

발간등록번호
11-1543000-001680-01

## 시장맞춤형 느타리류 신품종 개발

(Development and breeding of *Pleurotus* species  
for market-oriented traits)

국립원예특작과학원

농림축산식품부 · 해양수산부 · 농촌진흥청 · 산림청

# 프로젝트 최종실적보고서

보안과제( ), 일반과제(○)

과제번호 213003-04-4-CGI00

## 시장맞춤형 느타리류 신종 개발

(Development and breeding of *Pleurotus* species for market-oriented traits)

국립원예특작과학원

농림축산식품부 · 해양수산부 농촌진흥청 · 산림청

# 제 출 문

농림축산식품부장관 . 해양수산부장관 . 농촌진흥청장 . 산림청장 귀하

이 보고서를 “시장맞춤형 느타리류 신제품 개발” 프로젝트(세부프로젝트 “시장맞춤형 느타리류 신제품 개발”)의 보고서로 제출합니다.

2017년 2월 14일

프로젝트 연구기관명 : 국립원예특작과학원

프로젝트 책임자 : 신평균

세부프로젝트 연구기관명 : 국립원예특작과학원

세부프로젝트 책임자 : 신평균

세부프로젝트 연구원 : 오민지, 공원식, 장갑열,  
오연이, 김은선, 신유수

세부프로젝트 연구원 : 박영진(건국대)

세부프로젝트 연구원 : 김군도(부경대)

세부프로젝트 연구원 : 김근기(부산대)

세부프로젝트 연구원 : 이태수(인천대)

위탁과제 연구기관명 : 경남농업기술원

위탁과제 책임자 : 류재산

위탁과제 연구원 : 김민근

위탁과제 연구기관명 : 경기농업기술원

위탁과제 책임자 : 최종인

위탁과제 연구원 : 이윤희, 전대훈, 하태문,  
지정현

위탁과제 연구기관명 : 한국버섯원

위탁과제 책임자 : 한용식

위탁과제 연구원 : 이정우

위탁과제 연구기관명 : 머쉬드림

위탁과제 책임자 : 장순호

위탁과제 연구원 : 신종무

## 보고서 요약서

과제고유번호	213003-04-4-C GI00	해 당 단 계 연구 기 간	42개월	단 계 구 분	1/1
연구 사업명	단 위 사 업 명	* 원예(느타리류) : 농식품기술개발(R&D)			
	세부 사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구 과제명	프로젝트명	시장맞춤형 느타리류 신품종 개발			
	세부 프로젝트명 (주관 연구기관 /연구책임자)	시장맞춤형 느타리류 신품종 개발(국립원예특작과학원/신평균)			
연구 책임자	신평균	해당단계 참 여 연구원 수	총: 143명 내부: 43명 외부: 100명	해당단계 연구 개발비	정부: 1270천원 민간: 317.5천원 계: 1587.5천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 143명 내부: 43명 외부: 100명	총 연구개발비	정부: 1270천원 민간: 317.5천원 계: 1587.5천원
연구기관명 및 소속부서명	국립원예특작과학원 버섯과			참여기업명	한국버섯원균 어쉬드림
위탁 연구	연구기관명: 경남농업기술원 경기농업기술원 한국버섯원균 머쉬드림			연구책임자:	류재산 최종인 한용식 장순호
요약				보고서 면수	
<p>○ 시장맞춤형 느타리류 신품종 개발</p> <p>가. 국내외 수집자원의 유전자원 등록 및 유연관계 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 느타리류 핵형 분석 : 상용품종 및 자생느타리 등 33계통</li> <li>- 새송이, 아위느타리, 백령느타리간의 ITS 유연관계 분석</li> <li>- 외국수집균주의 유전자원 등록 : 40계통</li> </ul> <p>나. 새송이 대체품종 아위느타리 신품종 '비산2호' 품종 육성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배방법이 새송이재배방법과 동일하며 수량이 높고 맛이 향이 좋음</li> <li>- 기능성 향산화(에르고치오네인) 및 항염증 효능이 있음</li> </ul>				220	

- 다. 세포질전환 기법을 이용한 느타리 신품종 '천화심' 육성
- 핵 패턴과 미토콘드리아 DNA를 활용하여 세포질전환 교잡주 선발
  - 여름재배가 가능하며 다발성을 나타냄
- 라. 기능성(에르고치오네인) 강화 아위느타리 'GW10-45' 개발
- LC 및 LC/MS를 통한 에르고치오네인 분석
  - 자실체 수량도 높고 에르고치오네인 함량이 높은 계통 특히 출원
- 마. 저온처리없는 백령느타리 형태의 중간교잡주 '설원' 개발
- 백령느타리를 새송이처럼 재배할 수 있는 품종 육성
    - 저온처리없이 백령느타리 형태의 세포질전환 중간교잡주 선발
  - 갓이 회백색이며 맛은 백령에 가까운 계통 선발
- 시장맞춤형 큰느타리 모본 탐색 및 신품종 개발
- 가. 외국품종 대체용 큰느타리(새송이)버섯 「애린이5」 품종개발
- 대가 곧고 굵으며 갓색이 진하여 국내 동남아 소비자 선호도 높음
  - 수확량 12% 증대(77→86g), 품질 개선(6.8 → 7.2)
  - 생육소요일이 3일 단축되어 생산효율 증대(17.4 → 14.6일)
- 나. 유럽시장 소비자 선호형 큰느타리(새송이)버섯 「갓애린이」 품종개발
- 갓이 우산형이고 갓의 무게 비중이 42%로 높아 유럽인 선호
  - 전체 길이가 작지만 대의 두께가 두꺼워서 고급품으로 인식됨
  - 대조품종에 비해 수확량이 많으며(11%개선), 품질이 우수함(20%개선)
- 수출 및 장기유통을 위한 느타리버섯 선도유지 기술 개발
- 가. 만타리 (P14280) 품종보호 출원 및 품종 특성
- 버섯발생 및 생육이 균일함
  - 갓은 진회색 탄력성이 우수하며 대는 회백색이며 가는형태임
  - 대 조직의 연하여 포장에 유리함
  - 발아개체수가 많고 다수성 계통임(179g/900cc병)
- 나. 선행결과 곤지7호 품종의 통상실시
- 다. 선행결과 흑타리버섯의 배양실 환경조건 관리(영농활용)
- 느타리버섯 현장적응성 적합품종 개발
- 가. 대장3호의 육종 및 선발
- 나. 화성6호의 육종 및 선발
- 다. 중국시장 조사
- 라. 새로운 느타리계통의 육종
- 느타리류 육성품종의 농가실증 시험
- 가. 아위느타리 육성 신품종 현장평가기회 실시 : 3회

# 요 약 문

## I. 제 목

시장맞춤형 느타리류 신제품 개발

## II. 연구성과 목표 대비 실적

성과목표	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자원		국내매출액	중자출액	기술이전	연혁양형	홍보	학술발표
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록						
최종목표	7	3	3		1	7			16	60	5	4	2	2	8
1차년 (2013)	목표	2				1			4	5					2
	실적								5						2
2차년 (2014)	목표	2				1			4	10					2
	실적	2				1			20	609		1	2	3	4
3차년 (2015)	목표	1	2	1		1	3		4	10					3
	실적	2	2	2		1	4			1229		9	1	4	6
4차년 (2016)	목표	2	1	2			2		4	20	5				1
	실적	3			1	2	3		25			14		3	4
계	목표	7	3	3		1	7		16	20	5	4	2	2	8
	실적	7	3	2	1	3	8		50	1838		23	3	10	16
달성율(%)	100	100	66		300	114			312	9190		575	150	500	106

