	황후이	장쑤, 상하이, 베이징
17	산둥 팡뤼 농업과학기술유한회사	팡뤼	상둥, 베이징 등
18	쓰촨 룡전 균업유한회사	룡전	청두, 충칭, 쿤밍, 구이양, 시닝, 랴저우
19	장쑤 렌윈강 커웨이 버섯유한회사	커웨이	상하이, 난징, 칭다오
20	후난성 허성 농업개발유한회사	상허칭	후난, 상하이

※ 중국버섯협회

4. 중국 버섯수출입 분석

중국은 버섯의 생산과 소비가 가장 큰 국가이다. 현재 중국에서 매년 수출되는 버섯은 50만 톤 가량이며, 수입량은 매우 적다. 세관 통계에 따르면 2013년 중국의 식(약)용 균 제품의 수출량은 51만 2천 톤(건제품, 신선 제품 모두 포함)으로, 외화 소득액은 26억 9천만 달러이며, 동기 대비 각각 7.16%와 54.65% 증가했다. 수출량과 금액도 모두 역대 최대치를 기록했다. 그 중에서 수출액이 가장 많은 상품은 건표고로 수출액 12억 달러이며, 그 뒤를 바짝 따르는 상품은 양송이 통조림과 건목이로 이들의 수출액은 모두 3억 달러 이상을 기록했다. 버섯 통조림 수출 현황을 보면, 중국의 2009년 수출량은 294,014.3톤으로 수출액은 3억 7175만 5천 달러이며, 평균 단가는 톤당 1264.4달러이다. 2012년 1~12월까지 중국에서 수출한 버섯 통조림 수량은 312,935.1톤으로 동기 대비 6.1% 감소했고, 금액은 5억 3426만 8천 달러로 동기 대비 6.2% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1707.3달러로 동기 대비 0.2% 하락했다. 2013년 12월말 기준 중국의 버섯 통조림 수출량은 278,727.4톤이고, 수출액은 5억 3625만 7천 달러로 동기 대비 0.37% 증가했다.

2012년 1월~12월까지 중국이 아시아 지역에 수출한 버섯 통조림 수량은 120,932.6톤으로 동기 대비 6.4% 감소했고, 수출액은 2억 1976만 4천 달러로 동기 대비 3.6% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1817.2달러로 동기 대비 3.0% 올랐다. 아프리카 지역으로 수출한 버섯 통조림 수량은 15,802.3톤으로 동기 대비 22.2% 증가했고, 수출액은 2182만 8천 달러로 동기 대비 11.0% 증가했으며, 평균 단가는 톤당 1381.3달러로 동기 대비 9.2% 떨어졌다. 유럽 지역에 수출한 버섯 통조림 수량은 102,347.4톤으로 동기 대비 5.3% 감소했고, 수출액은 1억 6558만 2천 달러로 동기 대비 5.7% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1617.8달러로 동기 대비 0.5% 내렸다. 남미 지역으로 수출한 버섯 통조림 수량은 21,427.6톤으로 동기 대비 13.5% 감소했고, 수출액은 3377만 1천 달러로 동기 대비 17.8% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1576.0달러로 동기 대비 5.0% 떨어졌다. 북미 지역으로 수출한 버섯 통조림 수량은 47,472.8톤으로 동기 대비 9.6% 감소했고, 수출액은 8512만 4천 달러로 동기 대비 11.4% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1793.1달러로 동기 대비 1.9% 내렸다. 오세아니아 지역으로 수출한 버섯 통조림 수량은 4,952.4톤으로 동기 대비 12.2% 감소했고, 수출액은 819만 8천 달러로 동기 대비 12.8% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1655.4달러로 동기 대비 0.8% 떨어졌다.

2012년 1월~12월까지 중국으로부터 버섯 통조림을 수입한 국가와 지역을 수출액에 따라 통계하면, 1위는 러시아연방이며 수출량 44,539.3톤으로 동기 대비 19.7% 감소했고, 수출액은 6426만 5천 달러로 동기 대비 24.8% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1442.9달러로 동기 대비 6.3% 떨어졌다. 2위는 일본이며 수출량 20,155.2톤으로 동기 대비 6.7% 감소했고, 수출액은 6249만 달러로 동기 대비 0.7% 증가했으며, 평균 단가는 톤당 3100.4달러로 동기 대비 7.9% 올랐다. 3위는 미국이며 수출량 31,668.3톤으로 동기 대비 18.6% 감소했고, 수출액은 5750만 7천 달러로 동기 대비 21.2% 감소했으며, 평균 단가는 톤당 1815.9달러로 동기 대비 3.1% 내렸다.

5. 중국의 버섯 가격 분석

가. 가격 추세 분석

최근 몇 년간 중국 버섯 산업의 신선 제품 소비량은 해마다 상승하고 있으며, 특히 버섯 공장화 제품은 신선 제품 소비의 주류를 이루게 되었다. 그러나 2013년 신선제품 시장은 불황에 접어들었고, 반면 느타리, 표고버섯, 양송이는 통상적인 방법으로 재배량이 많았기 때문에 수확과 출시 시기가 집중되면서 시장의 자원은 넘쳐났다. 따라서 하반기에 이 제품들의 가격은 계절을 타면서 큰 파동을 겪지는 않을 것으로 전망되지만, 역계절 상품 가격은 뚜렷한 오름세를 보일 것으로 예상된다.

2008~2009년, 중국 버섯 시장 가격이 높은 수준을 안정적으로 유지되었다. 쑤닝(三明)시를 예로 들면, 2008년 이후 버섯 가격이 높은 수준으로 안정되었다. 왕성한 버섯 수확철이 되면 본래 가격은 낮게 책정된다. 쑤닝시 메이례(梅列)구의 슈퍼마켓 몇 곳에서 판매되는 버섯 종류별 500g당 가격은 다음과 같다. 팽이버섯 6.5위안, 차나무버섯 6.3위안, 큰느타리 6.0위안, 큰컵버섯(Big Clitocybe) 5.8위안, 신종 느타리 5.8위안, 표고버섯 4.5위안, 양송이 3.9위안, 느타리 3.5위안, 털목이 2.5위안이며, 또한 풀버섯, 차나무버섯, 느티만가닥, 닭다리버섯 등은 재고품이 없었다. 2008년 여름과 가을같이 고온인 계절에는 상술한 품종의 가격이 더 높으며 안정적인 공급도 어렵다. 쑤위안(三元)구의 동샤(東霞)채소도매시장에서 표고버섯, 팽이버섯 등은 매일 1천 근(1근=500g) 이상이다.

2010년, 전국 버섯 가격의 동시 상승하였다. 정부에서 산업부흥 및 농민 우대 지원 정책을 실시하면서 전국의 버섯 가격은 동시에 오름세를 보였다. 베이징, 상하이, 쓰촨 등 지역의 판매가는 킬로그램당 12위안 이상까지 올랐고, 염장 버섯 가격도 톤당 12,000위안까지 오르는 등 시장에서는 과거의 저조한 상황이 완전히 바뀌고 있었다. 이와 동시에 간쑤(甘肅)성 용창(永昌)현은 버섯 2차 발효 및 입체 재배 기술을 적극 보급하여 신선 버섯의 품질 및 재배 면적당 생산량을 효과적으로 높임에 따라 현 전체의 버섯 농가들이 혜택을 보았다. 2012년, 버섯 종류별 가격이 하락하였다. 2012년 이후 각종 버섯 가격은 꾸준히 내림세를 보여 많은 생산 기업들이 적자를 보는 상황에 이르렀고, 각 지역의 농가들도 기타 농산품을 종식하는 경우도 점점 더 많아졌다. 팽이버섯은 농가에서 판매하는 가격이 건당 40위안까지 내려갔으며, 수 년전 같은 기간의 가격은 150~200위안 선을 장기적으로 유지했었다. 화난(華南) 지역에 계속되는 비로 인해 팽이버섯 가격은 불황기보다 50% 올랐지만, 지난해와 비교한다면 이는 여전히 매우 낮은 수준이다.

버섯 건조 제품은 중국의 소비자들이 전통적으로 소비하는 품종이며, 표고버섯, 목이, 흰목이, 노루궁뎅이버섯, 맛버섯, 야생균종 등이 건조 상품으로 판매된다. 상품 특성상 보관이 쉽고, 일부 제품은 물에 불린후 식감이 좋고 영양도 더욱 풍부하며, 특히 보건과 식이 기능이 있어 소비자들이 애용한다. 그러나 현재 기본적으로 재고가 없는 상태이다. 과거 몇 년간 슈퍼마켓과 도매시장의 건버섯 상품 판매량은 해마다 증가해왔고, 시장 수요도 꾸준히 확대되어, 이 시기 이후 건조품 가격도 꾸준히 안정적인 오름세를 유지하였다.

2013년, 가격 안정세를 유지하였다. 자료에 따르면 중국의 여러 지역이 폭우, 고온 현상 등 극단적인 날씨의 영향을 받아 채소 가격이 전체적으로 상승세를 탔으며, 각 성의 도시에서 판매되는 버섯 중에서 가격이 다소 오른 품종이 절반 이상이며, 으뜸폭도 지역마다 달랐다. 신종 느타리의 월평균 가격은 kg당 12.2위안, 플로로투스 네브로덴시스의 판매가는 kg당 23위안, 게맛버섯은 품질이 좋아 소비자가 애용하기 때문에 월평균 kg당 16.3위안, 차나무버섯은 품질과 시장 수요의 관계로 인해 월평균 가격이 kg당 8.5위안, 팽이버섯은 수요와 공급이 맞지 않아 시가에 여러 요인이 반영되었기 때문에 kg당 9위안, 큰느타리는 일부 공장에서 가격적 요소를 고려하여 재배량을 줄이거나 재배를 쉬는 등 경영으로 공급량이 감소했기 때문에 kg당 10위안 선을 유지, 양송이는 신선 제품을 판매하는 곳이 점차 늘어나고 있지만 생산지 제품이 계속해서 시장에 나옴에 따라 꾸준히 내림세를 탔기 때문에 kg당 16위안이다.

나. 시장 가격에 영향을 주는 요인 분석

(1) 거시경제 환경의 영향

국가통계국이 2013년 7월 15일에 발표한 데이터에 따르면, (이하 물가 상승 등 요인을 제외한 실질성장률) 상반기 중국의 도시와 농촌 주민의 소득 실질성장률은 각각 6.5%와 9.2%이며, 증가속도는 2012년 동기 대비 3.2%p 하락했다. 상반기 전국 도시와 농촌 주민의 평균 소득은 14,913위안이었다. 이 중에서 도시 주민의 1인 평균 가처분소득은 13,649위안으로, 명목성장률은 동기 대비 9.1% 증가했고, 실질성장률은 동기 대비 6.5% 성장했으며, 증가 속도는 1분기 대비 0.2%p 내림세를 보였다. 버섯 산업의 발전과 주민 소득은 정비례 관계에 있다. 주민 소득이 높고 안정될수록 그 소비 지출이 늘어나고, 버섯 산업이 건강하게 발전하는 데 유리하다. 2013년 중국 거시경제 현황으로 볼 때 이는 버섯 가격에 다소 영향을 미쳤지만 그 정도는 약했다.

(2) 시장 수요의 영향

2008년 이후 버섯 시장의 수요량은 급증하는 추세를 보였다. 특히 2011년부터 수요 증가율이 다시 오르기 시작했고, 2012년에 12% 이상까지 올랐는데, 이는 기타 농산품의 시장 수요 증가율보다 매우 높은 수치이며, 그 원인은 소득 증가와 생활 리듬이 나날이 빨라짐에 따라 수요가 많아진 것으로 분석된다. 이러한 시장 수요는 2013년 버섯 가격이 일정한 상승폭을 타게 했다.

(3) 시장 공급의 영향

2012년 전국의 버섯 생산량은 2828만 톤에 달했고, 동기 대비 10% 증가했다. 비록 중국의 버섯 생산량이 빠르게 늘고, 시장은 충분한 공급량을 받고 있고, 일정 부분 버섯 가격의 상승을 완화한 상황이지만, 이와 동시에 수요도 꾸준히 증가하여 버섯의 수요와 공급간 모순은 여전히 두드러진 상태이다.

(4) 경쟁 요인의 영향

중국의 버섯 종식과 생산량은 전 세계에서 1위이고, 세계 생산량의 약 70%를 차지하는 세계의 주요 버섯 수출국이다. 이와 동시에 중국 내수 시장의 수요도 왕성하여 성장률이 떨어지

지 않고 있다. 종합적으로 볼 때 버섯은 영양 가치, 약용 가치가 비교적 높아 국제 및 국내의 수요도 왕성하기 때문에 공급이 수요에 따르지 못하며, 수출에서 경쟁국이 없기 때문에 향후 몇 년 동안은 수출 가격이 여전히 오름세를 탈 것으로 전망된다. 반면 중국 국내 시장을 보면, 버섯 공장화 생산 수준이 부단히 향상되고 있고, 업계 기업 수도 꾸준히 증가하고 있어 시장 경쟁은 점점 더 치열해지고 있다. 따라서 가격 결정면에서 기업간의 상품 가격 혼란이 야기될 가능성이 있다. 그러나 전체적으로 향후 수년간 물가가 계속 상승하게 될 것이며, 버섯의 소비가도 반드시 오르게 될 것이다.

(5) 기후 요인

날씨가 변화를 반복하는 상황에서 전국적 범위의 온도 하강으로 일반 버섯 하우스 내부 온도가 영하까지 떨어졌고, 종균을 주입했으나 돌기가 돋지 않았으며, 에어컨, 온풍기 등 설비를 이용했으나 시장의 수요를 만족시키기에는 여전히 턱없이 부족했다. 기후로 인한 생산량 저조는 본래 공급량이 부족한 시장으로서는 설상가상이었고, 결국 가격이 상승세를 탔다. 2010년에는 날씨 원인으로 품종별 버섯 생산량이 모두 올랐지만 판매량도 높았는데, 느타리의 경우 kg 당 가격이 약 10위안까지 올랐다. 기온이 높아지자 버섯 수확이 정상적으로 이루어졌고, 따라서 약 6위안까지 회복되었다.

(6) 정부 정책의 영향

2011년 국가 채정부와 국가 세무총국은 버섯의 수출세금 환급률을 기존의 17%에서 5%로 하향 조정한다고 발표했다. 최근 국가 세무총국은 또 다시 <국가 세무총국의 수출세금환급률 문건 20120201A판 하달에 관한 통지> 하달과 함께 기존의 부가가치세 환급세 징수 내용을 “환급세 조건을 만족하지 않는 경우는 징수를 면제한다. 2012년 3월 1일부터 수출면세정책을 일괄 시행한다”는 내용으로 조정함으로써, 버섯 제품을 수출하는 전체 기업이 환급세 정책을 누릴 수 없게 되었다. 이후 수출 감소로 인해 수출무역상은 구매 가격을 떨어뜨렸고, 중개상 역시 가격을 더욱 떨어뜨렸으며, 최종적으로 시장 전체의 가격을 폭락시켰다.