※ 특허와 분자마커는 분자마커 개발과제로 이전

## III. 연구개발의 목적 및 필요성

## IV. 연구개발 내용 및 범위

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2013)	○ 국내외 수집유전자원의 D/B구축	15	- 국내외 수집유전자원의 유연관계 및 기능성 분석 : Ergothioneine, Lovastatin, Phenolic compounds 등
	○ 우리 고유품종 육성	25	- 선행연구에 의한 우리고유 품종 육성 : 아위느타리, 큰느타리
	○ 우리 고유품종 개발을 위한 육종기술 개발	15	- 세포질전환 교잡주 선발기법 개발

	○ 유전자원 수집, 단포자 은행 구축	15	- 원산지권역별 유전자원 수집 · 유럽, 미국, 아시아 50계통 - 균학적 특징 및 자실체 특성조사 · 수집 유전자원 250계통 - 단포자 은행 구축 · 유전자원 35계통 장기보존(초저온냉동고) · 단핵균사 집단 20개 보존
	○ 장기유통에 적합한 느타리버섯 모본선발	15	- 국내외 수집유전자원 특성조사:100균주 - 장기저장성 모균주 선발 : 7계통
	○ 장기유통을 위한 포장재선발		- 포장재: 유공방담필름
	○ 고품질 버섯 육종모본 선발	15	- 육종모본 선발: 4균주
	○ 단포자 수집 및 단핵균주 분리		- 단핵균주 확보: 100균주
2차년도 (2014)	○ 우리 고유품종 개발을 위한 교배집단 탐색 및 양성	15	-핵형분석을 통한 교배모본 선발
	○ 기능성 강화 물질 탐색	40	-기능성물질 강화 모본균주 선발
	○ 버섯형태별 수량, 발생기간 관련 형질별 순계분리 및 교배	15	-우수유전자원의 단핵균주 선발 및 단포자 교배
	○ 유용형질 선발마커 개발		-유용형질별 분리 집단 구축
	○ 장기유통을 위한 포장재선발	15	-육성계통 중 우수계통의 저장성 조사
	○ 저장성 및 물리성 조사		-육성계통 중 우수계통의 물리성 조사
	○ 교잡균주 생리적 특성조사	15	-단핵균주 특성조사: 100
	○ 교잡균주 시험재배를 통한 선발육성		-교잡균주 선발: 10균주
3차년도 (2015)	○ 육성품종의 기능성 분석	20	-육성품종의 항염증 효과 -표준품의 Lovastatin 활성 조사
	○ 기능성강화 품종 육성	20	- 에르고치오네인 강화 품종 - 노바스타틴 강화 품종
	○ 외국인 선호형 육종모본 육성	10	-외국인 선호 형질 은행 단교배를 통한 복합우수(외국인선호형+고품질) 육종모본 육성
	○ 외국인 선호형 품종 육성	10	-외국인 선호 품종육성(외국인선호형× 고품질)
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성 및 특성검정	10	-단핵균주를 이용한 단포자교잡 -육성계통 중 우수계통의 재배특성 조사
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정 및 농가실증시험	10	-우수계통 생산력검정 -우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사
	○ 중국 현지특성 느타리 품종육성	10	-중국시장 현지방문 및 조사 -우량계통 선발: 2균주 이상
	○ 출원품종의 국내적응성 시험	10	-농가실증재배 : 4품종
4차년도 (2016)	○ 우리고유 품종 육성	10	- 자생느타리류 이용 신품종 육성
	○ 기능성강화 품종육성 및 재배법 확립	30	- 에르고치오네인 강화 신품종 재배법 확립 - 중간교잡주 기능성 (항염증) 활성 조사
	○ 국내 외국계 품종대체 품종육성	10	- 국내외 소비자 및 농업인 선호형 품종육성
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성 및 특성검정	10	- 단핵균주를 이용한 단포자교잡 - 육성계통 중 우수계통의 재배특성 조사
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정 및 농가실증시험	10	- 우수계통 생산력검정 - 우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사
	○ 계통간 교잡을 통한 새로운 교잡균주의 선발 및 특성조사	10	- 교잡균주 특성조사 : 10
	○ 수집균주를 이용한 교잡 및 선발육성	10	- 단핵균분리 : 100 - 교잡균분리 : 25
	○ 육성품종의 현장시험	10	- 육성품종의 농가실증 시험 : 3회

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 우리 고유 품종 육성	- 자생느타리류 이용 신품종 육성	- 수집군주 자실체 특성 조사 - 느타리류 해외시장조사 · 베트남, 중국, 홍콩 등
○ 항산화 효능 분석 및 기능성 품종 육성	- 에르고치오네인 분석	- LC에 의한 에르고치오네인의 분리 - ESI-TOF에 의한 에르고치오네인의 정량분석 - 아위느타리 육성계통에 대한 에르고치오네인의 함량 비교분석 - 에르고치오네인 함량 강화 아위느타리 육성품종 자실체 특성조사
○ 항염증 효능 분석 및 기능성 품종 육성	- 육성품종의 항염증 효과	- 물질추출 - Column chromatography를 이용한 물질분리 - TLC를 이용한 물질분리
○ 국내 외국계 새송이 품종대체 품종육성	- 국내외 소비자 및 농업인 선호형 품종육성	○ 국내 소비자 및 농업인 선호형 품종육성 - 다수확 및 조기수확성 형질간 교배로 복합우수(다수확+고품질, 조기수확성) 품종 육성 - 교배조합: 다수확모본 × 색상우수모본 (600조합) 다수확모본 × 조생성모본 (600조합) 다수확모본 × 고품질자모본 (600조합) - 품질구성요소: 배양, 발이, 수확 소요일, 무게, 품질 등
○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 품종육성	- 교배 모본 선발 - 교배 및 육성계통 선발 - 우량계통 특성 검정 - 생산력 검정 - 저장성 평가 - 농가실증시험	- 모본 특성 : 품질 우수형, 갓 등근형, 대 백색형, 대 굵은형, 생육균일형, 다발성, 대 가는형, 저장성 등을 고려한 품종 육성
○ 느타리 현장 적응성 적합품종 개발	- 교잡 및 시험재배를 통한 선발 - 현장 재배품종간의 품종 육성 - 국외 선호 현장 품종 선발	- 1, 2, 3, 4차 병재배를 통한 현장 적응 품종 선발 - 농가실증재배 - 외국 선호형 중간 교잡 및 우량계통 선발
○ 느타리류 육성품종의 농가실증 시험	- 육성품종의 현장시험	- 1, 2, 3차 육성품종의 농가실증 시험

## V. 연구개발결과

- 시장맞춤형 느타리류 신품종 개발
  - 가. 국내외 수집자원의 유전자원 등록 및 유연관계 분석

- 느타리류 핵형 분석 ; 상용품종 및 자생느타리 등 33계통
- 새송이, 아위느타리, 백령느타리간의 ITS 유연관계 분석
- 외국수집균주의 유전자원 등록 : 40계통

나. 새송이 대체품종 아위느타리 신품종 ‘비산2호’ 품종 육성

- 재배방법이 새송이재배방법과 동일하며 수량이 높고 맛이 향이 좋음
- 기능성 항산화(에르고치오네인) 및 항염증 효능이 있음

다. 세포질전환 기법을 이용한 느타리 신품종 ‘천화심’ 육성

- 핵 패턴과 미토콘드리아 DNA를 활용하여 세포질전환 교잡주 선발
- 여름재배가 가능하며 다발성을 나타냄

라. 기능성(에르고치오네인) 강화 아위느타리 ‘GW10-45’ 개발

- LC 및 LC/MS를 통한 에르고치오네인 분석
- 자실체 수량도 높고 에르고치오네인 함량이 높은 계통 특허 출원

마. 저온처리없는 백령느타리 형태의 중간교잡주 ‘설원’ 개발

- 백령느타리를 새송이처럼 재배할 수 있는 품종 육성
- 저온처리없이 백령느타리 형태의 세포질전환 중간교잡주 선발
- 갓이 회백색이며 맛은 백령에 가까운 계통 선발

○ 시장맞춤형 큰느타리 모본 탐색 및 신품종 개발

가. 외국품종 대체용 큰느타리(새송이)버섯 「애린이5」 품종개발 : 특징 및 장점

- 대가 곧고 굵으며 갓색이 진하여 국내·동남아 소비자 선호도 높음
- 수확량 12% 증대(77→86g), 품질 개선(6.8 → 7.2)
- 생육소요일이 3일 단축되어 생산효율 증대(17.4 → 14.6일)

나. 유럽시장 소비자 선호형 큰느타리(새송이)버섯 「갓애린이」 품종개발 : 특징 및 장점

- 갓이 우산형이고 갓의 무게 비중이 42%로 높아 유럽인 선호
- 전체 길이가 작지만 대의 두께가 두꺼워서 고급품으로 인식됨
- 대조품종에 비해 수확량이 많으며(11%개선), 품질이 우수함(20%개선)

다. 신품종의 자실체 발생 특징

품종명	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명도	생소일
애린이5	1.7	120.3	31.2	54.1	85.9	7.2	59.8	14.6
갓애린이	1.8	98.8	29.1	49.9	60.2	5.4	65.1	18.8
큰느타리2호(대조)	1.9	109.6	29.4	56.3	77.4	6.8	66.4	17.4

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

○ 수출 및 장기유통을 위한 느타리버섯 선도유지 기술 개발

가. 만타리 (P14280) 품종보호 출원 및 품종 특성

- 버섯발생 및 생육이 균일함
- 갓은 진회색 탄력성이 우수하며 대는 회백색이며 가는형태임

- 대 조직의 연하여 포장에 유리함
  - 발이개체수가 많고 다수성 계통임(179g/900cc병)
- 나. 선행결과 근지7호 품종의 통상실시
- 다. 선행결과 흑타리』버섯의 배양실 환경조건 관리(영농활용)

○ 느타리버섯 현장적응성 적합품종 개발

- 가. 대장3호의 육종 및 선발
- 나. 화성6호의 육종 및 선발
- 다. 중국시장 조사
- 라. 새로운 느타리계통의 육종

○ 느타리류 육성품종의 농가실증 시험

- 가. 아위느타리 육성 신품종 현장평가회 실시 : 3회

\* 품종보호 출원 및 특허 출원 품종

			
대장3호	비산2호	천화심	애린이5
			
GW10-45	설원	만타리	갓애린이

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

- 외국수집균주의 유전자원 등록 : 40계통
- 느타리류 신품종 육성 : 10품종
- 느타리류 육성품종의 농가실증 시험 및 현장평가회
- 육성품종 기술이전
- 기술이전 품종 상품화 및 생산판매
- 육성품종 국내매출
- 육성품종 국외출원
- 육성품종 박람회 참석
- 육성품종 수출 계획

## SUMMARY

This study has been conducted to develop new variety oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii* varieties) with long shelf-life and to elucidate suitable conditions of storage and treatment of post-harvest during long shipping period. add to functionality for exportation in the *Pleurotus ferulae*, Cytoplasmic hybrid tech for molecular breeding, effect of antioxidation activity, anti-fammulation activity etc.

This new cytoplasmic hybrid variety 'Chunhwashim' of oyster mushroom is characterized by multiple of individual generation and the color of pileus is deeply grey. And also summer cultivation is posible. We therefore expect that this new strain will increase of the income by cultivation of field.

Additionally, 'Beesan No.2' reduced the expression of IRS/PI3K/Akt signaling pathway and its downstream factors, including mammalian target of rapamycin (mTOR) and p70S6 kinase which stimulate adipogenesis. Furthermore,  $\beta$ -catenin, the suppressor of adipogenesis, was increased in CEBT-treated cells. These results indicate that *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* 'Beesan No. 2' effectively inhibited adipogenesis, so this mushroom can give expectations as anti-obesity food and drug.

Chronic inflammation, which is resulted from continuous exposure to antigens, one of major reasons causing tissue damages and inflammatory derived-diseases such as rheumatoid arthritis and type 2 diabetes. To elucidate the effects of GW10-45 on molecular targets involved in pro-inflammatory responses, we performed western blot analysis. Expression of inducible nitric oxide (iNOS) was significantly decreased in LPS and GW10-45 co-incubated cells compared to LPS only-treated cells. Also, another protein which plays critical role in inflammation, cyclooxygenase-2 (COX-2), was down-regulated when cells were treated with LPS and GW10-45. In NF- $\kappa$ B pathway, phosphorylation of I $\kappa$ B $\alpha$  was decreased in RAW264.7 cell treated with both LPS and GW10-45. Furthermore, GW10-45 inhibited phosphorylation of NF- $\kappa$ B in LPS-stimulated RAW264.7 cells. Conclusively, GW10-45 could suppress pro-inflammatory responses in LPS-stimulated RAW264.7 cells by down-regulating phosphorylation of NF- $\kappa$ B and I $\kappa$ B $\alpha$  and expression of iNOS and COX-2 without cytotoxicity.

'Mantari' is a new variety of oyster mushroom for the bottle culture. It was bred by mating with monokaryons isolated from 'DM11732' and 'Chunchu-2ho'. The yield per bottle was 179g/900ml and was 5% higher than that of control variety (Chunchu-2ho). As results of the physical properties of fruit body, springness, cohesive, gumminess and brittleness of stipe tissue were 96%, 76%, 160g and 15kg, respectively.

'Santari' developed on this study is *P. pulmonarius* of oyster mushroom species 'Santari' is a new variety of oyster mushroom for the bottle culture. The yield per bottle was 172g/1,100ml and was 43% higher than that of control variety(Hosan). As results of the physical properties of fruit body, springness, cohesive, gumminess and brittleness of stipe tissue were 87%, 82%, 193g and 16kg, respectively. The values of them are lower than those of control except cohesive.