6. 2014-2018년 버섯 시장 전망

가. 표고버섯

2012년 중국의 표고버섯 생산량은 약 300만 톤으로 동기 대비 11.11% 증가했고, 2013년에는 생산액이 328억 위안에 달했다. 현재, 전국에는 이미 ‘칭위안(慶元) 표고버섯’, ‘쑤이저우(隨州) 표고버섯’, ‘시샤(西峽) 표고버섯’, ‘핑취안(平泉) 표고버섯’이라는 4개 지역 표시 생산구역이 4대 표고버섯 집산지를 형성했으며, 이 곳의 표고버섯은 전국에서 거래되는 수량의 80%를 점유한다. 저장성은 리수이(麗水) 지역의 생산량이 약 4억 개(단목 개수, 이하 동일)로 가장 많고, 이중 칭위안현에서 0.8억 개를 생산하고 있다. 칭위안, 룡취안(龍泉), 징닝(景寧), 윈허(雲和)는 베이킹 건조법을 주로 사용하고, 리수이, 쑹양(松陽), 쑤이창(遂昌), 진윈(縉雲)은 신선버섯 판매를 위주로 한다. 판안(磐安), 우이(武義) 등은 신선 버섯 판매 위주이며, 약 5천만 개를 생산한다. 저장성에서는 주로 직경 15cm 규격의 균봉을 사용하며, 종식 품종은 봄에 재배하는 241-4, 939,

135, 937, 경과(慶科) 20 등이 있다. 푸젠성은 과거부터 표고버섯 생산이 많은 지역으로 유명하며, 성 전체의 많은 현과 시에서 종식을 하고 있다. 그러나 최근 몇 년간 생산량이 대폭 감소하면서 점유율도 낮아졌다. 주요 생산지는 구토펜(古田)현, 핑난(屏南)현, 푸청(浦城)현, 사오우(邵武)시, 젠양(建陽)시이며, 근래 생산량이 비교적 많은 곳은 장핑(璋平)현, 창팅(長汀)현이다. 종식하는 품종은 봄에 재배하는 241-4, 135, 939 등이다. 안후이성의 생산량은 적다. 주요 생산지인 쉰청(宣城)시, 황산(黃山)시, 치먼(祁門)시, 첸산(潛山)현에서 약 300만 톤을 생산한다. 주요 품종은 봄에 재배하는 939, 135, 경과 20, 241-4 등이다. 후베이성은 중국의 주요 표고버섯 산지 중 하나이다. 쑤이저우(隨州)시는 가을에 수확하는 버섯의 주요 산지이며, 균봉 규격은 직경 22cm를 주로 사용하고, 생산량은 약 1억 봉지이다. 위안안(遠安)현은 봄에 수확하는 버섯의 주요 산지이며, 균봉 규격은 직경 15cm를 주로 사용하고, 생산량은 8500만 봉지이다. 주요 품종은 135, 939이다. 산시(陝西)성은 단목 재배 버섯을 전통적으로 대량 생산해온 지역이다. 그러나 버섯량이 해마다 감소하고 있고, 과거 2년간 봉지 재배 버섯 생산량이 빠르게 증가했다. 봉지 재배 버섯의 주요 생산지는 시샹(西鄉)현, 닝창(寧強)현, 멘(勉)현, 닝산(寧陝)현, 스퉈안(石泉)현, 류바(留壩)현, 상뤄(商洛) 지역에 집중되어 있으며, 주요 품종은 241-4, 939 등이고, 생산량은 약 1억 5만 봉지이다. 허난성은 표고버섯의 봉지 재배 생산량이 많은 지역으로, 생산지는 시샤(西峽)현, 난자오(南召)현, 내이샹(內鄉)현에 집중되어 있다. 주요 품종은 9608, 939, 737이며, 봉지 규격은 직경 22cm를 사용한다. 루스(盧氏)현에서 생산하는 주요 품종은 939, 737이며, 봉지 규격은 직경 20~24cm를 사용한다. 미양(泌陽)현에서 생산되는 표고버섯은 비교적 독특하고 중국의 7대 재배 방식 중 하나를 사용하며, 봉지 규격은 직경 24cm를 사용한다. 초보적 통계에 따르면 생산량은 기본적으로 비슷한 수준을 유지할 것이라고 한다. 허베이성은 최근 몇 년간 표고버섯 재배에서 큰 발전을 이뤘다. 주로 신선 버섯을 판매하며, 판매 지역은 베이징, 톈진 등 대도시 위주이고, 균봉 규격은 직경 17cm를 사용한다. 생산량이 가장 많은 곳은 쑤화(遵化)시이며, 정부의 대외적인 통계에 따르면 1억 그루이고, 실제로는 6천만 그루이다. 다음으로 생산량이 많은 곳은 핑취안(平泉)현이며 약 1300만 그루를 생산한다. 기타 생산지로는 라이수이(涑水)현, 탕산(唐山)현, 상허(香河)현, 윈안(文安)현이 있으며, 전체적인 예상 성장률은 5-10%이다. 주로 신선 버섯을 판매하기 때문에 건버섯에 미치는 영향이 적다.

향후 수 년간 중국 표고버섯 생산량의 평균 증가 속도는 약 12%로 예상되며, 2015년에는 생산량이 약 410만 톤일 것으로 추산된다. 2017년 생산량은 500만 톤을 초과할 것이고, 2018년에는 580만 톤까지 규모가 확대될 전망이다.

나. 느타리

2001년 전국의 느타리 생산량은 259만 톤으로 생산량의 33.16%를 차지하며, 전국 뿐만 아니라 세계에서 최고 규모의 종균이자 국민들의 식탁에도 가장 많이 오르는 버섯이다. 현재 느타리 시장의 관리 규범인 채소 시장의 '진입제(准入制)' 시행으로 무공해 느타리 생산이 보급되었으며, 특히 느타리 가격이 버섯 품종 판매가 중 가장 저렴한데다 영양이 풍부하여 오래 전부터 국민들의 소득층에 관계없이 광범위하게 많이 소비되었다. 2008년 중국의 느타리 생산량은

약 434만 톤이었고, 2013년에는 750만 톤을 초과했다. 향후 생산량 증가 속도는 약 12%로 예상되며, 2016년에는 1천만 톤을 넘을 것으로 전망된다.

다. 양송이

양송이는 세계적으로 생산량이 많은 품종으로 광범위한 지역에 분포한다. 2007년 전국의 양송이 생산량은 244만 톤을 넘었으며, 현재는 약 350만 톤이다. 2015년에는 500만 톤을 초과할 것으로 전망된다. 중국에서는 최근 양송이 판매가가 상대적으로 높은 편으로, 신규 설립된 공장화 기업이 중점적으로 생산을 고려하고 있다. 현재까지 전국의 공장화 기업에서 1일 생산되는 양은 331.9톤이며, 대표적인 기업은 랴오닝성의 텐위안(田園), 산둥성의 지성(集盛) 등이고, 향후 1년간 사업 투자를 재조정함에 따라 생산량이 지속적으로 증가할 전망이다. 양송이의 공장화 생산 설비를 보면, 대형 기업들은 모두 외국서 수입한 설비를 사용하고 있고, 신규 설립한 기업은 대다수가 자체 연구 개발한 기계 설비를 사용하고 있다. 종균은 중국과학연구원에서 자체 기술로 분리한 것을 사용하는 것 이외에, 대부분 기업들이 외국서 들여온 종균을 사용하고 있으며, 미국 sylvan사의 종균 같은 경우는 중국 사용률이 비교적 높다.

라. 풀버섯

풀버섯 재배는 중국에서 기원하며 그 역사는 이미 200여 년 되었으며, 광둥성 사오관(韶關)시에 있는 남화사(南華寺)의 승려가 부식된 풀더미에서 자란 풀버섯을 발견하고 재배 방법을 연구한 것에서 비롯되어 오래전부터 ‘남화고’라는 이름으로도 불린다. 풀버섯의 또 다른 원산지는 후난성의 류양(瀏陽) 지역으로, 매년 마를 수확한 후 버려진 마 줄기와 마 껍질 더미 위에 풀버섯이 대량으로 자란 것을 발견한 데서 유래하기 때문에 ‘류양마고’라고도 불린다. 그 후 화교들이 풀버섯 재배 기술을 동남아에 전달했고, 최근 몇 년간은 미국과 유럽의 일부 지역에서도 재배하고 있으며, 1999년 전 세계에서 생산된 양은 30만 톤 가량이고, 중국에서는 20만 톤 가량 재배하여 세계 생산량의 60% 이상을 차지한다. 현재 중국의 풀버섯 생산량은 이미 100만 톤을 넘어섰다. 중국은 과거부터 풀버섯 생산이 가장 많은 국가이다. 주요 생산지는 광둥, 푸젠, 후난, 광시, 타이완, 장시 등이다. 최근 몇 년간 풀버섯 재배는 창장(長江), 황허(黃河), 만리장성을 차례로 건너면서 전국적으로 확산되었다. 버섯 시장이 부단히 확대됨에 따라 풀버섯 생산량도 계속 증가하고 있다. 2015년에는 생산량이 150만 톤에 이를 것으로 전망되며, 2018년에는 200만 톤 선을 바라보고 있다.

마. 팡이버섯

팡이버섯은 중국에서 가장 일찍 인공재배를 실시한 버섯의 하나이다. 버섯 갓이 여리고 윤기가 있으며, 팡이자루가 쫄깃하고, 영양이 풍부하며, 맛이 좋아서 세계적으로 애용되고 있다. 중국에서는 북부의 헤이룽장에서부터 남부의 윈난(雲南)에 이르기까지, 동부의 장쑤에서 서부의 신장(新疆)에 이르기까지 팡이버섯이 자라기에 적합한 환경을 갖추고 있다. 따라서 팡이버섯은 전국의 각 지역에서 모두 생산하고 있으며, 전국에서 공장화 생산을 하는 기업 수도 상대적으로 많다. 팡이버섯 재배는 공장화 생산의 특성상 적합하기 때문에 최근 몇 년간 공급량이 꾸준히 높은 수준을 유지했고, 버섯 공장화 생산에서 발전이 가장 큰 균류이다. 공급량이 대규

모인 것에 반해 영업마케팅 판로가 좁아서 대부분 지역에서 공급 과잉 현상이 발생했다. 중국의 핑이버섯 가격은 2006년부터 2007년 사이에 약 30%나 뛰었는데, 그 주원인은 2005년과 2006년에 수요가 공급보다 많았고, 2007년에는 공장화 생산으로 생산량이 50%나 급증했기 때문이며, 한편 소비자 수요를 공급량만큼 끌어 올리지 못했기 때문에 일정 기간 공급 과잉이 나타나면서 가격이 폭락했다. 그러나 2007~2010년의 4년 동안 공장화 생산량은 매년 약 30%씩 증가했고, 가격은 매년 약 10%씩 떨어졌다. 2003년 공장화를 통한 생산량은 1일 불과 40톤이었으나, 2010년에는 1일 생산량 722톤까지 올랐고, 2011년에는 무려 841톤까지 증가하여, 8년 새 20배 증가하는 등 폭발적인 증가 추세이다. 자료에 따르면 현재 중국의 핑이버섯 생산량은 이미 200만 톤 선을 넘었고, 생산액은 약 120억 위안 선을 넘었다. 향후 중국의 핑이버섯 시장이 15%의 증가 속도를 유지한다면 2015년에는 약 300만 톤까지 생산될 전망이며, 생산액은 약 180억 위안일 것이다.

7. 중국의 버섯 표준 현황

버섯 재배는 중국에서도 유구한 역사를 지닌다. 개혁개방 이후 중국 정부의 관심과 노력으로 중국의 버섯 사업은 급속한 발전을 이루었다. 중국의 버섯 생산량은 1978년의 6만 톤에서 2000년에는 780만 톤까지 증가하여 세계 상위권에 들어섰다. 중국의 버섯 생산량은 세계 1위이지만 제품 품질은 선진국과 큰 차이를 보인다. 제품 품질 문제에는 여러 원인이 있는데, 특히 중국의 버섯 생산량이 급증하는 과정에서 제조 표기 작업이 낙후된 원인이 크다고 보고 있다. 중국의 버섯 산업을 한층 발전시키고 제품 품질을 향상하기 위해 중국의 관련 부처는 버섯 표준을 발표했다.

가. 국가표준

- ① 품질 표준: GB7096-1996 버섯 위생 표준, GB7098-1996 버섯 통조림 위생 표준, GB/T14151-1999 양송이버섯 통조림 위생 표준, GB/T11675-1989 흰목이버섯 위생 표준, GWT6192-1986 흑목이 위생 표준
- ② 기술 규정: GB/T18525.5-2001 건표고버섯 방사선 살충 곰팡이 방지 기술 표준
- ③ 방법 표준: GB/T12530-1990 버섯 샘플 채취 방법, GB/T12531-1990 버섯 수분 측정, GB/T12532-1990 버섯 회분 측정, GB/T12533-1990 버섯 잡물질 측정, GB/T15672-1995 버섯 당분 총합량 측정 방법, GB/T15673-1995 버섯 조단백질 측정 방법, GB/T15674-1995 버섯 조지방 측정 방법
- ④ 기초 표준: GB/T12728-1991 버섯 용어
- ⑤ 물류 표준은 현재까지 없다.

나. 주요한 산업표준

sWTI0038-1992 풀버섯, GH/T1013-1998 표고버섯 등이 있다.

- ① QBI357-1991 표고버섯 즉발 통조림, QBI397-1991 노루궁뎅이버섯 통조림, QBI398-1991 핑이버섯 통조림, QBI399-1991 표고버섯 통조림

- ② SN0631-1997 수출용 탈수표고버섯 검사 규정, SN0632-1997 수출용 건표고버섯 검사 규정, SN0626.7-1997 수출용 급속냉동채소 검사 규정 버섯, SN/T0860-2000 수출용 양송이버섯 통조림의 셀레늄 측정 방법 형광분광 광도법
- ③ NY/T223-1994 느타리, NY/T224-1994 양송이, NY5095-2002 무공해식품 표고버섯, NY5096-2002 무공해식품 느타리, NY5097-2002 무공해식품 양송이, NY5098-2002 무공해식품 흑목이, NY5099-2002 무공해식품 버섯 재배 기질(基質) 안전기술 요구사항, NY5186-2002 무공해식품 건원추리, NY5187-2002 무공해식품 팽이버섯 통조림
- ④ ZBX710044990 표고버섯 소스 통조림, ZBX77004-1990 풀버섯 통조림, ZBX77008-1990 맛버섯 통조림, ZBX79001-1988 수출용 양송이버섯 통조림의 카르바미드 측정 방법
- 다. 지역표준
- ① 네이멍구(內蒙古)자치구: DBI5/T367-2001 일광온실 양송이 재배 기술
- ② 헤이룽장성(黑龍江): DB23/T163-2001 흑목이 종균 공장 건설 및 흑목이 종균 생산 기술 규범, DB23/T164-2001 단목재배 흑목이 기술 규범
- ③ 상하이시: DB31/242-2000 버섯 종균 양송이, DB31/T259.1-2001 안전위생 우수품질 버섯, DB31/T259.2-2001 안전위생 우수품질 버섯 생산기술 조작 규범
- ④ 저장성(浙江省): DB33/243.1.1999 카이화현(開化縣) 흑목이 제1부분 종균, DB33/243.2-1999 카이화현 흑목이 제2부분 재배기술, DB33/243.3-1999 카이화현 흑목이 제3부분 상품 목이버섯, DB33/384.1-2002 무공해 노루궁뎅이버섯 제1부분 종균, DB33/384.2-2002 무공해 노루궁뎅이버섯 제2부분 재배기술 조작 규정, DB33/384.3-2002 무공해 노루궁뎅이버섯 제3부분 상품 버섯
- ⑤ 푸젠성(福建省): DB35/T143.1-2001 푸딩시(福鼎市) 흰색양송이 표준 종합시스템표, DB35/T143.2-2001 푸딩시 흰색양송이 재배종, DB35/T143.3-2001 푸딩시 흰색양송이 재배기술 규범, DB35/T143.4-2001 푸딩시 흰색양송이 생물버섯 구매, DB35/T143.5-2001 푸딩시 흰색양송이, DB35/T144-2001 평난현(屏南縣) 자색영지버섯, DB35/T149.1-2001 서우닝현(壽寧縣) 화고 표준 종합시스템표, DB35/T149.2-2001 서우닝현 화고 종균 선별재배 기술 규범, DB35/T149.3-2001 서우닝현 화고 재배기술 규범, DB35/T149.4-2001 서우닝현 화고 신선보관기술 규범, DB35/T149.5-2001 서우닝현 화고 베이킹 건조기술 규범, DB35/T149.6-2001 서우닝현 화고 동결건조기술 규범, DB35/T149.7-2001 서우닝현 화고, DB35/T153-2001 평난현 여름표고버섯, DB35/T155-2001 셴유현(仙遊縣) 느티만가닥버섯
- ⑥ 허난성(河南省): DB41/T287-2002 무공해버섯 품질 안전 요구사항; 광시(廣西) 장족(壯族)자치구: DB45/32.5-2000 무공해 농산품 생산 생물버섯; 윈난성(雲南省): DB53/T096-2002
- ⑦ 간쑤성(甘肅省): DB62/T749-2001 버섯 품종 느타리 2호, DB62/T932-2002 우웨이시(武威市) 무공해농산품 생산기술 규정 양송이, DB62/T933-2002 우웨이시 무공해농산품 생

산기술 규정 느타리, DB62/T934-2002 우웨이시 무공해농산품 생산기술 규정 팽이버섯, DB62/T935-2002 우웨이시 무공해농산품 생산기술 규정 표고버섯, DB62/T936-2002 우웨이시 무공해농산품 생산기술 규정 차버섯, DB62/T818-2002 덩시시(定西市) 무공해채소 버섯 품질 안전, DB62/T826-2002 덩시시 무공해채소 버섯 생산지 환경조건, DB62/T827-2002 덩시시 무공해채소 느타리 생산기술 규정, DB62/T828-2002 덩시시 무공해채소 팽이버섯 생산기술 규정, DB62/T829-2002 덩시시 무공해채소 양송이 생산기술 규정, DB62/T830-2002 덩시시 무공해채소 플로로투스 네브로텐시스 생산기술 규정, DB62/T831-2002 덩시시 무공해채소 큰느타리 생산기술 규정, DB62/T991-2003 바이인시(白銀市) 무공해농산품 생산기술 규정 플로로투스 네브로텐시스

⑧ 칭하이성(青海省): DB63/T403-2002 무공해 양송이 생산기술 규정, DB63/T415-2002 무공해 팽이버섯 생산기술 규정, DB63/T417-2002 무공해 느타리 생산기술 규정, DB63/T418-2002 무공해 표고버섯 생산기술 규정

⑨ 신장(新疆)위구르자치구: DB65/043-2001 흑목이 섞음질 감정

라. 중국서 향후 시행할 버섯 국가표준, 산업표준, 지역표준에는 다음과 같다.