In order to breed a new Korean *P. eryngii* cultivar with high quality and yield, single crosses between 24×46 and KNR2539 were performed and resulted in new cultivar 6×13 chose by required days to harvest (14.6 days), quality (7.2) and yield (85.9g/850cc bottle). The strains were named as Aeryni 5 and cultivated on a large scale to compare with Kenneutari No. 2 at a mushroom farm. Yield of Aeryni 5 (82.2 g) was 122.7% of Kenneutari No. 2 and quality of the new cultivar was 7.7 while 6.3 in reference cultivar. Yield and quality of two cultivar were statistically different. The lightness of pileus of Aeryni 5 (61.7) was higher than Kenneutari No. 2 by 3.4 points, thus pileus of Aeryni looked brighter. PCR reactions with URP2 discriminated between Aeryni 5 and reference cultivars (Keneutari No. 2 and Aeryni 5).

'Daejang 3ho' and 'Daejang 6ho' was developed by the method of Di-mon mating between monokaryotic strains derived from 'Daejang 1ho' and dikaryotic strain 'Jangan 5ho'. The color of pileus was dark gray, the shape of pileus was deeply funnel. The length of stipe was longer and the thickness of stipe was some thicker than Chunchu 2ho. Days of primordia formation period were 4-5 days, that was a similar to Chunchu 2ho. The optimal temperature of fruit body was 14-17°C. Yield index of 'Daejang 3ho' was 13.9% higher than Chunchu 2ho. When the humidity was high, the stipes were sometimes gray. Ventilation was well that increased gradually since the early growth. RAPD using URP-primer of #03, #08, #10 and #11 showed that different other strains. Material properties of stipe of 'Daejang 3ho' was higher in cohesiveness, fracturability than Chunchu 2ho, but lower in strength, hardness and chewiness.

## CONTENTS

Chap. 1. Introduction of Resaerch and Development -----	11
1. Necessity of the Resaerch and Development -----	11
2. Purpose of the Resaerch and Development -----	11
3. Purpose and Results of the resaerch and Development -----	12
Chap. 2. Current Domestic and International Technology and Development -----	15
1. Current Technology and Development of Foreign Countries -----	15
2. Current Domestic Technology and Development -----	17
Chap. 3. Results and Methods of the Resaerch and Development -----	20
1. Theoretical and Experimental Method -----	20
1-1. Approach Method and Co-operation with the others Institution -----	20
1-2 Propulsion Schedule -----	20
2. Propulsion Schedule -----	20
3 Subjects Results of the Resaerch and Development -----	21
3-1 Development and breeding of <i>Pleurotus</i> species for market-oriented traits-----	21
3-2 Breeding of <i>Pleurotus eryngii</i> for market-oriented traits and parent cultivar -----	67
3-3 Breeding of high-quality <i>Pleurotus ostreatus</i> to explore overseas markers-----	107
3-4 Development of site adaptability fit varieties of oyster mushroom -----	113
3-5 Field farm assessment -----	157
Chap. 4. Accomplishment and Contribution to the Related Field -----	175
1. Achievement of Annual R&D Goals and Contribution to Related Field -----	175
2. Contribution to the Related Field -----	175
Chap. 5. Outcome of Resaerch and Development and Its Application -----	177
1. Technology Transfer -----	177
2. Education, Instruction and Promotion -----	178
3. Patent, Cultivar, Research paper -----	179
Chap. 6. Foreign Technological Information -----	184
Chap. 7. References -----	205

## 목 차

제 1 장	프로젝트의 개요 및 성과목표 -----	11
제1절	연구개발의 필요성 -----	11
제2절	연구개발의 목적 및 범위 -----	11
제3절	연구성과 목표 대비 실적 -----	12
제 2 장	국내외 기술개발 현황 -----	15
제1절	국내외 관련분야에 대한 기술개발 현황 -----	15
제2절	국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치 -----	17
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과 -----	20
제1절	이론적, 실험적 접근방법 -----	20
1.	접근방법 및 다른 기관과의 협조방안 -----	20
2.	연도별 추진일정 -----	20
제2절	연구개발 추진체계 -----	20
제3절	과제별 연구결과 -----	21
1.	시장맞춤형 느타리류 신제품 개발 -----	21
2.	시장맞춤형 큰느타리(새송이)버섯 모본 모본 탐색 신제품 개발-----	67
3.	저장성 강화 수출용 느타리 품종육성 및 보급-----	107
4.	느타리 현장적응성 적합품종 개발-----	113
5.	느타리류 현장평가회 -----	157
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	175
제1절	연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표의 달성도 -	175
제2절	관련분야의 기술발전예의 기여도 -----	175
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----	177
제1절	실용화·산업화 계획(기술실시 등) -----	177
제2절	교육·지도·홍보 등 기술확산 계획 등 -----	178
제3절	특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 등 -----	179
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	184
제 7 장	참고문헌 -----	205
<첨부>	특허, 논문 및 시장분석 보고서 -----	210

## 제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표

### 제1절 연구개발의 필요성

- 느타리류의 제한된 유전자원을 최대한 활용하기 위해서는 유전체 전체의 서열과 형질과의 연관분석이 필요하며, 이를 육종에 활용할 수 있는 기술이 필요함
  - 군사특성 뿐만 아니라 자실체의 특성, 기능성, DNA 분석 등이 이루어져야 수집유전자원의 활용도를 높일 수 있음
  - 제한된 유전자원을 활용하여 우리 고유 품종을 개발하기 위해서는, 육종모본의 유전체 전체 서열과 형질과의 연관분석을 통해 이를 육종에 활용할 수 있는 기술이 필요함
  - D/B화된 자료를 바탕으로 육종소재, 기능성연구, 고유품종의 마커개발 등 다양한 연구개발에 활용될 수 있음
- 해외 선호형 맞춤형 느타리류 품종개발이 요구됨
  - 해외 선호형 느타리류는 갓이 크고 대가 짧은 형태이므로, 우리나라 재배형태(병, 봉지재배)에 적합한 품종개발이 필요함
  - 쉽게 재배할 수 있는 생산자를 위한 버섯 품종 및 수출의 걸림돌이 되는 저장성 연장과 부스러짐이 없는 버섯에 대한 품종 개발이 요구됨
- 느타리버섯의 국내소비 증대와 버섯산업의 활성화를 위하여 다양한 기능성 느타리버섯 품종개발이 필요함
  - 기능성 식품들은 대부분 고가이므로 값싸게 먹을 수 있는 기능성 버섯 품종의 개발이 요구됨
- UPOV 가입과 FTA 체결에 따른 품종의 국제분쟁 가능성 증대
  - 주요 수출품목인 큰느타리버섯의 품종은 현재 대부분이 외국품종
  - 에너지 절감 및 저장기간이 긴 수출형 국내 품종이 요구됨

### 제2절 연구개발의 목적 및 범위

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2013)	○ 국내외 수집유전자원의 D/B구축	15	- 국내외 수집유전자원의 유연관계 및 기능성 분석 : Ergothioneine, Lovastatin, Phenolic compounds 등
	○ 우리 고유품종 육성	25	- 선행연구에 의한 우리고유 품종 육성 : 아위느타리, 큰느타리
	○ 우리 고유품종 개발을 위한 육종기술 개발	15	- 세포질전환 교잡주 선발기법 개발
	○ 유전자원 수집, 단포자 은행 구축	15	- 원산지권역별 유전자원 수집 · 유럽, 미국, 아시아 50계통 - 균학적 특징 및 자실체 특성조사 · 수집 유전자원 250계통 - 단포자 은행 구축 · 유전자원 35계통 장기보존(초저온냉동고) · 단핵균사 집단 20개 보존
	○ 장기유통에 적합한 느타리버섯 모본선발	15	- 국내외 수집유전자원 특성조사:100균주 - 장기저장성 모균주 선발 : 7계통
	○ 장기유통을 위한 포장재선발		- 포장재: 유공방담필름
	○ 고품질 버섯 육종모본 선발	15	- 육종모본 선발: 4균주