① 국가표준: <버섯 및 진균류 제조품 통용 기술 조건>, <농산품 품질안전 무공해 버섯 안전 요구사항>, <농산품 품질안전 무공해 버섯 생산지 환경 요구사항>, <송이버섯>, <그물버섯>, <느타리>, <양송이> 등

② 농업업계표준: <대곰보버섯>, <풀버섯>, <흰목이버섯>, <녹색식품 버섯> 등

중국의 버섯 표준시스템은 버섯 국가표준, 산업표준, 지역표준, 기업표준으로 구성되며, 세부적으로는 버섯 품질표준, 기술규정, 방법표준, 물류표준, 기초표준 내용이 포함된다. 중국서 현재 시행 중인 버섯 국가표준, 산업표준, 지역표준 내용은 대부분 품질표준에 치우쳐있으며, 그 외 기술규정, 방법표준, 기초표준 내용은 매우 적고, 물류표준은 제정되어있지 않다.

① 현행 표준에는 외국의 버섯 선진 표준을 그대로 들여온 표준 내용이 부족하며, 그 외에도 중국의 버섯 산업은 급속하게 발전했기 때문에 산업 발전 정도에 비해 표준 제정 수준이 심각하게 낙후되어 있다. 특히 관련 정부부처가 힘을 쏟고 있는 무공해농산품, 녹색식품, 유기식품 등의 인증 작업면에서 그에 상응하는 표준 제정 작업이 조속히 이루어지지 않아 해당 사업의 전개가 지체되고 있다.

② 기술규정은 중국서 현행 중인 버섯표준 중에서 현재로서는 유일하게 국가표준이 있고, 산업표준 3개, 지역표준 16개가 있다. 이 표준들은 중국의 버섯 산업 발전이 실질적으로 이루어지기에는 아직 부족한 점이 많기 때문에 필요한 산업표준과 국가표준을 조속히 제정해야 한다. 예를 들면 버섯의 생산 및 가공기술 규정 시리즈 표준, 무공해버섯의 생산 및 가공기술 규정 시리즈 표준, 녹색식품 버섯의 생산 및 가공기술 규정 시리즈 표준, 유기식품 버섯 생산 및 가공기술 규정 시리즈 표준 등이 있다.

③ 물류표준의 부족 현상은 중국의 버섯 제품이 국내외 시장에 진입하는 데 일정 부분 영향을 미치고 있어 그에 상응하는 산업표준과 국가표준을 조속히 제정해야 한다. 예를

들면 버섯 및 그 제조품의 포장, 저장, 운송, 라벨 ; 버섯 생물 제품의 포장, 저장, 운송 ; 버섯 급속냉동식품의 포장, 저장, 운송 ; 버섯 건식품의 포장, 저장, 운송 ; 버섯 염장식품의 포장, 저장, 운송 ; 버섯 통조림 식품의 포장, 저장, 운송 등이다.

- ④ 방법표준은 중국서 현행하는 표준 중에서 국가표준 6개가 있으며, 이는 모두 방법표준이고, 그 조작가능성과 실용성을 증가시키기 위해서는 조속히 개정이 필요하다. 이와 동시에 일부 방법표준을 늘림으로써 국제무역의 수요에 적응해야 한다. 예를 들면 버섯의 SO2특정 방법 등이다.
- ⑤ 기초표준 : 중국서 현행 중인 표준 중에서 기초표준은 1개 국가표준이 있다. 시행기간이 너무 오래됐기 때문에 현재의 생산 발전에 필요한 부분을 만족시키지 못하고 있어 조속한 수정 또는 신규 제정이 필요하다. <버섯 용어>에도 생산, 가공, 상품 등 여러 분야의 내용이 포함되어야 한다.

8. 중국의 버섯종균 관리 제도

중화인민공화국 농업부령 제62호 <버섯 종균 관리 방법>은 2006년 3월 16일에 농업부 제8차 상무회의의 심의를 통과하여 발표되고 2006년 6월 1일부터 시행하였으며, 1996년 7월 1일에 농업부가 발표했던 <전국 버섯 균종 임시 시행 관리 방법>(NONG NONG FA [1996] 6 HAO)은 이와 동시에 폐지되었다. 본 관리방법은 <중화인민공화국 종자법>에 근거한 것으로, 버섯 종균 자원을 보호하고 합리적으로 이용하며, 버섯 품종의 선별재배방법을 규범화하고, 버섯 종균(이하 '종균'으로 약칭)의 생산, 경영, 사용, 관리 방법을 규범화하는 데 그 목적이 있다.

가. 감독관리 부처

농업부에서 전국의 종균 사업을 주관한다. 현급 이상의 지방인민정부 농업(버섯, 이하 동일) 행정주관부처는 해당 행정구역의 종균 관리 사업을 담당한다. 현급 이상의 지방인민정부 농업 행정주관부처는 반드시 버섯 종균의 자원을 보호하고 우량종을 선별 재배하여, 생산, 혁신, 보급 사업을 강화해야 하며, 또한 선별 재배, 생산, 경영과 상호 결합하도록 고무해야 한다.

나. 종자 자원 보호 및 품종 선별 육종

국가에서 버섯 종균 자원을 보호하며, 어떠한 기업이나 개인도 독단으로 점유하거나 파손할 수 없다. 국가가 중점적으로 보호하는 천연 버섯 종균 자원을 무단 채집하는 것을 금지한다. 과학연구 등 특수 상황으로 인해 채집이 필요한 경우는 반드시 법에 따라 채집 수속을 신청 처리해야 한다. 임의의 기업이나 개인이 외국으로 버섯 종균 자원(균사체가 자란 재배 기질 및 종균 분리에 사용되는 자실체 포함)을 제공하는 경우, 반드시 소재지 성급 인민정부 농업행정 주관부처의 심사를 거쳐야 하며, 농업부에서 비준한다. 외국으로부터 종균을 수입할 시에는 반드시 법에 따라 검역을 받고, 수입 후 30일 이내에 적정량의 종균을 중국 농업미생물종균보관 관리센터로 보내 보관토록 한다. 국가는 기업이나 개인이 버섯 품종을 선별 재배하고 개발하는 것을 고무하고 지지하며, 과학연구 기관과 기업이 상호 결합하여 기업의 투자를 받아 신품종 선별 재배 연구를 실시하는 것을 권장한다. 선별 재배하는 신품종은 법에 따라 식물신품종관리

를 신청할 수 있으며, 해당 품종에 대한 권리를 소유한 자의 합법적 권익을 국가에서 보호한다. 버섯 품종을 선별 재배하는(수입하는) 자는 전국농업기술보급서비스센터에 품종 인정(認定)을 자원 신청할 수 있다. 전국농업기술보급서비스센터의 버섯품종인정위원회에서 품종 인정 업무에 따르는 기술 감정 업무를 담당하고 있다. 버섯 품종의 이름은 반드시 규범화되어야 한다. 이름을 결정하는 구체적인 규칙은 농업부에서 별도로 규정한다.

다. 종균의 생산 및 경영

종균의 생산 경영에 종사하는 기업이나 개인은 반드시 <버섯 종균 생산 경영 허가증>을 취득해야 한다. 재배종 경영에만 종사하는 단위나 기업은 <버섯 종균 생산 경영 허가증>을 취득하지 않아도 되나, 경영자는 종균 관련 지식을 숙지하고 있어야 하고, 종균 저장 설비와 장소를 구비하고 있어야 하며, 현급 인민정부 농업행정주관부처에 해당 내용을 보고하여 참고 서류로 비치토록 해야 한다. 부모종 및 원종의 <버섯 종균 생산 경영 허가증>은 소재지 현급 인민정부 농업행정주관부처에서 심사, 비준, 발급한 후 해당 문서를 농업부에 제출하여 비치한다. 재배종 <버섯 종균 생산 경영 허가증>은 소재지 현급 인민정부 농업행정주관부처에서 심사, 비준, 발급하며, 해당 문서는 성급 인민정부 농업행정주관부처에 제출하여 비치한다.

부모종 및 원종 <버섯 종균 생산 경영 허가증>을 신청하는 기업이나 개인은 반드시 다음과 같은 조건이 구비되어 있어야 한다.

- ① 부모종을 생산 경영하는 등록자본은 100만 위안 이상, 원종을 생산 경영하는 등록자본은 50만 위안 이상이어야 한다.
- ② 성급 인민정부 농업행정주관부처의 심사 담당자는 1명 이상, 생산기술요원은 2명 이상이어야 한다.
- ③ 해당 사업에 필요한 멸균, 주입, 배양, 저장 등 설비와 장소가 구비되어 있어야 하고, 필요한 품질검사 기기와 시설이 갖춰져 있어야 한다. 부모종 생산은 반드시 버섯 실험에 필요한 설비와 장소가 갖춰져 있어야 한다.
- ④ 생산 장소의 환경 위생 및 기타 조건은 농업부가 제정한 <버섯 종균 생산기술 규정>에 부합해야 한다.

재배종 <버섯 종균 생산 경영 허가증>을 신청하는 기업이나 개인은 반드시 다음과 같은 조건이 구비되어 있어야 한다.

- ① 등록자본 10만 위안 이상이어야 한다.
- ② 성급 인민정부 농업행정주관부처의 심사 담당자는 1명 이상, 생산기술요원은 1명 이상이어야 한다.
- ③ 해당 사업에 필요한 멸균, 주입, 배양, 저장 등 설비와 장소가 구비되어 있어야 하고, 필요한 품질검사 기기와 시설이 갖춰져 있어야 한다.
- ④ 재배종을 생산하는 장소의 환경 위생 및 기타 조건은 농업부가 제정한 <버섯 종균 생산기술 규정>에 부합해야 한다.

<버섯 종균 생산 경영 허가증> 신청 시에는 반드시 현급 인민정부 농업행정주관부

처에 다음 서류들을 제출해야 한다. 부모종 생산경영허가증을 신청하는 품종이 권한을 양도받은 품종인 경우는 반드시 품종의 권리를 소유한 자(품종을 선별 재배한 자)가 발급한 서면 형식의 권한 양도 증명서를 제출해야 한다.

- ① 버섯 종균 생산 경영 허가증 신청서
- ② 등록자본 증명 자료
- ③ 종균 검사요원, 생산기술요원의 자격 증명서
- ④ 기기 설비 및 시설에 관한 명세서 및 재산권 증명서, 주요 기기와 설비의 사진
- ⑤ 종균을 생산 경영하는 장소의 사진 및 재산권 증명서
- ⑥ 품종 특성 소개서
- ⑦ 종균의 생산 경영에 따르는 품질보증 제도

현급 인민정부 농업행정주관부처는 부모종 및 원종 생산경영허가신청서를 접수한 후 전문가를 구성하여 공장 답사를 실시할 수 있다. 그러나 신청서를 접수한 날짜로부터 20일 이내에 심사결정의견서에 서명하고, 성급 인민정부 농업행정주관부처에 보고하여 심사 비준을 받아야 한다. 성급 인민정부 농업행정주관부처는 반드시 심사결정의견서를 수령한 날짜로부터 20일 이내에 심사 비준 업무를 완료해야 한다. 조건에 부합하는 경우는 생산경영허가증을 발급하며, 부합하지 않는 경우는 신청자에게 서면 형식의 사유서를 발송한다. 현급 인민정부 농업행정주관부처는 재배종의 생산경영허가신청서를 접수한 이후에 전문가를 구성하여 공장 답사를 진행할 수 있다. 그러나 반드시 신청서를 접수한 날짜로부터 20일 이내에 심사 비준 업무를 완료해야 한다. 조건에 부합하는 경우는 생산경영허가증을 발급하며, 부합하지 않는 경우는 신청자에게 서면 형식의 사유서를 발송한다.

종균 생산경영허가증의 유효기간은 3년이다. 유효기간이 만료된 후에도 계속 생산 경영을 하고자 하는 경우는 반드시 유효기간 만료일 2개월 이전에 기존 허가증을 소지하고 최초로 처리한 신청 절차에 따라 재발급을 신청해야 한다. 종균 생산경영허가증의 유효기간이 남았으나 허가증 기재 내용상 변경이 필요한 경우는 반드시 허가증을 심사 비준한 기관에서 변경 수속을 처리하고, 필요한 증명 자료를 제출해야 한다.

종균은 급수별로 생산하고, 한 단계 낮은 급수의 종균은 한 단계 높은 급수의 균종 생산에 사용할 수 있으며, 재배종은 종균의 번식 확대에 재사용할 수 없다. 상급 종균의 생산경영허가증을 취득한 기업이나 개인은 하급 종균의 생산 경영을 할 수 있다.

허가증이 없거나 허가증의 규정에 따르지 않는 종균 생산 경영을 금지하며, <버섯 종균 생산 경영 허가증>을 위조, 수정, 매매, 대여하는 행위를 금지한다.

종균을 생산하는 기업이나 개인은 반드시 농업부가 규정한 <버섯 종균 생산기술 규정>에 따라 생산해야 하고, 종균 생산 관련 문서를 작성해야 하며, 문서에는 생산 지점, 시간, 수량, 배양기 배합 비율, 배양 조건, 종균의 출처, 조작자 이름, 기술책임자, 검사 기록, 종균 생산의 흐름도 등 내용을 명시해야 한다. 생산문서는 반드시 종균을 판매한 날짜부터 2년 이후까지 보관해야 한다.

종균을 경영하는 기업이나 개인은 종균경영문서를 작성해야 하고, 문서 내용에는 종균의 출처, 보관 시간, 보관 조건, 판매 방향, 운송, 취급자 등의 내용을 명시해야 한다. 경영문서는 종균을 판매하기 시작한 날짜부터 2년 이후까지 보관해야 한다.

판매하는 종균은 반드시 라벨과 종균의 품질합격증을 부착해야 한다. 라벨에는 종균의 종류, 품종, 급수, 주입 날짜, 보관 조건, 유통기한, 종균 생산경영허가증 일련번호, 적용한 표준, 생산자 이름, 생산 지점을 명시해야 한다. 라벨에 명시한 내용은 판매하는 종균과 일치해야 한다. 종균을 경영하는 기업이나 개인은 구매자에게 종균의 품종 및 품종 성격에 관해 설명해야 하고, 재배의 요점 및 관련 자문 서비스를 제공해야 하며, 종균의 품질을 책임져야 한다.

라. 종균의 품질상 요구사항

농업부는 전국 및 관할지역의 균종 품질 감독 조사 계획 제정을 책임진다. 현급 이상의 지방인민정부 농업행정주관부처는 관할 행정구역의 종균 품질 감독을 책임지며, 전국에 대한 계획 내용 및 해당 지역의 실제 정황에 근거하여 관할지역에 대한 감독 조사 계획을 제정한다. 종균의 품질 감독 조사와 관련하여 조사에 응하는 기업이나 개인에게서 비용을 받을 수 없으며, 검사를 번복하는 행위를 금지한다.

현급 이상의 인민정부 농업행정주관부처는 종균품질검사기관에 종균의 품질 검사를 위탁할 수 있다. 종균의 품질 검사를 맡은 기관은 반드시 검사에 필요한 실험 조건과 능력을 갖추고 있어야 하며, 성급 이상의 인민정부가 실시하는 해당 심사에서 합격 판정을 받아야 한다.

종균품질검사기관에는 종균 검사원이 배치되어 있어야 한다. 종균 검사원이 갖춰야 할 조건은 다음과 같다.

- ① 전문대학 이상의 관련 전공자, 또는 중급 이상의 전문 직업 기술을 보유한 자
- ② 종균 검사 기술업무에 3년 이상 종사한 자
- ③ 성급 이상의 인민정부 농업행정주관부처가 실시한 심사에서 합격한 자

가짜 종균과 저급한 종균의 생산 및 경영을 금지한다. 비종균을 종균으로 둔갑시킨 경우와 종균의 종류, 품종, 급수, 라벨이 실제 내용물과 일치하지 않는 경우, 하나에 해당한다면 가짜 종균이다. 또, 품질이 국가가 규정한 표준보다 낮은 경우, 품질이 라벨에 명시한 내용보다 낮은 경우와 종균이 유효기간이 지나거나 변질된 경우 중 하나에 해당한다면 저급한 종균이다.

마. 수출입 관리

종균을 수출입하는 기업은 종균생산경영허가증을 구비해야 하는 것 외에도, 국가가 제정한 대외무역 관련 법률 및 행정법규 규정에 따라 종균의 수출입 무역에 종사할 수 있는 자격을 취득해야 한다.

종균의 수출입을 신청하는 기업이나 개인은 반드시 <종균 수(출)입 심사 비준표>를 작성하여 성급 인민정부 농업행정주관부처의 심사를 거쳐야 하며, 농업부에 보고하여 심사 비준을 얻은 후 법에 따라 수출입 수속을 처리해야 한다. 종균수출입심사비준서의 유효기간은 3개월이

다.

수출입하는 종균은 반드시 다음 조건에 부합해야 한다.

- ① 국가가 수출입을 허가하는 종균 자원에 속해야 한다.
- ② 종균의 품질은 국가표준 또는 산업표준에 부합해야 한다.
- ③ 종균의 이름, 성격, 수량, 원산지 등 관련 증명서를 진실하게 작성하여 준비해야 한다.
- ④ 법률 및 법규에서 규정하는 기타 조건에 합당해야 한다.

종균의 수출입을 신청하는 기업이나 개인은 반드시 다음 자료들을 제출해야 한다. <버섯 종균 생산 경영 허가증> 사본, 영업허가증 사본, 수출입 무역 자격 증명서, 버섯 품종 설명서, 제 31조 규정 조건에 부합하는 기타 증명 서류이다. 외국에서 종균을 생산하기 위해 종균을 수입하는 경우는 제29조 규정의 제한을 받지 않지만, 반드시 외국에서 종균을 생산한다는 내용의 체결 계약서를 구비해야 한다. 수입한 종균의 사용처는 종균을 생산하는 데에만 국한되며, 재배한 제품은 국내에서 판매할 수 없다. 외국으로부터 실험용으로 들여온 종균 및 그 번식 확대종은 종균 상품으로서 판매될 수 없다.