	○ 단포자 수집 및 단핵균주 분리		- 단핵균주 확보: 100균주
2차년도 (2014)	○ 우리 고유품종 개발을 위한 교배집단 탐색 및 양성	15	- 핵형분석을 통한 교배모본 선발
	○ 기능성 강화 물질 탐색	40	- 기능성물질 강화 모본균주 선발
	○ 버섯형태별 수량, 발생기간 관련 형질별 순계분리 및 교배	15	- 우수유전자원의 단핵균주 선발 및 단포자 교배
	○ 유용형질 선발마커 개발		- 유용형질별 분리 집단 구축
	○ 장기유통을 위한 포장개선발	15	- 육성계통 중 우수계통의 저장성 조사
	○ 저장성 및 물리성 조사		- 육성계통 중 우수계통의 물리성 조사
	○ 교잡균주 생리적 특성조사	15	- 단핵균주 특성조사: 100
○ 교잡균주 시험재배를 통한 선발육성	- 교잡균주 선발: 10균주		
3차년도 (2015)	○ 육성품종의 기능성 분석	20	- 육성품종의 항염증 효과 - 표준품의 Lovastatin 활성 조사
	○ 기능성강화 품종 육성	20	- 에르고치오네인 강화 품종 - 노바스타틴 강화 품종
	○ 외국인 선호형 육종모본 육성	10	- 외국인 선호 형질 은행 단교배를 통한 복합우수(외국인선호형+고품질) 육종모본 육성
	○ 외국인 선호형 품종 육성	10	- 외국인 선호 품종육성(외국인선호형× 고품질)
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성 및 특성검정	10	- 단핵균주를 이용한 단포자교잡 - 육성계통 중 우수계통의 재배특성 조사
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정 및 농가실증시험	10	- 우수계통 생산력검정 - 우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사
	○ 중국 현지특성 느타리 품종육성	10	- 중국시장 현지방문 및 조사 - 우량계통 선발: 2균주 이상
○ 출원품종의 국내적응성 시험	10	- 농가실증재배 : 4품종	
4차년도 (2016)	○ 우리고유 품종 육성	10	- 자생느타리류 이용 신품종 육성
	○ 기능성강화 품종육성 및 재배법 확립	30	- 에르고치오네인 강화 신품종 재배법 확립 - 중간교잡주 기능성 (항염증) 활성 조사
	○ 국내 외국계 품종대체 품종육성	10	- 국내외 소비자 및 농업인 선호형 품종육성
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성 및 특성검정	10	- 단핵균주를 이용한 단포자교잡 - 육성계통 중 우수계통의 재배특성 조사
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정 및 농가실증시험	10	- 우수계통 생산력검정 - 우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사
	○ 계통간 교잡을 통한 새로운 교잡균주의 선발 및 특성조사	10	- 교잡균주 특성조사 : 10
	○ 수집균주를 이용한 교잡 및 선발육성	10	- 단핵균분리 : 100 - 교잡균분리 : 25
○ 육성품종의 현장시험	10	- 육성품종의 농가실증 시험 : 3회	

### 제3절 연구성과 목표 대비 실적

성과지표 구분			단위	1년차		2년차		3년차		4년차		2단계 목표	최종 목표	
				목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적			
과학 기술적 목표	품종 개발	국내 출원	건	2		2	2	1	2	2	3	8	15	
		국내 등록					2	2	1		10	13		
		국외 출원												
		품종생산수입 관매신고												
	국내 특허	출원						1	2	2			4	7
		등록									1		6	6
	국제 특허	출원												
		등록												
	논문	SCI				1			1		2		3	4
		비SCI		1		2	1	3	4	1	3		8	15
	학회 발표	국내		2	2	2	4	1	6	2	4		8	15
		국제												
	품종 지역적응성 검정													
	무독묘 품종생산													
	무독묘 원종주수													
	반수체 유래계통													
	계통선발													
	계통세대단축	점												
	생산량 검정	건												
	중간모본 육성													
	원종탐색													
	분자마커 개발													
	마커분석													
	분자마커 지원	점												
bioassay 건수	건													
유전자원 등록	건	4	5	4	20	4		4	25	20	36			
유전체정보 등록														
유전자지도집단 등록														
유전자원수집 및 분양														
primer 탐색														
기반구축														
분리집단 육성														
분리집단 적용														
DB 구축														
핵심집단 구축														
협력관계 구축														
현장평가회									3					

성과지표 구분		단위	1년차		2년차		3년차		4년차		2단계 목표	최종 목표	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적			
	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											
	종균 용기 개발												
	종균 배지 개발												
	종균배양 환경관리시스템												
	기능성평가												
성분검정													
성과관리시스템													
산업 경제적 목표	기술이전(기술료)	천원			776		7,826		21,000				
	수입 대체 효과	품명	%	5		10		10		20		60	60
		국내종자매출액	백만원				609		1,229				
	종자수출액	만불							5		25	30	
환경적 목표	시장조사보고서	건											
	정책조사보고서												
	인력양성					2		1				15	

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제1절 국내외 관련분야에 대한 기술개발 현황

#### 1. 세계의 버섯 시장 규모

- 대량 생산의 기술적 뒷받침과 늘어나는 수요에 의하여 지속적으로 확대되는 추세
  - 버섯의 영양학적 우수성이 밝혀지고, 웰빙 기능성 식품으로 인식되면서 버섯의 수요가 증가하여 '05-' 12 기간 동안 연평균 21%의 증가율을 보였음
  - 버섯은 전세계 대부분의 국가에서 재배 및 소비되는 글로벌 작물임
- 전세계 버섯생산 규모 및 지역별 분포



그림 1. 세계 버섯 생산량 및 재배면적지역별 버섯 생산비율(출처: KATI(2014), FAOStat)

- 전세계 버섯재배면적의 감소세에도 불구하고 생산량은 증가추세이며 2013년은 2010년에 비해 34% 증가되었음.
- 아시아 지역이 전체 생산량의 67%를 차지하며, 그 중 중국이 61%를 생산하고, 유럽24%, 아메리카가 9%를 차지하였음.