표 3-4. 중국의 주요 표고버섯 재배품종

이름	접종기	출고 온도(℃)	출고시기	균령 (菌齡)	종류의 특징
241-4	2-4월	8-20	10월-익년4월	180일 이상	모양이 둥글고 갓이 두툼함. 갈색. 자루가 짧음. 생산량이 높고 품질이 좋음. 건표고 생산에 적합.
9015	2-7월	8-20	10월-익년4월	90일 이상	갈색, 모양이 둥글고 송이가 두툼함. 자루가 굵음. 생산량이 높고, 품질이 우수함. 생표고와 건표고 생산 모두 적합함.
花茹939	2-7월	8-20	10월-익년4월	90일 좌우	갓이 둥글고 두툼함. 밝은 갈색. 품질이 우수하고, 抗逆性 좋음. 화고품종.
花茹135	1-2월	7-15	10월-익년4월	200일 이상	표고가 두툼함. 진한 갈색, 자루가 짧음. 화고 나오기 쉬움.
慶科20	2-7월	8-20	10월-익년4월	90-150일	둥글고, 갈색. 자루가 굵고 짧음. 생산량이 높고 품질이 좋음.
Cr04	12-2월, 6-9월	12-23	10월-익년4월	80일 이상	갓이 두툼함. 연한 색깔. 자루가 상대적으로 짧음. 생산량이 높고 품질이 좋음. 생표고와 건표고 모두에 적합함.
L26	12-2월, 6-8월	10-23	10월-익년4월	90일 이상	송이가 두툼함. 갈색. 갓이 둥글고 자루가 가늘고 짧음. 생산량이 높고 품질이 우수함. 생표고와 건표고 모두에 적합함.
Cr62	12-2월, 6-8월	10-23	10월-익년4월	60일 이상	송이가 둥글고 두툼함. 자루가 짧음. 갈색. 생산량이 높고 抗逆性强함. 여름에 출하가능.
武香1號	12-2월	6-34	5월-12월		연갈색. 갓이 크고 둥근. 내온성. 생산량이 높고 품질이 좋음. 역계절 재배에 적합함.
慶豐1號	12-3월	8-20	10월-12월, 2월-4월		갓이 두툼하고 둥근. 갈색. 자루짧음. 생산량이 높고 품질이 좋음.
滬農1號	12-3월	8-22	10월-12월, 3월-4월		연갈색. 갓이 둥글고 자루가 짧고 가늘. 생산량이 높음.
日豐34號	12-3월	10-22	10월-4월		연갈색. 갓이 둥글고 자루가 짧음. 생산량이 높음. 건표고 생산에 적합함.
L241	12-3월	6-18	10월-12월, 2월-4월		갓이 둥글고 두툼함. 자루가 짧고 가늘. 갈색. 건표고 생산에 적합함.
7401	12-3월	6-20	11월-4월		갓이 둥글고 두툼함. 연갈색. 저온재배에 적합.
8210	12-3월	10-22	10월-12월, 2월-4월		갓이 둥글고 두툼함. 갈색. 자루가 짧고 가늘. 抗逆性强함. 생산량이 많고 안정적이다.
L507	12-3월	8-22	10월-12월, 3월-4월		두툼함. 진한 갈색. 자루가 짧음. 적응성 강함.
香雞26號	1월-4월	20-30			중소형, 두툼함.
廣香51號		8-22			약간 크고 일찍 출고되며 재배주기가 짧음.
華香8號	8월중순-9월초	6-24	10월말-익년4월		진갈색. 빨리 출고하고 균령이 짧음. 抗雜力 강함.
華香5號	3-4월, 8월초	5-24	10월말-익년4월		갈색. 자루가 약간 길다.
L952	2-3월하순				진한 갈색. 화고율이 높다.
菌興8號	11-4월	10-32	익년 5-11월	70일	진한 갈색. 육질이 두툼함. 역계절 고온품종.
L9319	남부11-3월, 북부10-12월	12-34	남부 56월, 8-11월, 북부 6-10월	120일	抗逆性强함. 황갈색. 갓이 둥글고 자루는 중간 정도.
L808	남부 7-9월, 북부 5-8월	12-25	10월-익년4월		가을·겨울 출고. 가을표고 비율이 상대적으로 높음.
慶科212	6-9월	8월-30월	9월-익년6월	60일	갓이 크고 둥근. 회갈색. 품질 좋음.

※ 易菇網(www.emushroom.net), 食用菌產業網(www.pda519.com)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 프로젝트의 최종 목표는 국내 버섯산업의 안정화와 버섯종균(품종)의 해외 수출을 위하여 종균, 배양 배지, 버섯의 수출입에 관련된 제도 및 법규를 재정비, 해외 시장에서 선호하는 종균 및 버섯을 발굴, 안정적인 생산 및 품질관리 시스템을 구축, 한국산 버섯 품종 및 종균의 해외 수출을 개척하여 국가 종자산업 발전에 기여하는 것이기 때문에 국내외 버섯 및 종균 시장의 조사 분석, 종균 수출을 위한 전략 수립, 수출형 종균 제조를 위한 안전 기술 확보, 생산관리, 보존 및 품질관리의 달성 여부를 평가 기준으로 할 수 있으며 평가의 착안점 및 기준은 다음과 같다.

연구개발의 목표	착안점 및 기준	가중치 (%)
○ 국내외 버섯 및 종균 시장의 조사 분석	○ 우리나라 버섯 및 종균산업의 현황과 과제 분석 여부	5
	○ 우리나라 버섯 소비특성 및 수입대응 방안 제시 여부	5
	○ 일본·중국·동남아 지역의 버섯·종균 시장 조사 분석 여부	5
	○ 미국·유럽·호주의 버섯·종균 시장 조사 분석 여부	5
○ 종균 수출을 위한 전략 수립	○ 일본·중국·동남아의 버섯·종균 관련 제도분석 및 수출전략 수립 여부	10
	○ 미국·유럽·호주의 버섯·종균 관련 제도분석 및 수출전략 수립 여부	10
	○ 버섯 및 종균 수출을 위한 지원체계 구축 여부	5
	○ 종자보험제도, 종균보증제도 등 관련법 제도 개선 제안 여부	5
○ 수출형 종균 제조를 위한 안전 기술 확보	○ 원균과 종균의 감염 및 오염 진단법 개발 여부	10
	- 곰팡이, 세균, 바이러스 등 오염원의 종류 및 감염경로 구명	(3)
	- 오염원 D/B 구축 및 공개	(3)
	- 오염 진단법 및 분자마커 개발 및 상용화	(4)
	○ 원균 및 종균 퇴화 방지 기술 개발 여부	10
	- 생화학적 기법을 이용한 원균 및 종균의 활력 검정법 개발	(2)
	- 퇴화 유도를 위한 극한 환경 배양 보존극	(2)
	- 한 환경 배양 보존 균주의 생화학적 특성 분석	(2)
- 극한 환경 배양 보존 균주의 재배학적 특성 분석	(2)	
- 원균 및 종균의 퇴화 방지 보존법 매뉴얼 구축	(2)	
○ 수출형 종균 생산관리	○ 수출형 표준 종균 제조, 생산 관리 매뉴얼 및 시스템 구축 여부	20
	- 버섯 종류별 최적 종균 배지 재료 및 배양 용기 개발	(5)
	- 버섯 종류별 최적 종균 배양 환경 관리 시스템 구축	(5)
	- 버섯 종류별 최적 종균 보존 관리 시스템 구축	(5)
○ 원균 및 종균의 보존 및 품질관리	- 종균 관리시설 관리 시스템 개발	(5)
	○ 버섯종균의 품질관리 시스템 구축 및 운영	10
	- 종균, 원균 및 버섯의 유해 물질 조사 및 검사 시스템구축	(5)
- 종균 및 원균의 품질관리 on-line 시스템 구축 및 운영	(5)	

본 프로젝트(중균 및 버섯 수출입 대응 연구)는 2개의 세부과제(제1세부 프로젝트 : 중균 제조기술개발, 제2세부프로젝트 : 수출입 대응 연구)와 1개의 위탁과제(버섯 중균제조 및 관리 기술 개발)로 구성되어 진행하였다. 그러나 제2세부프로젝트가 2년차까지만 수행하고 연구 중단되어 당초 목적을 달성하지 못하였고, 특히 수출 시장 확보를 위한 해외 조사 연구는 수행할 수 없었다.

본 프로젝트는 당초 1단계에서 수출형 중균의 안정 생산 기술개발과 2단계에서 1단계 결과를 적용하여 해외 수출을 도모하는 계획이었기 때문에 현 단계까지는 기초 연구에 치중할 수 밖에 없었다.

제1세부프로젝트의 연구 목표는 수출형 버섯 중균 안정 생산 기술 개발로 연구개발 내용은 오염원의 종류 조사(느타리류, 표고, 양송이) 데이터베이스구축, 원균 활력 검정법 개발(단백질, 효소 분석), 최적 중균 배지 재료 및 배양용기 개발(양송이), 중균, 원균 및 버섯의 유해 물질 조사, 원균 활력 검정법 개발, 최적 중균 배지 재료 및 배양용기 개발(양송이), 최적 중균 배양 환경 관리 시스템 구축(양송이), 버섯 종류별(양송이) 최적 중균 배지 재료 및 배양 용기 개발, 중균 및 원균의 품질관리 on-line 시스템 구축 등이다. 모든 연구내용을 충실히 수행하였다. 그러나 중균 및 원균의 품질관리 시스템은 국내의 자료와 연구 결과를 종합하여 초안을 작성하였으나 온라인에 공개하지는 못하였다. 이는 몇 가지만 보완한다면 on-line에 공개할 수 있을 것으로 판단된다.

제2세부프로젝트의 연구 내용 중 버섯 및 중균 시장의 조사 분석은 2년차까지 한국, 중국을 완료하였으나 미국, 동남아, 미국, 유럽, 호주 등은 과제 중단으로 수행하지 못하였다.

1단계 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표의 달성도 및 관련분야의 기술발전예의 기여도 등은 다음과 같다.

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도 (%)	관련분야 기술발전예의 기여
1차 연도	○ 우리나라 버섯 및 중균산업의 현황과 과제 분석	- 국내 버섯 및 중균산업의 현황 파악 및 법제도 분석으로 발전 방향 제시	100	- 국내 버섯 및 중균 발전 방향 제시
	○ 수출형 버섯 중균 안정 생산 기술 개발	- 오염원의 종류 조사(느타리류)	100	- 시설 오염원 조사와 국외 사례 분석으로 국내 생산 시설의 기준 제시
		- 원균 활력 검정법 개발: 단백질, 효소 분석	100	- 원균 활력 검정법 기준 제시
		- 최적 중균 배지 재료 및 배양 용기 개발(양송이)	100	- pp 필터 봉지 개발로 양송이 중균의 새로운 제조법 제시
	- 중균, 원균 및 버섯의 유해 물질 조사	100	- 유해물질 조사 분석으로 안전성 확보, 소비 촉진	
2차 연도	○ 우리나라 버섯 소비특성 및 수입 대응 방안 제시	- 우리나라 버섯소비 동향, 선호 특성 조사 및 중균 수입대응 방안 제시	100	- 소비 특성 분석 등으로 버섯 육종 방향성 제시 - 중국의 버섯 및 중균 사업 동향 조사 완료로 중국 시장 파악 가능
	○ 수출형 버섯	- 오염원의 종류 조사(표고, 양송	100	- 시설 오염원 조사와 국외 사례

	<p>중균 안정 생 산 기술 개발</p> <p>이)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 원균 활력 검정법 개발: 유기 산분석 여부 - 최적 중균 배지 재료 및 배양 용기 개발(양송이) 여부 - 느타리, 큰느타리 버섯의 유해 물질 조사 여부 	<p>100</p> <p>100</p> <p>100</p>	<p>분석으로 국내 생산 시설의 기준 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 원균 활력 검정법 기준 제시 - 조, 벼 등의 국내산 재료, pp필터봉지 활용으로 양송이 중균의 새로운 제조법 제시 - 안전성 확보, 소비 촉진 	
3차 년도	<p>○ 일본·중국·러시아의 버섯·중균 시장 조사 분석</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 버섯소비 동향 및 선호특성, 중균 생산 유통 현황 및 관련 법 제도 분석 	<p>중단</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중단
	<p>○ 수출형 버섯 중균 안정 생산 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 오염원 D/B 구축 - 최적 중균 배양 환경 관리 시스템 구축(양송이) - 버섯 종류별(양송이) 최적 중균 배지 재료 및 배양 용기 개발 - 양송이, 표고 버섯의 유해 물질 조사 	<p>100</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>100</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 시설 오염원 조사와 국외 사례 분석으로 국내 생산 시설의 기준 제시 - 국내외 시설의 환경 조사 분석으로 시설 개선 기준 제시 - 조, 벼 등의 국내산 재료, pp필터봉지 활용으로 양송이 중균의 새로운 제조법 제시 - 안전성 확보, 소비 촉진
4차 년도	<p>○ 일본·중국·러시아의 버섯·중균 관련 제도분석 및 수출전략 수립</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중균 수출의 경제성 분석 및 수출 전략 수립 	<p>중단</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중단
	<p>○ 수출형 버섯 중균 안정 생산 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 원균 및 중균 관리 시스템 개발 - 중균 및 원균의 품질관리 on-line 시스템 구축 	<p>80</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 중균 제조 시스템을 조사 분석하여 한국형 중균 관리시스템 확립 - 중균 및 원균의 품질관리 시스템 구축으로 원균 관리 센터 설립 추진

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

- 본 프로젝트는 2개의 세부프로젝트(수출입 대응 연구와 종균 제조 기술 개발)와 1개의 위탁과제(버섯 종균 제조 및 관리기술 개발)로 구성되어 있음
 - 수출입 대응 연구는 프로젝트 연구 목표 등의 변경으로 인하여 3차년도에 연구가 중단되어 당초 계획 했던 목표를 달성하지 못하였음
- 본 프로젝트에서 국내외 종균 생산 시설의 실태를 조사 분석한 결과, 안전한 종균 생산과 버섯 생산성 증대를 위하여 원균관리, 종균제조관리 등을 전반적으로 개선해야할 것으로 판단되었음.
 - 원균관리는 지적재산권 보호와 안전한 종균 생산을 위하여 국가 차원에서 전문적인 균주 보존기관의 설립이 절실한 것으로 판단.
 - 원균 및 퇴화 방지 기술 개발을 위하여 원균의 보존, 계대배양, 효소활성 분석, 재배시험을 실시하였고, 이를 통하여 균주의 안전 보존 및 관리 기준을 제시하였음
 - 종균의 대량생산과 수출을 위하여 배지 재료를 톱밥과 밀 등에서 조, 수수, 벼 등의 곡물로, 또 배양용기를 병에서 봉지로 전환할 필요가 있음
 - 종균의 안전 생산을 위하여 배양시설의 개선이 요구되었고, 생산 이력제 도입을 통한 품질관리가 절실 함
 - 국내외 버섯 및 종균 산업 동향과 문제점을 파악하여 국내 버섯 종균 및 생산 방향성을 제시하였음

- 프로젝트 진행 중 연구개발 성과는 다음과 같다.