#### 2. 네덜란드 버섯 시장 규모

- 연간 약25만톤의 버섯을 생산하여 유럽1위의 버섯생산국이고 양송이버섯이 90%을 차지.
- 그 외 느타리, 분홍, 노랑느타리와 표고버섯이 소규모로 재배되고 있음.
- 네덜란드 버섯 시장규모

구분	2010		2011		2012		
	생산규모	증감률	생산규모	증감률	생산규모	증감률	
생산규모 및 성장률	전체	266,000	0.16	304,000	0.14	296,000	-0.03
	신선버섯	119,000	-0.15	124,000	0.04	120,000	-0.03
	가공처리버섯	147,000	0.63	180,000	0.22	176,000	-0.02

출처 : Kotra(2014), EPC(Group of European Champignon Producers) Comtrade(2008-2012)

- 버섯 주요 수입국 현황

순위	국가	금액			점유율			증감률
		2012	2013	2014 상반기	2012	2013	2014 상반기	14 상반기/13 상반기
	총계	17,800	20,461	9,150	100.00	100.00	100.00	6.31
1	대한민국	6,187	6,733	3,673	34.76	32.91	40.14	24.95
2	중국	4,966	5,138	2,022	27.90	25.11	22.10	-15.16
3	벨기에	1,079	1,883	1,399	6.06	9.21	15.29	121.32
4	세르비아	17	37	492	0.10	0.18	5.37	0.00
5	독일	1,218	1,040	463	6.84	5.08	5.06	-30.59
6	터키	332	356	356	1.87	1.74	3.89	21.16
7	이탈리아	164	327	201	0.92	1.60	2.20	74.00
8	보스니아헤르체고비나	145	76	169	0.81	0.37	1.85	475.69
9	핀란드	467	667	118	2.62	3.26	1.29	-63.84
10	마케도니아	51	69	76	0.28	0.34	0.83	19.56

출처 : Kotra(2014), World Trade Atlas

- 네덜란드는 유럽연합의 버섯보급의 중심지이고 한국기업과 합작한 유통망이 있어 한국에서 수입하는 버섯량이 가장 많음.
- 양송이를 제외한 기타버섯(exotic mushroom)의 인기가 증가세 이고 수입외에 네덜란드업체인 CNC Exotic Mushrooms사와 Westland Mushrooms사에서 큰느타리버섯나 표고버섯을 생산중이며 관련 회사의 매출액은 최근 5년간 20% 이상 성장함.

### 3. 아시아 주요국의 버섯 시장 규모

#### ○ 중국

- 연간버섯품목별 생산량(톤/억위안) ※1억위안 = 170억

년도	총생산량	표고	느타리	양송이	팽이	흑목이	생산액
2010	20,205,988	3,435,447	4,928,662	2,181,053	1,567,748	2,697,316	1,353
2011	25,717,365	5,017,888	5,633,396	2,462,112	2,492,572	3,460,637	
2012	28,279,921	6,365,777	5,329,501	2,183,738	2,400,796	4,754,164	1,772
2013	31,696,849	7,103,175	5,948,335	2,377,327	2,729,097	5,563,896	
2014	32,700,918	7,691,157	5,457,883	2,301,248	2,512,917	5,790,845	2,356

- 표고 23.5%, 느타리(새송이포함) 16.6%, 양송이 7.04%, 팽이 7.68%, 흑목이 17.71%
- 2014 중국의 버섯생산량 32만톤, 생산액은 2,356억위안(40조)
- 느타리버섯은 가격이 저렴하여 소비가 확대되는 추세로, 2013년 545만 톤을 초과하였고, 2016년에는 1천만 톤을 넘을 것으로 전망.
- 중국 큰느타리버섯 생산량 (만톤, %)생산량

년도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	연평균 성장률
생산량	32.8	42.1	52.3	72.9	92.5	107.5	26.8

출처 : 중국 산업정보(www.chyxx.com)

- 2014년 중국의 큰느타리버섯버섯 생산량은 107만톤 이상으로 2009년부터 2014년까지의 연평균 성장률은 27%에 달함. 중국요리에도 맞아 앞으로는 늘어날 것으로 전망
- 성장률과 생산량은 늘어나나 품질의 아시아 주요 경쟁국인 한국, 일본에 비해 떨어지는 수준으로 한국산에 대한 인지도는 낮은 편이나 한국의 품질은 국제적인 수준으로 품종과 품질로 수출시장 개척도 가능할 것으로 사료됨.

○ 일본

- 연간버섯품목별 생산량(톤)

년도	총생산량	건표고	생표고	맛버섯	느타리	팽이	만가닥	잎새	큰느타리
2014	435,664	3,175	67,510	21,796	2,327	135,919	115,751	49,541	39,645
2013	434,411	3,470	67,915	23,278	2,127	134,967	117,372	45,082	40,200

※ 생표고의 톱밥배지 비율은 89%, 건표고 3,175톤의 생표고 전환시 22,222톤

- 일본의 느타리버섯 생산량은 2,327톤으로 주요버섯 중에서 가장 낮은 수준임.
- 큰느타리버섯의 경우에는 안정적인 추세를 보이고 있으며, 국내보다 다소 낮은 4만톤 생산
- 버섯품목별 생산액(억엔)

년도	총계	건표고	생표고	맛버섯	느타리	팽이	만가닥	잎새	큰느타리
2014	2,328	92	691	87	9	340	520	339	202

※ 기타 35억엔

- 팽이 31.2%, 만가닥 26.6%, 생표고 15.5%, 잎새버섯 11.4%, 큰느타리 9.1%, 맛버섯 5.0% 수준임

제2절 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

1. 국내 버섯시장 현황

○ 전체버섯 생산량은 안정세 품목별 생산량은 연도별 변동성

- 버섯총생산액은 6,549억원( '14, 2015농림축산식품주요통계)으로 전체 농산물 생산액 1.5%차지하여 감귤과 비슷하고 화훼류(7,019억) 보다 낮음.
- 생산량은 180-190천톤에서 안정세를 보이고 생산액은 단가하락으로 하향변동성 보임

- 품목별 생산비율은 느타리(34%), 큰느타리(24%), 팽이(17%), 표고(16%), 양송이(4%) 임
- 생산액은 느타리 66,039, 큰느타리 126,520, 양송이 43,323, 표고 176,788억원 임

표3. 버섯 생산 현황

구분		2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
생산량(톤)	농산버섯	154,444	173,577	165,253	173,354	161,603
	임산버섯	27,033	26,250	24,857	26,281	19,742
	계	181,477	199,827	190,110	199,635	181,345
생산액(억원)	농산버섯	4,375	5,878	4,118	4,506	4,201
	임산버섯	2,760	2,983	2,606	2,871	1,961
	계	7,135	8,861	6,724	7,377	6,162

출처 : 2011 한국산업버섯연감, 2011-2013 농림축산식품부, 2013 산림청 임산물생산조사

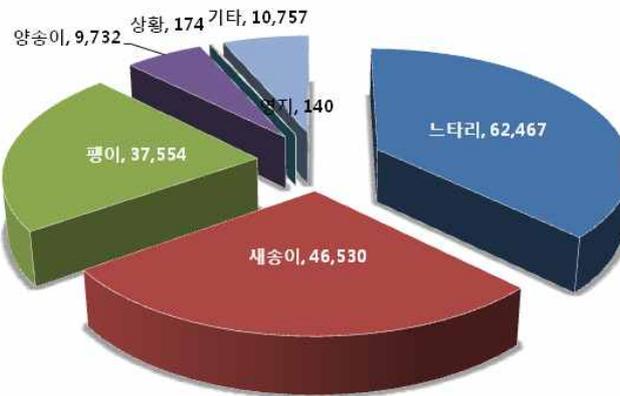


그림 2. 국내 버섯품목별 생산량(톤)

- 국내 버섯총생산량은 167천톤이며, 느타리 > 큰느타리 > 팽이 > 양송이 > 상황 > 영지
- 전국의 '15 느타리버섯 생산량은 62,467톤으로 37.8%, 큰느타리버섯 생산량은 46,530톤으로 27.8%를 차지하였음.
- 전국 및 경남 주요버섯류 재배현황