1. 상품화 개발

	개발내용	건수
1	관행 밀곡립 배지 대체 보리, 수수, 조를 이용한 양송이 종균 제조방법 개발	3
2	부직포 및 pp필름을 이용 캡슐형태로 성형된 내부를 톱밥으로 충전후 pp병에서 살균, 접종, 배양하는 캡슐종균 생산방법 개발	1
3	관행(링거병) 대체 PP 필터봉지를 이용한 종균생산방법 개발	1
4	벼를 이용한 양송이 종균생산	1

2. 홍보

	홍보명	홍보지
1	버섯 캡슐종균으로 집종을 안전하게 - 버섯종균 및 수출입 대응 GSP 사업으로 산학연 공동개발 -	충청신문 등 10매체
2	충남도 버섯종균 가급적 빨리 사용해야, 버섯 종균 보관 및 사 용시 유의사항 당부	동양뉴스통신 등 11매체

3. 논문

	논문명	학술지명	호
1	Characteristics and suitability of various cereal grains in spawn production of button mushroom	한국버섯학회지	12(4)
2	양송이버섯 재배에서의 긴수염버섯과리(<i>Lycoriella ingenua</i>)의 발달과 피해	한국버섯학회지	13(3)
3	충남지역 양송이버섯 재배지 버섯과리 발생과 방제 실태	한국버섯학회지	14(3)

4. 학술발표

	발표주제	학술대회명	장소
1	韓國におけるきのこ産業と研究の最新動向(강연)	17회일본버섯학회	일본 히로시마
2	Analysis of Radioactivity and Heavy Metal Concentrations in Spawn and Substrates of Some Edible Mushroom	2014년도 (사)한국균학회 춘계학술대회	경북대학교
3	Investigation of the Environmental Conditions of Mushroom Spawn Production Facility in Korea	2014년도 (사)한국균학회 춘계학술대회	경북대학교
4	Trend of mushroom industry and mushroom research in Korea(강연)	일본균학회 58회대회	일본 코마츠
5	Simple and low-cost preservation of mycelial cultures in various mushroom strains	버섯학회	
6	F1 progeny by intercross between two different strains in <i>Pleurotus ostreatus</i>	버섯학회	

7	Selected grain substrates and hydration methods on mycelial growth in <i>Agaricus bisporus</i> spawn	버섯학회	성균관대학교
8	양송이 품종의 특성(강연)	버섯학회	성균관대학교
9	rRNA ITS analysis and morphological growth on nutrient agar of stroma spawn of <i>Agaricus bisporus</i> strains	2014년도 (사)한국균학회 춘계학술대회	경북대학교
10	Developmental characteristics of mushroom fly, <i>Lycoriella ingenua</i> in <i>Agaricus bisporus</i>	2015년도 (사)한국균학회 춘계학술대회	대전컨벤션
11	버섯종균의 안전생산관리(강연)	2015년 (사)한국버섯학회 추계학술대회	한경대학교
12	Insecticidal activity of two plant extracts against <i>Lycoriella sp.</i> in button mushroom cultivation	Proceedings of the 19 th International Congress	네덜란드
13	Characteristics of bag spawn production with rice seed in button mushroom	버섯	

5. 시장조사 및 정책조사 보고서(마케팅 전략수립 보고서)

번호	활용명칭
1	번역자료집 “중국 버섯산업 시장 심도조사연구 및 투자전망 분석 보고서(2014-2018년)”
2	번역자료집 “2014-2020년 중국 표고버섯 시장 판매 분석 및 투자기회 연구 보고서”
3	자료집 “중국의 버섯·종균 관련 자료”

본 프로젝트 수행 결과 얻어진 성과의 활용 계획은 다음과 같다.

1. 실용화, 산업화 계획

- 버섯 캡슐 종균
 - 실용화 보급을 위해 캡슐의 형성(shape)을 개선 중에 있음
- 밀 대체 국산버를 이용한 곡립배지

- 양송이 곡립종균 실험 생산부터 양송이 재배까지 문제가 없었지만, 수분조절 기술에 대한 개선책을 찾고 있는 중임. 종균생산시설에서도 밀 대체재로 호평을 받고 있어 실용화 가능함

2. 교육, 지도, 홍보 계획

- 버섯 종균 배양 시설 및 품질 관리 기준
 - 시기, 장소별 시설 환경관리법 교육이나 현장 컨설팅 등으로 보급 계획임
- 표준 종균 제조, 생산 관리 매뉴얼 및 시스템
 - 양송이곡립종균 배양방법(PP필터봉지) 개선에 대한 현장 교육 및 홍보
 - 국산벼를 이용한 곡립 종균 제조 방법 등 노하우 종균생산업체나 종균협회 등 홍보교육 계획임

3. 국내외 균학 및 버섯 전문학술지 투고 예정

- 식용버섯류(느타리, 큰느타리, 표고, 양송이) 균주의 저장 및 보존방법에 따른 인공 재배특성
- 한천배지에서 계대배양에 따른 식용버섯류(느타리, 큰느타리, 표고, 양송이) 균주의 배양 및 효소학적 특성
- 버섯 종균의 중금속오염을 중심으로 한 안전성 문제
- 버섯 종균 및 배지 생산 시설의 오염 실태 조사
- 농산부산물물을 이용한 종균 및 배양용 배지 개발
- 액체 접종원을 이용한 버섯 종균제조 및 관리 시스템

4. 정책제안

- 버섯 원균전문 보존 기관 설립
 - 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청 등 관련 부처에 유전자원 및 원균 보존 전문 기관과 설치 기준 필요성 강조
- 버섯 종균 배양 시설 및 품질 관리 기준 보완 및 강화 요구

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 외국의 양송이 종균제조시스템

미국과 유럽 등 양송이 재배 선진국에서는 다국적 기업인 Sylvan 종균, Amycel 종균, Lambert 종균이 대표적이라고 할수 있다. 또 유럽에서는 최근 exotic mushroom 으로 명명한 양송이 이외의 버섯도 생산하고 있어 벨기에의 Mycelia 종균 배양소에서는 표고, 느타리 버섯 등 동양에서 많이 이용하는 버섯도 곡립 종균으로 생산하고 있다.

가. Sylvan

그 중 Sylvan 종균은 대표적인 다국적 기업으로 주로 버섯 종균 및 복토용(casing) 종균을 생산하며, 전 세계적으로 9개의 생산 기반 시설을 보유하고 있으며 총 17곳의 대리점에서 세계 모든 국가에 종균을 공급하고 있다. 원균 증식과 접종원 생산은 미국 펜실바니아 Sylvan과 프랑스 Sylvan에서 생산하고 그 나머지 공장에서는 위 두 곳으로부터 접종원을 분양 받아 종균만 생산한다고 한다. 참고적으로 우리나라는 호주 Sylvan이 담당하고 있다.

Sylvan 종균의 가장 큰 특징은 대용량 혼합 살균기이다(그림 1). 이 살균기는 살균기 내에서 곡립의 삶기, 석고와 탄산칼슘의 혼합, 살균, 냉각 등이 한꺼번에 이루어지는 것이다. 이 살균기의 1회 작업 시간은 6시간 정도 소요되며, 하루 4번 운전한다고 한다. 접종원은 우리나라와 다르게 질석(vermiculite)에 배양한 것을 class 100 클린룸에서 필터가 부착된 비닐봉지에 입봉한다. 접종은 살균기에서 클린룸으로 연결된 파이프에 곡립(배지)이 내려올 때 혼합되어 비닐봉지에 입봉되는 것이다. 이 클린룸은 반도체 제조회사나 제약회사의 생산기준을 충족시킬 수 있을 정도의 클린룸이다.

배양은 각 봉지가 어떠한 장애를 받지 않도록 분리된 배양 대차에서 배양되며 각 봉지에는 바코드를 부착하여 생산 이력을 알 수 있게 하였다. 그리고 배양 일수는 약 20일 정도 소요된다고 하는데 처음 1주일은 26 °C, 2주차는 21°C, 마지막 1주는 16 °C에서 배양한다(우리나라는 온도차이 없이 21 °C 정도에서 배양). 그리고 배양실은 HEPA필터를 장착한 공조시스템이 잘 갖추어져 온도와 이산화탄소 농도를 정확히 조절한다.

Sylvan 종균은 배양 과정 중에 온도 변화만 주고 배양 봉지를 흔들기 작업을 한다거나 어떠한 다른 처리는 하지 않는다. 배양이 완료된 종균은 선별을 거친 후 박스에 포장되어 농가에 보급되기 전 2°C의 저온 저장고에 보존되고 농가에 보급한다.

<p>1. MIXING AND STERILISATION Nutrients are mixed homogeneously, sterilized and cooled utilising our unique high capacity blenders.</p>	<p>2. PRE-TESTED INOCULUM ADDED Pre-tested Inoculum is mixed through the sterilized grain.</p>	<p>3. CLASS 100 CLEAN ROOMS Product is sealed in sterile "breathable" bags in Class 100 Clean Rooms. Operational procedures meet pharmaceutical standards.</p>
		
<p>4. GROWING ROOMS The bags are moved to growing rooms where the environment is controlled for optimum development of the mycelium. Growth is checked twice a day.</p>	<p>5. COLD ROOMS When growth is complete spawn bags are transferred to temperature controlled cold storage rooms.</p>	<p>6. INSPECTION AND PACKING Every bag of spawn and casing inoculum is inspected before despatch to the customer.</p>
		
<p>7. TRACEABILITY Every spawn batch is coded and can be traced from the customer back to the mother culture.</p>	<p>8. REFRIGERATED TRANSPORT Sylvan products are delivered to our customers in optimum condition</p>	<p>9. QUALITY ASSURANCE Sylvan checks every mother culture and every batch of inoculum before production of the final product.</p>
		

그림 1. Sylvan 종균의 생산 시스템.



Mixing and sterilisation



Class 100 clean rooms



Growing rooms



Plastic bag with membrane filter

그림 2. Sylvan의 종균 생산 시설 및 장비.

나. Amycel

한편 Amycel 종균은 미국 2곳과 프랑스 1곳에서 생산하는데 주로 조(millet)만 사용하여 양송이 종균을 생산한다. 종균을 만들기 전 조는 다른 이물질 제거해서 정선하여 사용한다. 사용할 조는 수분 함량, 첨가제 등을 정확하게 하기 위해서 반드시 무게를 재어서 사용한다. 조는 끓이기와 살균작업이 하나의 회전 살균 용기에서 이루어지는데 130℃에서 약 8분간 실시한다. 살균 작업이 끝나면 온도를 낮추기 위해서 다른 회전 용기로 옮겨지는데 26℃로 냉각시킨 다음 탄산칼슘과 석고를 조와 혼합한다. 곡립이 냉각되면 질석 혼합물에 배양한 양송이 접종원을 조와 잘 혼합 시킨 후 클린 룸에서 봉지에 입봉한 후 밀봉하여 배양실로 옮겨 배양된다. 입봉을 하면서 처음과 작업 중간에 샘플을 채취하여 곰팡이나 세균의 감염 여부를 조사하고, 만약 오염이 발견되면 그 단계의 모든 배지는 모두 폐기 처분한다. 종균 배양 온도는 20℃, 배양 기간은 3주 정도이다.

종균 배양이 끝나면 온도가 1.1℃ 정도 되는 냉장실로 옮겨 균이 더 이상 자라지 못하게 하며, 냉장된 종균은 종이 박스에 포장하고 포장 박스마다 생산이력 코드를 붙여 종균이 생산된 이력과 품질의 이력을 알 수 있다. 포장된 종균 박스는 운송하기 전 1.1℃에 저장하고, 운송에 이용되는 냉장탑차도 미리 1.1℃로 온도를 내린 상태에서 상차하고 농가에 보급된다. Amycel 종균회사의 특이점은 자회사인 Monterey라는 양송이 생산 농장에서 충분히 생산 검정을 한 후 종균을 공급한다는 것이다.



Mixing and sterilisation



Pre-tested inoculum added



Class 100 clean rooms



Growing rooms



Refrigerated transport



Casing inoculum



Amycel



Facility



Grain for spawn

그림 3. Amycel 종균의 생산 시스템.

다. Mycelia

Mycelia는 1985년 균류학자 Magda가 설립한 회사다. 핵심 사업은 느타리, 큰느타리 등 버섯종균의 생산과 판매로, 2015년 주당 종균 22톤 생산능력을 보유하고 있다. 원균은 150여종 이상 보유하고 있으며, 정기적인 신종개발을 하고 있다. 원균 자체로도 균주 분양을 하고 있으며, 실험용 등으로 소량 생산 판매도 하고 있다. Mycelia는 균사생산, 기질, 버섯재배 및 실험실 설계에 관한 노하우를 제공하는 교육과정(보통 3~5일)을 운영하고 있다. 크게 3가지 훈련과정으로 종균생산과정(개별, 그룹), 기질·버섯 생산과정(그룹), 실험실설계(컨설팅)과정으로 나누어 운영되고 있다. Mycelia는 Air quality(Ultrafiltration)를 위해 엄격한 기준을 세워, fungi 1~10 μ m, bacteria 10⁻³ μ m, 공기 중 분진과 virus 로 공조기 사용 공간의 공기 class 10,000이하로 관리하고 있다. 살균에 있어서도 고풍이는 65℃ 이상, 내성포자는 121℃에서 억제되므로 기준

설정시 고려하며 실천하고 있다. 표면청결(청소)을 위해서는 주로 물을 사용한다고 원칙을 정하고 있으나, 화학적 처리도 사용할 경우엔 fungi, all spora, bectria, Endospora를 한꺼번에 처리 가능하지, 처리시간은 어떻게 설정할 것인지, 약제의 성분은 안전한 것인지, 농도는 적절한지에 대한 판단하여 H₂O₂, CH₂O/C₅H₈O₂, NR₄⁺, NaOCl, EtOH 등을 사용하고 있다. 그림 5는 Mycelia의 시설 구역별 환경 관리 기준을 보여준다. 거의 모든 구역이 하나의 공조시설(그림 4-F)로 연결되어 있고, 외부의 오염원으로 차단하기 위해 clean zone으로 관리하고 있다. 종균용 배지 재료로 조류 사료인 7종류의 복합 곡립을 주재료 사용하고 있다.



그림 4. Mycelia 종균의 생산 시스템.

A, Mycelia; B, Mixing & put in bag; C, Grain for spawn(bird seeds); D, sterilisation; E, Sterilized grain media; F, Air conditioning system; H & I, shaking; J, Growing room; K, completed spawn; L, Cooling storage room.

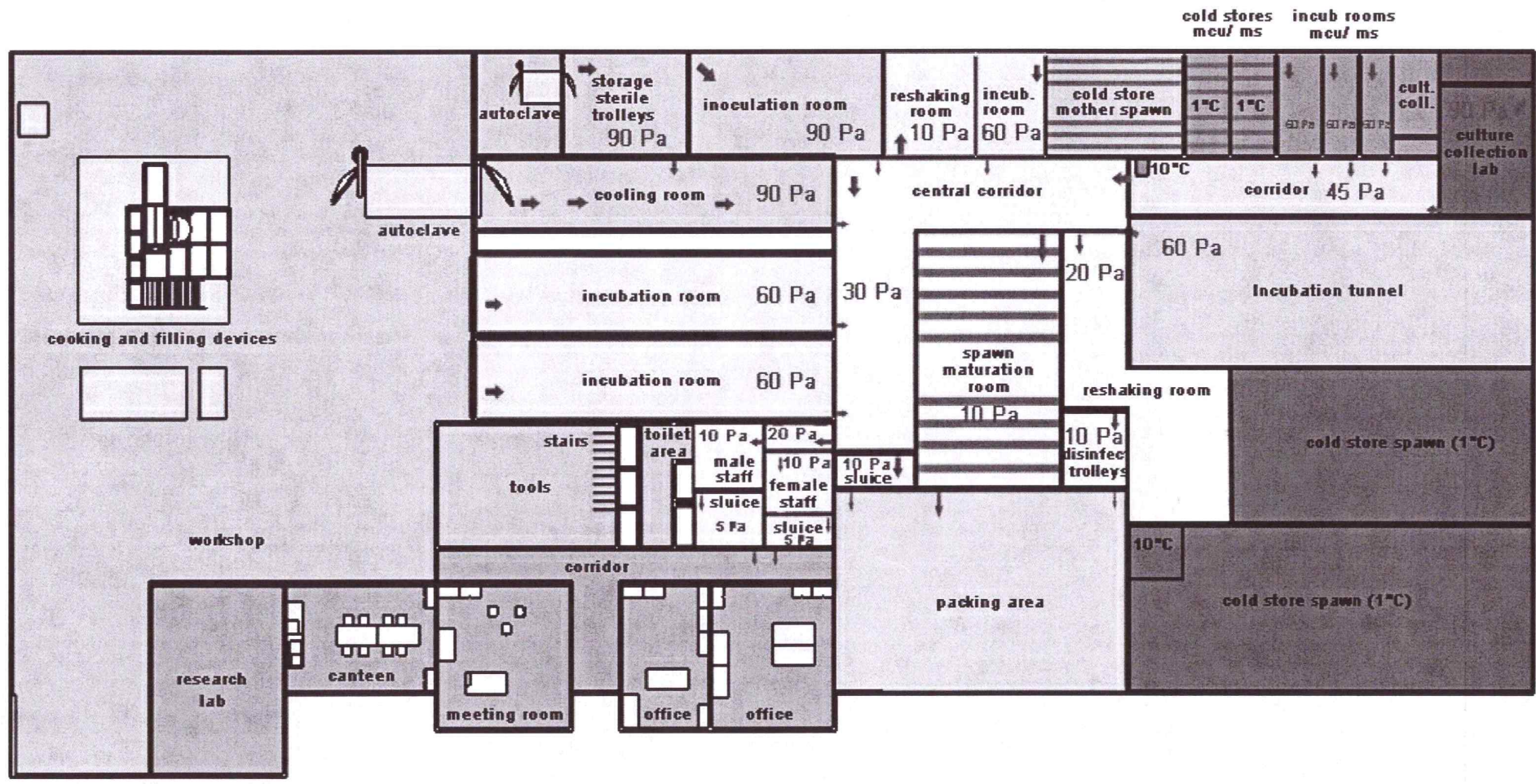


그림 4. Mycelia 시설 배치도 및 환경관리

라. 국내 양송이 종균 발전 방향

미국의 양송이 종균은 주로 자체 종균회사 고유의 품종을 생산 한다는 것이다. 따라서 각 종균회사 마다 생산되는 품종이 다르며 자체 품종 육성을 위한 연구진도 있다. 그러나 우리나라의 경우 농촌진흥청 버섯과와 충남농업기술원이 양송이 품종을 육성하여 배양소에 분양하고 있다. 따라서 각 배양소에서 생산되는 품종은 모두 같으며 품질은 배양소에 따라서 조금은 차이가 있다. 따라서 우리나라의 경우도 종균회사를 통폐합하여 자체 브랜드를 가진 품종을 육성하는 것도 중요하다. 미국의 경우 양송이 종균의 생산에서 곡물의 삶기와 살균이 하나의 살균기에서 이루어진다.

우리나라의 경우 각 공정이 나누어져 있어서 배지 품질의 불균일화 되는 요인이 되기도 하기 때문에 이러한 기술은 하루 속히 도입되거나 개발 되어야 한다. 접종원의 경우도 미국은 주로 질석을 이용하는데 비해 우리나라의 경우 같은 곡립을 이용하는데 이것도 빨리 선결 되어야 할 과정이라고 본다. 접종과 배양도 미국은 배지와 접종원이 혼합되어 비닐봉지에 입봉하여 배양되는 반면에 우리나라의 경우 배양 용기도 유리 링겔병을 사용하고 모두 손으로 접종하며, 배양 중에도 3-4번 정도 종균병 흔들기 작업을 하여 인력이 많이 소요 될 뿐만 아니라 오염과 종균 불균일화의 한 요인이 되기도 한다. 따라서 혼합접종 방법과 아울러 접종실의 클린룸도 하루 속히 선진국에 버금가는 시설은 갖추어야 되겠다. 그리고 생산 용기도 링겔병에서 필터가 부착된 비닐 봉지로 전환 되어야 하겠다. 생산 이력도 실시하여 종균의 생산 날짜와 품질 등을 알게 하여 농가들에게 신뢰를 줄 수 있는 종균 생산 이력도 중요하다. 종균의 농가 보급도 우리나라의 경우 링겔병에서 배양된 종균을 다른 비닐봉지에 다시 재포장하여 보급하는데 반해 미국의 경우 배양 봉지를 그대로 농가에 보급한다. 그러므로 우리나라의 경우 오염 확률이 상대적으로 높다고 할 수 있다.

상기의 모든 것을 종합해 보면 우리나라의 양송이 종균 생산은 곡물 삶기와 살균이 한꺼번에 이루어지는 살균 시스템과 아울러 혼합 접종이 가능한 봉지 배양 시스템으로 전환되어야 한다.

마. 일본의 원균 및 종균관리 시스템 조사 분석

한국 실정에 맞는 안정적인 버섯원균 및 종균 관리시스템을 구축하기 위하여 본 연구 수행 기간 중 총 3회 일본 현지 출장을 수행하였으며, 버섯관련 대학, 연구소, 종균 생산업체, 재배 농가 등을 방문하여 일본의 버섯 원균 및 종균 관리시스템을 분석하였다.

(1) 北海道立総合研究機構 森林研究本部林産試験場 利用部 微生物グループ

버섯의 육종 이용에 관한 연구를 수행하고 있으며 버섯 연구는 연구원 3명이 담당하고 있다. 북해도는 다른 지역에 비하여 버섯산업이 활성화되어 있지 않아 버섯 관련 연구 부문도 미흡한 실정이었다. 노랑느타리, 잎새버섯, 맛버섯 등의 육종, 배지 개발, 가공 이용 등에 관한 연구를 수행하고 있으나 균주 및 종균 관리를 전문적으로 하고 있지는 않았다. 버섯류의 품종개발 및 재배 연구, 버섯류의 품질 평가, 가공식품 소재 개발, 부산물의 활용 등을 연구하고 있다. 노랑느타리(품종등록 제15387호), 느티만가닥(품종등록 제10959호, 제 20595호), 잎새버섯

(품종등록 제17041호) 등 신제품 육종을 개발하여 품종 등록을 하였으나 농가에 보급한 실적은 아직 없다. 버섯류 원균은 4℃ 저온보존실과 -80℃ 초저온 냉동고에 보존하고 있으나 보존 품종의 품질 평가는 하고 있지 않았다.



그림 5. 북해도립종합연구기구 삼림연구본부임산시험장 관련 사진

(2) 飯田市種菌センター

느티만가닥버섯 40개 농장, 팽이버섯 20개 농장이 공동 출자하여 설립하였다. 나가노현 소재 농업공업연구소로부터 접종원균을 공급받아 농가분양 접종원을 생산 판매하고 있으며 연간 1,048,576병 공급(일일 7,000병씩 주 3회 배양)한다. 배지 냉각실과 접종실은 class100, 배양실은 class10,000 수준으로 관리하고 모든 내부시설을 출입은 clean booth를 통하여 출입하고 양압을 유지하는 등 환경 관리에 최선을 다하고 있다. 농공연에서 원균을 1주일에 2병을 공급받아 1차 32병으로 증식하고(버섯발이검사실시) 2차 1,024병으로 증식하고, 3차 32,768병으로 증식하여 농가에 분양하고 있다. 느티만가닥 버섯은 실내온도 21℃로 유지, 병사이는 23~24℃로 유지 관리, 팽이버섯은 실내온도 11℃로 유지, 병 사이는 13~14℃로 유지 관리하고 있다.



그림 6. 이이다시 종균센터 관련 사진

원종균의 품질검사는 생육일수, 품질, 수량성, 오염여부의 항목을 검사하여 합격여부를 판단

하고 있었다. 원균을 분양받아 3차례 증식을 통하여 농가에 분양하기 때문에 별도의 원균 관리 는 하고 있지 않다.

(3) 鳥取大學 農學部 附屬 菌類きのこ遺傳資源研究センター와 (財) 日本きのこセンター菌 蕈研究所

鳥取大學 農學部 附屬 菌類きのこ遺傳資源研究센터는 2005년에 설립되어 (財) 日本きのこセ ンター菌蕈研究所와 연계하여 버섯 유전자원 1,000여종 10,000 균주를 보존 활용하기 위하여 버섯류의 균주를 보존하고 있다. 연구 조직은 균류 버섯 환경 생태학 연구부문, 유전자원 평가 보존 연구부문, 분자유전학 연구 부문, 기능개발 연구 부문으로 4개 연구 조직에 12명의 교수 와 20여명의 연구진이 소속되어 있다. 버섯균의 보존은 주로 유전자원 평가 보존 연구부문에서 수행하고 있는데 버섯을 중심으로 한 균류의 유전자원을 분리 배양 및 보존에 관한 연구, 계통 정보에 기초한 유전자원의 분류 동정에 관한 연구, 고품질 유전자원의 데이터베이스 구축과 계 통분류학적 연구 등을 수행하고 있다. 모든 버섯 균주는 -196℃ 액체질소 탱크에 보존하고 있 으며 균주를 분양할 경우에는 균사생장, 목분 분해력, 단백질 및 isozyme 분석, 재배학적 특성 등을 검토하여 보존 전 후의 균주의 변이 여부를 확인하고 있다.



그림 7. 돗토리대학 농학부 부속 균류버섯유전자원연구센터와 (재) 일본버섯센터균담연구소 관련사진

(4) 大分縣農林水産研究指導センター

오오이따현에서 운영하고 있는 農林水産研究指導센터에서는 버섯의 생산비를 낮추고 고품질 화, 생산성 향상 등을 목적으로 하는 재배기술 연구팀과 품종 육성 및 개발을 위한 유전 육종 연구팀이 있다. 유전 육종 연구팀 연구팀에서는 팽이버섯 2품종, 표고버섯 2품종을 품종 등록 하였으나 아직 민간에 기술 이전은 하고 있지 않고 있다. 균주의 보존은 -82℃ 초저온 냉동고

에 균주를 보존하고 있었다.



그림 8. 오이따현 농림수산연구지도센터 관련사진



그림 9. 일본에서 시판되고 있는 종균의 형태

(좌부터, 표고 성형종균, 종목종균, 잎새버섯 톱밥종균, 느티만가닥버섯 톱밥종균)

바. 한국과 일본의 원균 및 종균 관리 시스템 분석

일본 현지 출장을 통하여 조사 분석한 버섯관련 연구소 및 회사에서 수행하고 있는 버섯 원균 및 종균 관리 시스템을 분석하여 한국의 실정과 비교한 결과는 표 1과 같다.

한국과 일본의 버섯 관련 연구소에서는 연구용 균주를 상온 및 저온(4℃), 초저온(-80℃) 그리고 액체질소시스템(-196℃) 등 균주를 보존 할 수 있는 시스템 모두를 적용하고 있으나 종균회사, 배양센터, 재배농가 등에 균주를 분양하거나 위탁 보존은 하고 있지 않다.

일본 현지 출장하여 조사 분석한 대부분의 연구소도 원균은 -80℃에서 보존하고 있고 돗토리대학의 균류버섯유전자원연구센터와 (財)일본버섯센터균담연구소에서, 그리고 모리산업(森産業, 홋켄(北研) 등 대형 종균 회사에서는 액체질소(-196℃)에 원균을 보존하고 있었다.

한국은 대부분 버섯관련 연구소, 종균회사, 배양센터 등 버섯 균을 사용하고 있는 기관에서 모두 4℃ 저온 저장법을 이용하고 있으며, 일부 연구소에서 -80℃와 -196℃에서 저장 보존하고 있다.

표 1. 한국과 일본의 버섯 원균 및 종균 관리 시스템

	원균								종균 및 접종원	
	상온보존		4℃		-80℃		-196℃			
	한국	일본	한국	일본	한국	일본	한국	일본	한국	일본
연구소	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
종균회사	-	-	○	-	-	○	-	○	○	○
배양센터	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-
재배농가	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-

한국과 일본의 버섯 관련 연구소는 모두 버섯 종균 및 접종원을 종균회사 등에 보존하고 있지 않으나 일본의 균류버섯유전자원연구센터에서는 일본 국내의 기업에 한해서는 분양을 하고 있다. 국외 분양은 하고 있지 않다.

한국의 경우 종균회사, 배양센터, 일부 재배농가에서 종균 및 접종원을 자체 배양하고 있으나 일본의 경우 종균회사에서만 종균을 배양하고 배양센터와 재배농가에서는 종균회사에서 종균을 구입하여 최대 1회 확대 배양하여 사용하는 것이 보편적이다. 배양센터와 재배농가에서는 종균 및 접종원을 자체적으로 배양하는 경우는 없고 꼭 필요한 경우 연구소를 별도로 운영하고 있다.

사. 일본의 원균의 보존법

① 액체질소(-196℃)를 이용한 동결보존법

각종 미생물의 장기 보존법으로는 표 2에 제시한 바와 같이 계대배양, oil 중층 보존, 증류수 보존, 동결보존, 건조보존, 초저온 냉동 보존, 동결 건조 등이 있음. 이중 군사체로 이루어진 버섯균을 안정적으로 장기 보존할 수 있는 방법으로는 초저온 냉동고를 이용한 보존법이 이용될 수 있다. 초저온 냉동고를 이용한 동결보존법은 -80℃~-130℃에 보존하는 방법과 -190℃~-196℃의 기상보존법과 -196℃의 액체 질소에 보존하는 방법이 있다.

동결보존법으로 버섯 균사를 보존할 경우 군사체의 동결 방지가 균주의 생존율과 유전형질의 변이를 최소화하는데 매우 중요하다. 따라서 표 3과 같이 여러 가지 동해 방지제를 사용하여 세포의 동해를 최소화 하는 것이 가장 중요하다.

버섯류의 동결보존에 이용하는 동해 방지제는 많은 균주 보존 기관에서 10% 글리세롤을 사용하고 있다. 많은 버섯에서 10% 글리세롤을 동해 방지제로 사용하여 액체질소에 10년간 보존한 후 재생하여 군사체 재생율을 조사한 결과 표 4와 같이 대부분의 종에서 군사체의 정상적인 재생이 이루어져 비교적 안정적인 것으로 판단된다. 그러나 신규 종이거나 특성을 잘 모르는

균의 경우에는 표 3에 나타난 것과 같이 여러 가지 동결방지제를 사용하여 가장 적당한 동결방지제를 선택하여 보존에 이용할 필요가 있다.

표 2. 각종 미생물에 적용되는 보존법

보존법	곰팡이		세균	방선균	세균	Virus
	포자	균사				
계대배양	+	+	+	+		
광유보존	+	+	+	+		
증류수 보존	+	+	+	+		
동결보존(-5℃)	+	+			+	+
건조보존						
-토양	+	+	+	+		
-모래(실리카겔)	+	+	+			
-자기구슬	+	+	+	+		
초저온냉동고	+	+	+	+	+	+
동결건조	+	+	+	+	+	+

자료 : 最新きのこ栽培技術

표 3. 균주보존에 사용되는 동해방지제

종 류	농 도
글리세롤	5~20%(v/v)
글리세롤+ 트레할로오스	10%(v/v) + 5%(w/v)
디메틸설폭사이드(dimethyl sulfoxide, DMSO)	5~10%(v/v)
DMSO + 글루코오스	5%(v/v) + 8%(w/v)
DMSO + 슈크로오스	5%(v/v) + 10%(w/v)
DMSO + 트레할로오스	10%(v/v) + 5%(w/v)
스킴밀크	10%(w/v)

자료 : 最新きのこ栽培技術

표 4. 액체질소 동결보존시 버섯류의 균사체 재생

분류군	공시균주수 (종수)	1개월보존		10년보존	
		재생균주수(종수)		재생균주수(종수)	
민주름버섯목	174 (144)	173	(143)	173	(143)
주름버섯목	355 (83)	354	(82)	354	(82)
목이목	20 (2)	20	(2)	20	(2)
붉은목이목	4 (4)	4	(4)	4	(4)
말불버섯목	1 (1)	1	(1)	1	(1)
찾잔버섯목	1 (1)	1	(1)	1	(1)
말뚝버섯목	1 (1)	1	(1)	1	(1)
백목이	3 (1)	3	(1)	3	(1)

자료 : 最新きのこ栽培技術

액체질소 동결보존법으로 버섯균사를 보존한 후 균사의 생존율, 균사생장량, 균총형성, 목분 부후도, 동위효소 패턴, 가용성단백질의 변화, 자실체의 형태 등 유전적 요인에 의해 영향을 받는 요인을 조사 한 결과 표 5와 6 같이 일부 균주에서 생존율, 균사생장량, 균총형성, 목분 부후도 등이 변이가 일어났으나 가장 중요한 자실체의 형태는 이상이 없었고 자실체 수량도 팽이, 느타리, 버들송이 균사에 영향이 없어 액체질소 동결 보존법은 버섯류의 보존에 적합한 것으로 판단된다.

표 5. 액체질소 동결보존이 식용버섯 균주의 형질에 미치는 영향

조사항목	공시균주수 (종수)	균주수	
		정상	이상
생존율	252 (69)	251	1
균사생장량	251 (67)	226	25
균총형성	251 (67)	249	2
목분부후도	100 (37)	99	1
효소류 전기영동	15 (4)	15	0
가용성단백질 전기영동	15 (4)	15	0
자실체형태	21 (10)	21	0

자료 : 最新きのこ栽培技術

표 6. 액체질소 동결보존이 자실체 생산에 미치는 영향

버섯	동결보존	수량(g/병)	자실체 수 (개/병)
팽이	전	200.0±20.7	600.8±83.7
	후	199.6±19.2	579.6±18.5
느타리	전	70.3±11.4	12.2± 3.5
	후	70.3±12.1	11.9± 3.2
버들송이	전	72.3±13.3	32.1± 7.7
	후	74.7± 9.0	32.6± 7.8

자료 : 最新きのこ栽培技術

액체질소 동결보존법의 동결과 해동 순서는 그림 10에 나타난 것과 같다. 미리 동결보존용의 앰플에 동해 방지제 수용액을 분주하여 살균 한 후 여기에 한천 배지에서 성장 시킨 균사체 조각(직경 3mm 내외)을 3~5개 정도 넣고 균사체 디스크를 동해 방지제 수용액에 담근다. 완전히 밀봉한 후 프로그램 동결기를 이용하여 동결시킨다. 실온에서 -40℃까지 1분에 1℃정도로 서서히 온도를 내리고(그림 11, 가운데), -40℃까지 샘플의 온도를 내린 후 즉시 액체 질소 탱크에 담근다.