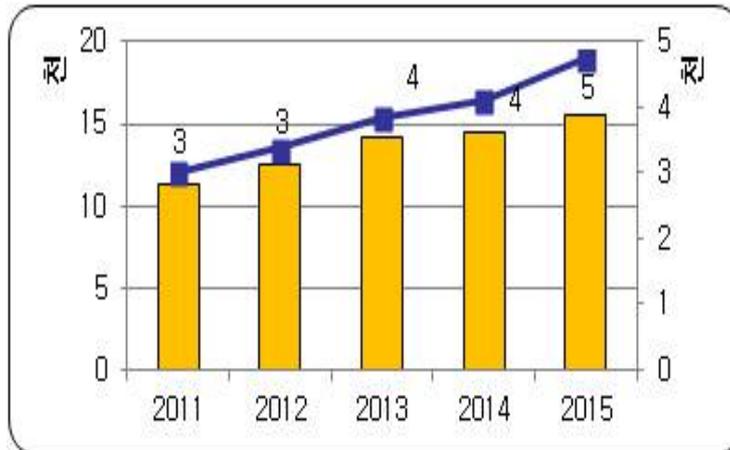
구분	계		느타리		큰느타리		팽이		양송이		상황버섯	
	농가(호)	생산량(톤)	농가(호)	생산량(톤)	농가(호)	생산량(톤)	농가(호)	생산량(톤)	농가(호)	생산량(톤)	농가(호)	생산량(톤)
전국	3,361	167,366	1,108	62,467	430	46,530	14	37,554	608	9,732	90	174

출처 : 2015 특용작물 생산실적, 농림수산물식품부

- 버섯수출입 현황

- 팽이 수출량 9,206톤으로 1위, 큰느타리는 수출량 지속적으로 증가하여 2015년 4,756톤, 15,591천불을 달성하였음.
- 농산버섯의 수출액과 수출량은 꾸준히 증가하고 있으나, 임산버섯은 증가와 감소를 반복
- 수입은 표고버섯이 가장 많았으며 8,103톤 27,594천불로 이에 대한 대책이 필요함

○ 큰느타리버섯 수출 현황('15농수산물유통공사KATI)



구 분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	전년동월대비 증감률(%)
물량 (톤)	2,720	3,036	3,388	3,858	4,116	4,755	11.6 ↑
금액(천불)	8,572	11,311	12,482	14,155	14,471	15,588	8.0 ↑

## 2. 버섯 품종육성의 경제적·산업적 중요성

- 버섯총생산액은 6,549억원( '14, 2015농림축산식품주요통계)으로 전체 농산물 생산액 1.5%차지하여 감귤과 비슷하고 화훼류(7,019억) 보다 낮음.
- 국내 육종기술 고도화와 육종인력 확보를 통한 우수 품종 육성은 국내 재배품종의 국산화율을 35%에서 70% 증진시키고 농가의 로열티 부담을 줄여 농가소득 증대를 꾀함.
- 고가의 외국품종을 대체하는 국내육성품종의 보급으로 종자공급의 안정화를 이끌고 농촌경제 안정화를 가져옴.
- 글로벌 브랜드 수준의 버섯 품종 개발은 수출을 확대하고 새로운 시장을 개척하여 국내 종자산업이 발전하고 활성화 될 것으로 예상됨.
- 한정된 내수시장에서 탈피하여 거대 해외시장인 중국, 일본, 인도, 중동, 미국, 유럽 등에 진출할 수 있는 초석을 다짐.
- 수출용 품종 개발 역량을 강화하고 국내 버섯 산업 전반에 걸친 국가 경쟁력 향상.

### 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

#### 제1절 이론적, 실험적 접근방법

##### 1. 접근방법 및 다른 기관과의 협조방안

○ 느타리버섯 육종기반 구축 및 기반기술 개발 :

- 버섯연구소 느타리 보유균주 300계통에 대한 저장성 강화 우수계통 선발
- 국내외(ATCC, BUGM, CBS 등) 전 세계 미생물 보존센터를 중심으로 유전자원 수집
- 해외시장에 유통되고 있는 유전자원 수집 및 특성 조사
- 수집유전자원의 생리적, 재배적 특성조사 및 유연관계 분석