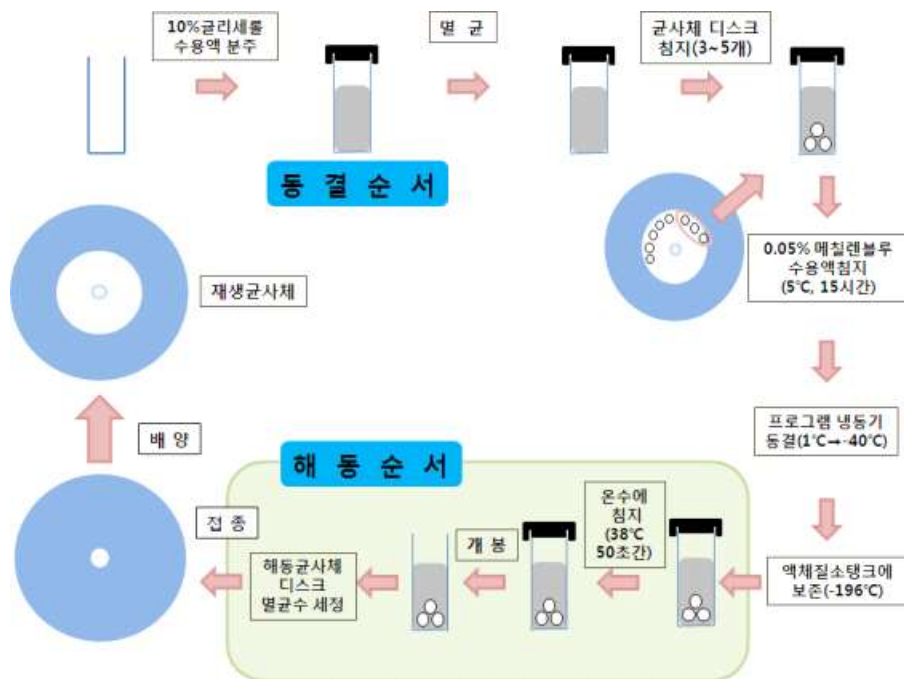


그림 10. 액체질소동결보존(액상보존)의 동결 및 해동 순서(자료 : 最新きのこ栽培技術)

한편 프로그램 동결기의 온도는 동해 방제제 수용액의 온도를 사전에 파악하고 동해 방제제 수용액이 과도하게 냉각되지 않도록 해야 하고, 온도 설정 프로그램은 ① 앰플의 형상과 용량 ② 동해 방제제의 종류와 농도 ③ 보존하는 균사체 디스크의 크기와 수에 따라 다르기 때문에 최적의 프로그램을 파악해 놓을 필요가 있다. 이 과정이 버섯 균주를 안전하게 장기 보존하기 위해서 아주 중요한 요인 임. 중요한 것은 동결과정을 과도하게 급격히 실시하지 않도록 하는 것이다.

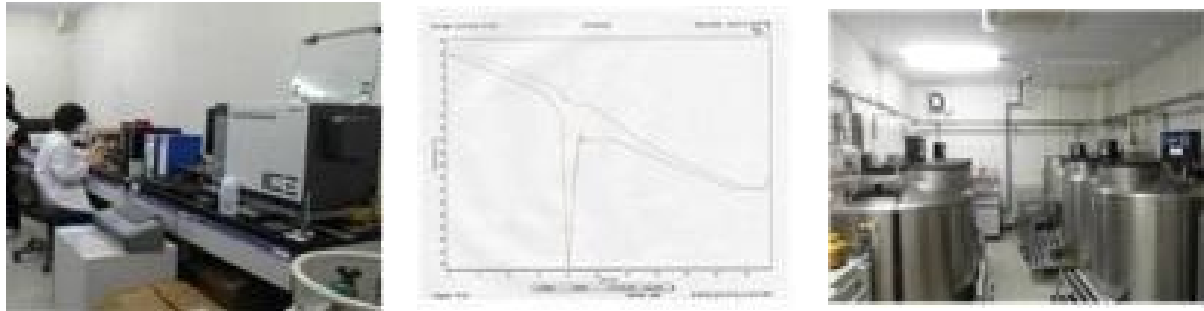


그림 11. 액체질소 보존에 사용하는 프로그램 동결기와 액체질소 탱크

일정 기간 보존 후 해동은 급속 해동법이 효과적임. 급속 해동법은 액체질소 탱크에서 앰플을 꺼내 38~40℃의 물에 50~60초 간 담가 해동시키는 방법이 효과적이다.. 해동이 된 앰플에서 균총을 꺼내 살균수로 세척한 후 적당한 배지에 접종하여 균사체를 재생시킴. 재생된 균사체는 생존율, 균사생장량, 균총형성, 목분 부후도, 동위효소 패턴, 가용성단백질의 변화, 자실체의 형태 등을 조사하여 변이 여부를 확인한 후 사용한다.

제 7 장 참고문헌

* 보고서 작성 시 인용된 모든 참고문헌을 열거

- Ali MA, Siddiq M, Ahmad S, Hanif MA. 2007. Protein and fat contents of various *Pleurotus* species raised on different waste materials. *Pak J Agri Sci.* 44:440-443.
- Barton, J. 1996. Recycling Technologies, Treatment of Waste and Contaminated Sites. Austrian Research Centre, Siebesdorf, Austria.
- Beelman RB, Royse DJ, Chikthimmah N. 2003. Bioactive components in button mushroom *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach (*Agaricomycetidae*) of nutritional, medicinal, and biological importance. *Int J Med Mushrooms.* 5:321-337.
- Beelman, R. B., Okereke, A., and Guthrie, B. 1987. Evaluation of textural changes related to postharvest quality and shelf life of fresh mushroom. In: Development in Crop Science Vol. 10, Cultivating Edible Fungi, Wuest, P. J., Royse, D. J., and Beelman, R.B. (eds.). Elsevier, Amsterdam, 251-258.
- Callac, P., Moquet, F., Imbernon, M., Guedes-Lafargue, M. R., Mamoun, M., Olivier, J. M. 1998. Evidence for *PPCI*, a determinant of the pilei-pellis color of *Agaricus bisporus* fruitbodies. *Fungal Genet. Biol.* 23: 181-188.
- Cappelli A. 1984. Fungi Europaei: *Agaricus*. Giovanna Biella. Saronno, Italy
- Chang ST, Miles PG. 2004. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. CRC Press, Florida.
- Chang ST. 2008. Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In Mushrooms as Functional Foods, p1-34, ed. Cheung PCK. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Chang ST. 2009. Training Manual on Mushroom Cultivation Technology. United Nations, Beijing, China.
- Clark, T. A. and Anderson, J. B. 2004. Dikaryons of the basidiomycete fungus *Schizophyllum commune*: evolution in long-term culture. *Genetics* 167: 1663-1675.
- Constantin J, Matruchot L. 1894. Recherches sur le vert-de-gris. *Revue generale de Botanique.* 6:282-300.
- Dehariya P, Chaubey A, Vyas D. 2011. Effect of proteinaceous substrate supplementation on yield of *Pleurotus sajor-caju*. *Indian Phytopath.* 64:291-295.
- Demirbas A. 2001. Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the

- East Black Sea region. *Food Chem.* 75:453 - 457.
- Elhami B, Ansari NA. 2008. Effect of substrate of spawn production on mycelium growth of oyster mushroom species. *J Biol Sci.* 8:474-477.
- Elliott, T. J. and Langton, F. A. 1981. Strain improvement in the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Euphytica* 30: 175-182.
- Fan L, Pan H, Scoccol AT, Pandey A, Soccol CR. 2006. Advances in mushroom research in the last decade. *Food Technol Biotechnol.* 44:303-311.
- Flegg, P. B. and Wood, D. A. 1985. Growth and fruiting. In: *The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom*, Flegg, P. B., Spencer, D. M., and Wood, D. A., (eds.). Wiley & Sons, Chichester, 141-177.
- Foulongne-Oriol, M., Dufourcq, R., Spataro, C., Devesse, C., Broly, A, Rodier A, Savoie J. M. 2011. Comparative linkage mapping in the white button mushroom *Agaricus bisporus* provides foundation for breeding management. *Curr. Genet.* 57: 39-50.
- Foulongne-Oriol, M., Rodier A, Rousseau, T., and Savoie, J. M. 2012. Quantitative trait locus mapping of yield-related components and oligogenic control of the cap color of the button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 78: 2422-2434.
- Foulongne-Oriol, M., Spataro, C., Cathalot, V., Monllor, S., and Savoie, J. M. 2010. An expanded genetic linkage map of an intervarietal *Agaricus bisporus* var. *bisporus* x *A. bisporus* var. *burnettii* hybrid based on AFLP, SSR and CAPS markers sheds light on the recombination behaviour of the species. *Fungal Genet. Biol.* 47: 226-236.
- Fritsche G. 1981. Some remarks on the breeding, maintenance of strains and spawn of *Agaricus bisporus* and *A. bitorquis*. *Mush Sci.* 8:307-314.
- Fritsche G. 1988. Spawn: properties and preparation. In *The Cultivation of Mushrooms*, p1-99, ed. van Griensve LJLD. Darlington Mushroom Laboratories, Sussex.
- Guan, X. J., Xu, L., Shao, Y. C., Wang, Z. R., Chen, F. S., and Luo, X. C. 2008. Differentiation of commercial strains of *Agaricus* species in China with inter-simple sequence repeat marker. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 24: 1617-1622.
- Hayes WA. 1972. Nutritional factors in relation to mushroom production. *Mush Sci.* 8:663-674.
- Horgen, P. A. and Anderson, J. B. 2008. Edible mushrooms. In: *Biotechnology of Filamentous Fungi*, Finkelstein, D. B. and Ball, C. (eds.). Butterworth-Heinemann, Stoneham, USA, 447-462.
- Imtiaj A, Jayasinghe, C, Lee GW, Lee TS. 2009. Comparative study of environmental and

- nutritional factors on the mycelial growth of edible mushrooms. *J Culture Collections*. 6:97-105.
- Jiskani MM, Bhatti MI, Wagan KH, Pathan MA, Bhatti AG. 2007. Determination of sorghum grains for spawn growth of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex. Fr) Kummer. *Pak J Bot*. 39:2681-2684.
- Jongman M, Khare KB, Khonga EB. 2013. Effect of different grain spawns and substrate sterilization methods on yield of oyster mushroom in Botswana. *Int J Bioassays*. 2:1308-1311.
- Kang, H.K., Song, J.H. and Kim, H.N. 2002. The genetic variations of *Pleurotus* spp. on subculture. *Korea J. of Mycology*. 30(1):23-30.
- Kang, T.W., Hong, K.A., Park, W.P. and U, Z.K. 2004. ¹³⁷Cs and ⁴⁰K activities of foodstuffs consumed in Jeju. *Korean J. Environ. Agric*. 23(1): 52-58.
- Kerrigan, R. W., Royer, J. C., Baller, L. M., Kohli, Y., Horgen, P. A., and Anderson, J. B. 1993. Meiotic behavior and linkage relationships in the secondarily homothallic fungus *Agaricus bisporus*. *Genetics* 133: 225-236.
- Khush, R. S., Becker, E., and Watch, M. 1992. DNA amplification polymorphisms of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Appl. Environ. Microbiol*. 58: 2971-2977.
- Khush, R. S., Watch, M. P., and Horgen, P. A. 1995. Molecular strategy for *Agaricus* breeding. In: *The Mycota, Vol. II. Genetics and Biotechnology*, Kuck, U. (ed.). Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin, 321-337.
- Kim, D.Y. and Back, J.H. 2016. A study on the improvement direction of radiation management system in the seafood sector. *한국도서연구*. 28(3):83-96.
- Kim, J.Y., Yoo, J.H., Lee, J.H., Kim, M.J., Kang, D.W., Ko, H.S., Hong, S.M., Im, G.J., Kim, D.H., Jung, G.B., Kim, W.I. Monitoring and Risk Assessment of Heavy Metals in Edible Mushrooms, *Korean J. Environ. Agric*. 31(1): 37-44.
- Kim, M.H., Lee, Y.D., Park, H.J., Park, S.K., Lee, J.O., 2005. Contents of heavy metals in soybean curd and starch jelly consumed in Korea, *Korean J. Food Sci. Technol*. 37, 1-5.
- Kothe, E. 2001. Mating type genes for basidiomycete strain improvement in mushroom farming. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 56: 602-612.
- Kumar M, Rana RS. 2000. Effect of boiling and soaking of wheat grains on rate of contamination and spawn growth of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Haryana Agric Univ J Res*. 30:125-131.

- Kumari D, Achal V. 2008. Effect of different substrates on the production and non-enzymatic antioxidant activity of *Pleurotus ostreatus* (Oyster mushroom). *Life Sci J.* 5:73-76.
- Langton, F. A. and Elliott, T. J. 1980. Genetics of secondarily homothallic basidiomycetes. *Heredity* 45: 99-106.
- Larraya, L. M., Idareta, E., Arana, D., Ritter, E., Pisabarro, A. G., and Ramirez, L. 2002. Quantitative trait loci controlling vegetative growth rate in the edible basidiomycete *Pleurotus ostreatus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 1109-1114.
- Lee, B. J., Lee, M. A., Kim, Y. G., Lee, K. W., Lim, Y. P., Lee, B. E., and Song, H. Y. 2012. Strain improvement in the white button mushroom 'Seolgang' and its varietal characteristics in *Agaricus bisporus*. *J. Mushroom Sci. Pro*
- Lee, J.H., Seo, J.W., An, E.S., Kuk, J.H., Park, J.W., Bae, M.S., Park, S.W., Yoo, M.S., 2011. Monitoring of heavy metals in fruits in Korea, *Korean J. Food Sci. Technol.* 43, 230-234.
- Lee, T.J., Kim, K.C., Shin, I.C., Han, K.S., Shim, T.H., Ryu, M.J., Lee, J.K., 1996. Survey on the contents of trace heavy metals in agricultural products of Gangwon-do, Rep. *Inst. Health Environ.* 7, 75-87.
- Lee, Y.H., Chi, J.H., Kim, Y.H. and Yu, S.H. 1999. Comparison in productivity of *Pleurotus ostreatus* sawdust spawn under different storage conditions. *Korea J. of Mycology.* 27:319-321.
- Ma Y, Guan CY, Meng XJ. 2014. Biological characteristics for mycelial growth of *Agaricus bisporus*. *Appl Mechan Materials.* 508: 297-302.
- Maccanna C. 1984. Commercial Mushroom Production. Kinsealy Research Center, Dublin.
- Malekzadeh, K., Shahri, B. J. M., and Mohsenifard. 2011. Use of ISSR markers for strain identification in the button mushroom, *Agaricus bisporus*. *ICMBM7 2011:* 30-34.
- Mansur M, Klibansky M, Gutierrez I, Gonzalez L. 1992. Evaluation of process parameters for production of *Pleurotus* fungi cultivated on cane straw. *Item Technol.* 9:1-8.
- Mark den Ouden. . Mushroom Signals. Roadbont. NL.
- Mc Garry, A. and Burton, K. S. 1994. Mechanical properties of the mushroom, *Agaricus bisporus*. *Mycol. Res.* 98: 241-245.
- Miles, P. G. 1996. Genetics and breeding of mushrooms—from Bensaude and Kniep to molecular genetics. In: *Mushroom Biology and Mushroom Products*, Reyse, D. J. (ed.), Penn State Univ., Pennsylvania, 11-23.

- Mohapatra, D., Bira, Z. M., Kerry, J. P., Frias, J. M., Rodrigues, F. A. 2010. Postharvest hardness and color evolution of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Food Sci. 75: 146-152.
- Moore, A. J., Challen, M. P., Warner, P. J., and Elliott, T. J. 2001. RAPD determination of *Agaricus bisporus* mushroom cultivars. Appl. Microbiol. Biotechnol. 55: 742-749.
- Nichol, R. 1985. Post-harvest physiology and storage. In: The Biology and Technology of Cultivated Mushroom, Flegg, P. B., Spencer, D. M., and Wood, D. A. (eds.). John Wiley and Sons Inc., New Jersey, 195-210.
- Nwanze PI, Khan AU, Ameh AU, Umoh VJ. 2005. The effect of the interaction of various spawn grains with different culture medium on carpophores dry weight and stipe and pileus diameters of *Lentinus squarrosulus* (Mon) Singer. *Afr J Biotechnol.* 4:615-619.
- Oei P. 1996. Mushroom Cultivation: with Special Emphasis on Appropriate Techniques for Developing Countries. Tool Books, The Netherlands.
- Papazian, H. P. 1950. Physiology of the incompatibility factors in *Schizophyllum commune*. Bot. Gaz. 112: 143-163.
- Park, J.S., Lee, M.K., 2002. A study on contents of heavy and trace metal of the agricultural products around mines located in Chollanamdo. Korean, J. Food Nutr. 15, 64-69.
- Quintanilha, A. 1937. Contribution a l'étude génétique du phénomène de Buller. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 205: 745-747.
- Ramirez, L., Muez, V., Alfonso, M., Barrenechea, A. G., Alfonso, L., and Pisabarro, A. G. 2001. Use of molecular markers to differentiate between commercial strains of the button mushroom *Agaricus bisporus*. FEMS Microbiol. Lett. 198: 45-48.
- Rodier, A., Devesse, C., Rousseau, T., Védie, R., Imbernon, M., and Olivier, J. M. 2000. Breeding brown hybrids of button mushroom (*Agaricus bisporus*) from a factorial cross. Mushroom Sci. 15: 289-297.
- Scarse, R. 1995. Cultivating mushrooms the potential. Mycologist. 9:12-19.
- Sharma VP, Kumar R, Gupta RK, Kumar S, Singh R. 2013. Optimizations of parameters for quality spawn production. *Mush Res.* 22:31-36.
- Singh K, Vijay B, Kamal S, Wakchaure GC. 2011. Mushrooms: Cultivation, Marketing and Consumption. Directorate of Mushroom Research, Chambaghat, Solan, India.
- Singh, P., Langowski, H. C., Wani, A. A., Saengerlaub, S. 2010. Review Recent advances in

- extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review. *J. Sci. Food Agric.* 90: 1393–1402.
- Snden JW. 1932. Mushroom spawn and method of making the same. US Patent No. 1869517.
- Sonnenberg, A. S. M. Groot, P. W. J., Schaap, R. J., Baars, J. J. P., Visser, J., and Van Griensven, L. J. L. D. 1996. Isolation of expressed sequence tags of *Agaricus bisporus* and their assignment to chromosomes. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 4542–4547.
- Sonnenberg, A. S. M., Hollander, K. D., Van de Munckhof, A. P. J., and Van Griensven, L. J. I. D. 1991. Chromosome separation and assignment of DNA probes in *Agaricus bisporus*. In: *Genetics and Breeding of Agaricus*, L. J. I. D. Van Griensven (ed.). Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 57–61.
- Stamets P, Chilton JS. 1983. *The Mushroom Cultivator. A Practical Guide to Growing Mushrooms at Home.* Agarikon Press Olympia, Washington.
- Stanley HO. 2010. Effect of substrates of spawn production on mycelial growth of oyster mushroom species. *Agric Biol J N Amer.* 1:817–820.
- Stoller BB. 1962. Some practical aspects of making mushroom spawn. *Mush Sci.* 5:170–184.
- Treschov, C. 1944. Nutrition of the cultivated mushroom. *Dansk Bet. Arkiv* 11(6), 1–180.
- Umar, M. H. & Van Griensven, L. J. L. D. (1997). Morphological studies on the life span, developmental stages, senescence, and death of fruit bodies of *Agaricus bisporus*. *Mycol. Res.* 101: 1409–1422.
- Vedder PJC. 1978. *Modern Mushroom Growing.* Grower Books, London, England.
- Volz, P.A. 1966. In vitro studies on species and mutants of *Agaricus*, *Cantharellus*, *Lepista*, *Pleurotus* and *Volvariella*. Ph. D. Thesis, Michigan State University, East Lansing; Diss. Abstr. B 27(1967):3004–3005.
- Wang, J.J., Wang, C.J., Lai, S.Y. and Lin, Y.M. 1998. Radioactivity concentrations of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K in basidiomycetes collected in Taiwan. *Appl. Radiat. Isot.* 49(1–2): 29–34.
- Wuest PJ. 1977. Composting and the composting technique. *Mush News.* 2:11–16.
- Xu, J. 1995. Analysis of inbreeding depression in *Agaricus bisporus*. *Genetics* 141: 137–145.
- Xu, J., Horgen, P. A., and Anderson, J. B. 1996. Somatic recombination in the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Mycol. Res.* 100: 188–192.
- Xu, J., Kerrigan, R. W., Horgen, P. A., and Anderson, J. B. 1993. Localization of the Mating Type Gene in *Agaricus bisporus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 59: 3044 - 3049.
- Yang QY, Jong SC. 1987. A quick and efficient method of making mushroom spawn. *Mush*

Sci. 12:317-324.

식약처 식품 중 방사능물질 안전관리 <http://fse.foodnara.go.kr/residue/rdg/jsp/main.jsp>

식품의약품안전처 www.mfds.go.kr

유창현. 2005. “버섯 민간육종의 현황과 활성화 방안, 산림조합중앙회 산림버섯연구소”, 종자과학과 산업 제 4권 제 1호.

강창용, 민경택, 김연중, 유창현. 2005. 「버섯산업의 현황과 과제」, 한국농촌경제연구원, 연구보고 R507.

유영복, 공원식, 장갑열, 오세중, 정중천, 전창성, 2006, “버섯의 품종 육성과 종균 산업의 동향”, 종자과학과 산업 제4권 제1호. p1-32.

국내·외 종자산업 현황 분석을 통한 GSP 추진 전략 수립, 2012. 11, (주)날리지웍스, 국립종자원, <https://www.seed.go.kr/index.jsp>

농림수산식품부. 2005~2013, 「특용작물 생산실적」.

농림수산식품부. 2007~2012, 「농림업 주요통계」

농촌진흥청. 2012. 「2011년도 지역별 농산물 소득 자료」.

농촌진흥청. 「2011년도 농축산소득자료집」.

농촌진흥청 국립원예특작과학원. 2009. 「알기 쉬운 버섯육종」

농협중앙회. 2014. 「농협조사월보」.

서울특별시 농수산물유통공사. 2014. 「농수산물 유통 정보핸드북」.

한국무역협회, <http://www.kita.net/>

(사)한국중균생산협회

福井陸夫. 2009. “世界のきのこ品種開発の動向.” Techno Innovation. No. 73. pp. 36-41. Society for Techno-innovation of Agriculture, Forestry and Fisheries.

中村克哉. 1991.きのこの事典. pp. 122-134.

大橋等. 2014. 最新きのこ栽培技術. pp. 325. (株)プランツワールド.

大橋等. 2016. 2016年度版きのこ年鑑. pp. 114-130. (株)プランツワールド.

<첨부> 특허, 논문 및 시장분석 보고서

특허, 논문, 제품(시장) 분석보고서

프로젝트명	종균 및 버섯 수출입 대응연구		
프로젝트 책임자	서 건 식	프로젝트 연구기관	한국농수산대학

1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
종균 재료 및 용기	일본	60	70	100	
오염균 검출 분자마커	한국	50	60	100	

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) 현재 기술수준은 선진국 100% 대비 우리나라 및 신청한 연구팀의 기술수준 표시
- 3) 기술개발 목표수준은 당해과제 완료 후 선진국 100% 대비 목표수준 제시
- 4) 부가설명이 필요한 경우 비교란에 작성

2. 특허분석

가. 특허분석 범위

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr), Aureka DB
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목 및 초록

나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		종균 재료 및 용기	오염균 검출 분자마커
Keyword		mushroom spawn	harmful organisms(바이러스, 세균, 곰팡이) detection marker
검색건수		58	1
유효특허건수		12	1
핵심특허 및 관련성	특허명	종균배양용 백	버섯 액체종균 내 곰팡이 또는 세균 검출용 PCR 프라이머 조성물과 이를 이용한 버섯 액체종균 내 존재하는 곰팡이 및 세균의 검출 방법
	보유국	한국	한국
	등록년도	2011	2015
	관련성(%)	30%	20
	유사점	- 필터가 부착된 합성수지 필름 재질의 백에 종균을 배양	액체종균의 오염균 검출용 marker
	차이점	- 버섯의 종류 및 규격이 제시되어 있지 않음 - 배양환경 조절에 관한 사항이 제시되어 있지 않음 - 본 연구에서는 배양 환경 조절에 관한 특허를 제시하고자 함	- 시설내 공기 중 오염균검출 - 액체종균에 국한되어 있음 - 액체종균은 큰느타리버섯에만 주로 사용함

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총 검색건수를, 유효특허건수는 검색한 특허 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 특허를 의미
- 3) 핵심특허는 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 특허를 기준으로 분석

3. 논문분석

가. 논문분석 범위

대상국가	미국, 일본, 유럽
논문 DB	Aureka DB, pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov), 국회도서관(www.nanet.go.kr)
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		수출입 대응연구	오염균 검출 분자마커	오염균 검출 분자마커
Keyword		mushroom, spawn, export, import	detection marker	detection marker
검색건수		3	182	182
유효논문건수		-	1	1
핵심논문 및 관련성	논문명		pH지시약 액체종균 오염 간이진단법	느타리버섯 유해균 <i>Hypocrea</i> sp.의 형태 및 URP-PCR 분석
	학술지명		한국균학회지	한국균학회지
	저자		장명준, 이윤혜, 주영철	서건식 외 4명
	게재년도		2008	2002
	관련성(%)		50	30
	유사점		pH 지시약 사용	분자마커 개발
	차이점		- 곰팡이와 바이러스 등에 관한 내용은 없음	- 느타리버섯 재배시 발생하는 <i>Hypocrea</i> 속 균의 분자 분류로 마커 개발까지는 보고되지 않음

개발기술명		종균 재료 및 용기	종균 재료 및 용기	종균 재료 및 용기
Keyword		mushroom spawn, package	mushroom spawn, package	mushroom spawn, package
검색건수		114	114	114
유효논문건수		11	11	11
핵심논문 및 관련성	논문명	Spawn making: A job only for well-trained perfectionists	How to make oyster mushroom grain spawn in simple way	Effect of age and quantity of spawn on milky mushroom production
	학술지명	Oyster mushroom cultivation	Mushroom growers' Handbook	Asian J. exp. biol. sci.
	저자		A. Ogden, K. Prowse	B. K. Pani
	게재년도			2011
	관련성(%)	50	50	30
	유사점	V-blender을 이용한 곡립 종균의 살균	느타리버섯 곡립종균 사용 재배	종균배양 기간, 접종량에 따른 버섯의 생산성 비교
	차이점	- 배양법에 관한 내용 없음 - 종균의 품질 향상에 대한 내용 없음	- 배양법에 관한 내용 없음 - 종균의 품질 향상에 대한 내용 없음	- 종균의 생산보다는 버섯의 생산성을 검토, 종균의 품질은 비교하지 않음

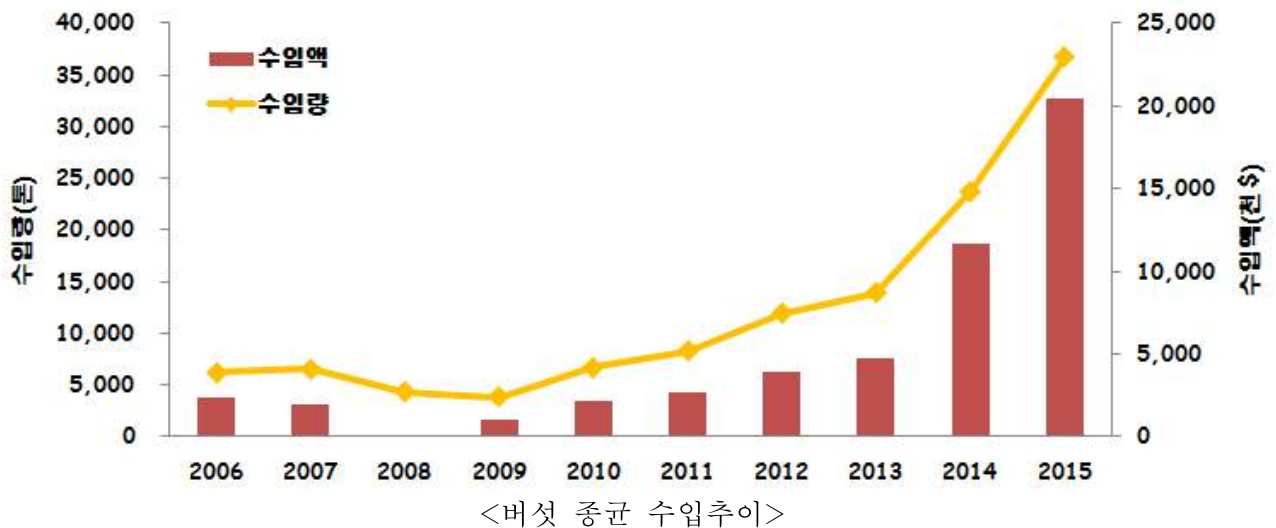
- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총검색건수를, 유효논문건수는 검색한 논문 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 논문을 의미
- 3) 핵심논문은 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 논문을 기준으로 분석

4. 제품 및 시장 분석

가. 생산 및 시장현황

1) 국내 제품생산 및 시장 현황

- 국내의 버섯 종균은 대부분 톱밥 종균으로 유통되고 있고, 팽이, 큰느타리와 같이 자동화 시설재배 버섯은 액체 종균, 표고버섯 원목재배는 성형종균, 양송이는 곡립 종균을 사용하고 있음
- 외국에서 도입하는 종균으로는 실반, 아미셀 등에서 수입하는 양송이 종균이 있음
- 표고 재배용 배지는 중국에서 배양 완료된 형태로 수입하고 있음
- 양송이 종균을 제외한 종균은 모두 국내 생산임
- 버섯 종균 시장 규모는 400억 정도이며 자급율이 38% 수준으로 낮음(2005년 기준)
- 현재 국립종자원 품종보호권이 등록된 버섯류는 25품목 179건 출원되어 130건이 등록되어 있음. 출원건수도 느타리(67건), 팽이버섯(22건), 큰느타리버섯(17건) 순으로 많음(2016년 기준)
- 중국산 배지에서 생산한 표고버섯의 원산지 논란이 있어 ‘중국산 배지 사용’을 병행 표기하는 방안이 2017년 7월 시행 예정임.



※ 농수산물수출지원정보, www.kati.net

2) 국외 제품생산 및 시장 현황

- 일본의 버섯 종균은 대부분 접종원인 톱밥 종균으로 유통되고 있고, 재배농가에서는 1회 계대 배양하여 사용할 수 있음. 최근에 액체 종균을 사용하기도 하나 기술력은 떨어지는 편임. 표고버섯 원목재배는 종목 종균, 양송이는 곡립 종균을 사용하고 있으며 대부분 실반 등에서 수입하여 사용하고 있음
- 중국은 톱밥종균, 퇴비 종균 등을 사용하고 있으며 100% 자가 생산임. 2014년도 표고버

- 첫배지의 수출량은 44,548톤에 달함. 주요 수출국은 한국, 일본, 미국임.
 - 유럽과 미국은 모두 실반, 아미셀 등에서 양송이 종균을 공급하고 있음

※ 출처

1. 2012年度 きのこ年監. 2013. (株)プランツワールド.
2. 버섯 특화산업의 육성 방안. 2007. 한국농촌경제연구원.
3. 농업전망 2017 미래를 향한 농업·농촌 변화와 도전. 2013. 한국농촌경제연구원.
4. 품종보호출원 동향. 2017. 국립종자원. www.seed.go.kr/protection/situation/register_01.jsp

나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 분자마커 개발 : 원균 및 종균 오염균을 검출할 수 있는 분자마커를 개발하여 종균 협회 등에 기술 이전하여 산업화함
- 종균제조법 : 종균제조 시스템을 개발하여 종균 협회 등에 기술 이전하며 표준 종균제조법을 제시함
- 종균 수출입 대응 : 수출입 대상국에 대한 법제도(검역, 등록, 분쟁사례)를 분석하여 원활한 국내 종균 수출 기반 조성을 위한 국내 관련 법과 제도 개선 유도

2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

항 목 \ 산업화 기준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	-	500	700	900	1,000	3,100
경제적 파급효과		-	1,000	1,500	2,000	4,500
부가가치 창출액		-	-	-	500	500
합 계		500	1,700	2,400	3,500	8,100

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

5. 3P(특허, 논문, 제품)분석을 통한 연구추진계획

가. 분석결과 향후 연구계획(특허, 논문, 제품 측면에서 연구방향 제시)

1) 특허분석 측면

- 기존 특허는 재배용기, 접종 기계 개발 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 필름소재의 봉지형태 종균개발 및 배양 효율성 방향으로 연구를 추진하여 “종균배양기술-환경관리” 특허 등을 국내 및 국외에 출원할 계획임
- 기존 특허는 식물병원균, 인체병원균 검출 키트 등 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 버섯 유해균 검출 진단 키트 개발 방향으로 연구를 추진하여 “버섯 유해균 검출 진단 키트” 특허 등을 국내 및 국외에 출원할 계획임

2) 논문분석 측면

- 기존 논문은 재배 기술 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 효율적인 종균 생산을 위한 환경관리 방향으로 연구를 추진하여 “종균 배양에 관한 사항, 보존 및 품질 관리” 등을 한국균학회지, 한국버섯학회지, 일본 균학회지 등 학술지 등에 게재할 계획임
- 기존 논문은 버섯의 생산성 향상을 위한 재배용 배지 재료에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 우량 종균 생산을 위한 종균 배양용 배지 재료 선발 방향으로 연구를 추진하여 “종균용 배지 재료 선발” 등을 한국균학회지, 한국버섯학회지, 일본 균학회지 등 학술지 등에 게재할 계획임
- 기존 논문은 DNA 마커를 이용한 분자분류에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 분자마커와 단백질 등을 분석한 돌연변이 검출 및 활력 검정 방향으로 연구를 추진하여 “유해균 검출 분자마커, 종균 및 원균의 활력 검정” 등을 한국균학회지, 한국버섯학회지, 일본 균학회지 등 학술지 등에 게재할 계획임
- 기존 논문은 버섯 생산물에 대한 수출 현황과 과제 등에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 종균 관련법이나 수출에 필요한 검역법 등 제도 분석 및 수출 전략 방향으로 연구를 추진하여 “종균 수출을 위한 전략 수립” 등을 국내외 학술지에 게재할 계획임
- 또한 국내외 버섯 시장 조사가 국내에서 과잉 생산되고 있는 버섯을 수출하기 위해 이루어졌으나, 본 연구과제에서는 “수입되는 버섯의 대응할 수 있는 버섯과 해외시장 선호 버섯의 종균 육성을 위한 시장 조사 분석”을 하여 학술지 게재와 정책 자료화 할 계획임

3) 제품 및 시장분석 측면

- 국내 및 국외시장 분석결과 톱밥 종균 등의 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 현재 쇠

퇴기에 접어들었으므로, 본 연구과제에서는 곡립중균 및 액체중균 방향으로 연구를 추진하여 버섯 중균을 생산하여 국내 및 국외에 판매할 계획임

- 국내 및 국외시장 분석결과 돌연변이 및 유해균 검출 마커는 생산되고 있지 않아, 본 연구과제에서는 돌연변이 및 유해균 검출 마커 개발 방향으로 연구를 추진하여 국내 보급 및 국외에 판매할 계획임

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Gold Seed Project 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Gold Seed Project 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.