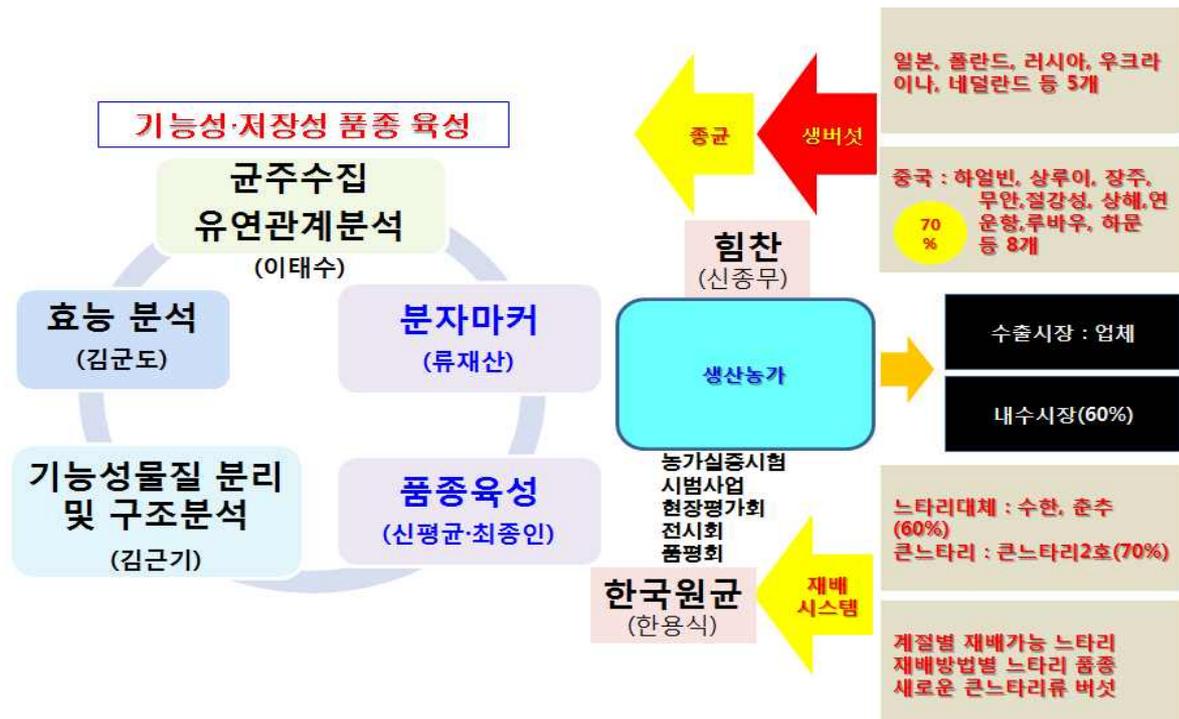
○ 느타리류 육종 시스템 확립 및 체계화

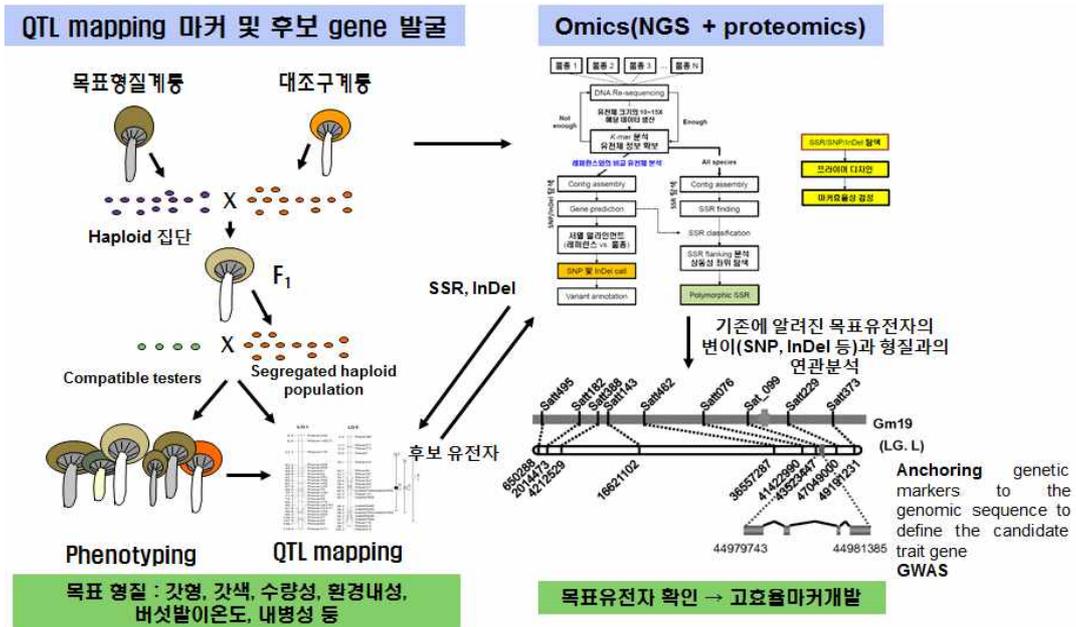
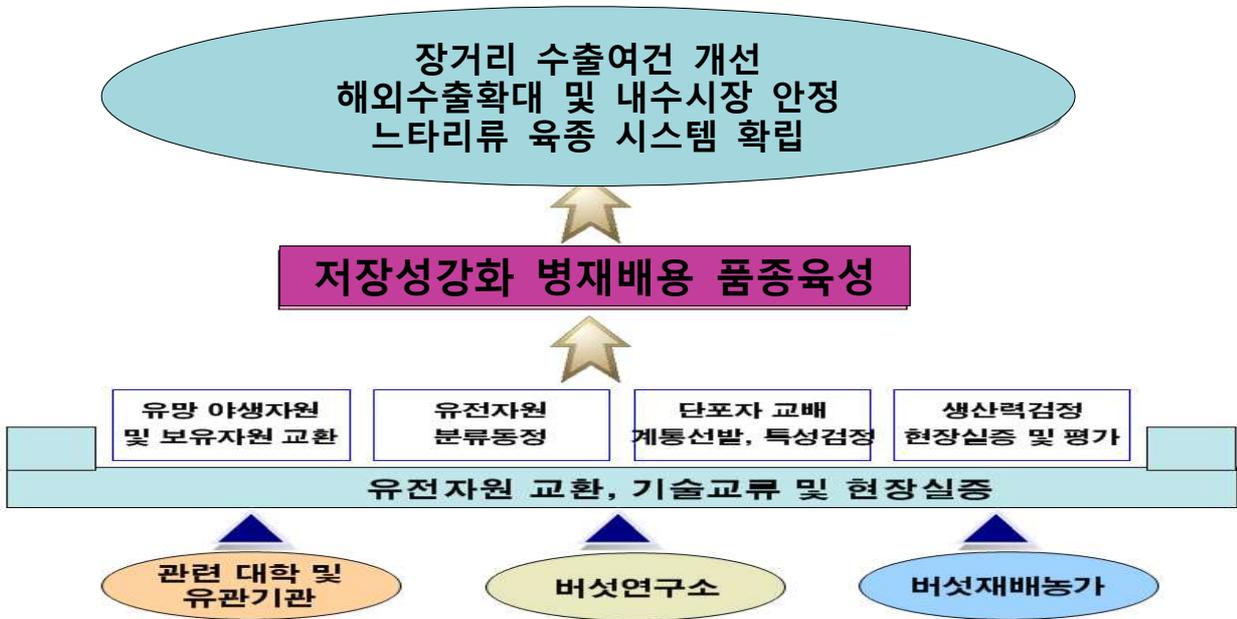
- 우리 고유품종 개발을 위한 교배집단 탐색 및 양성
- 생산력검정 및 농가실증시험을 통한 우수 계통 선발 및 저장성, 파손정도 조사
- 해외수출을 위한 저장성 강화 재배법 확립 및 신품종의 병재배 매뉴얼 정립
- 수출시 문제점조사 및 애로사항개선
- 육성품종의 해외 수출을 통한 해외 시장기호도 조사(수출업체 협조)

##### 2. 연도별 추진일정

#### 제2절 연구개발 추진체계

○ 느타리류 연구전략 체계화





제3절 과제별 연구결과

1. 시장맞춤형 느타리류 신품종 개발
  - 가. 느타리속 버섯종의 유전적 특선평가
    - (1) 국내의 수집균주의 유전적 유연관계 분석

(가) 느타리속에 속하는 버섯의 모본 수집

2002년 3월 1일~2016년 5월 15일까지 14년간에 걸쳐 외국으로부터 느타리버섯속에 속하는 버섯을 수집하였으며 그 중 큰느타리를 제외한 느타리 버섯 유전자원 200여점을 수집하였다. 수집한 느타리버섯속 버섯의 유전적 특성을 규명하기 위하여 본 실험에 사용한 81점의 버섯의 구성은 다음과 같으며 이를 table 1에 표시하였다.

No	IUM	NCBI name	Korean Name	Collecting Place	No	IUM	NCBI name	Korean Name	Collecting Place
1	795	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리버섯	덕유산	42	4552	<i>Lentinus sajor-caju</i>	느타리	국립원예특작과학원
2	1350	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 푸징	43	4554	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	국립원예특작과학원
3	1352	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 푸징	44	4658	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 상해
4	1357	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 푸징	45	4678	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리	덕유산 야영장
5	1363	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 푸징	46	4683	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	벨기에 겐트
6	1370	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 푸징	47	4713	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	머쉬마루
7	1395	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	립프시 장흥	48	4719	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	머쉬마루
8	1495	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 상해	49	4762	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 대련
9	1521	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 청도	50	4887	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 심양
10	1635	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	중국 청도	51	5150	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 대련
11	1671	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	인천 계양	52	5153	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 대련
12	1924	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	중국 푸징	53	5197	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	홍진청
13	1951	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	인천 계양	54	5198	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	홍진청
14	2036	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 상해	55	5199	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	홍진청
15	2121	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	전부느타리	대만	56	5200	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	홍진청
16	2131	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	대만	57	5304	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	중국 대련
17	3061	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 대련	58	5307	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	안국사
18	3361	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 심양	59	5341	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리	체코
19	3443	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 위해	60	5357	<i>Pleurotus floridanus</i>	사철느타리	중국 상해
20	3445	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 연태	61	5394	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 상해
21	3511	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 연태	62	5398	<i>Pleurotus sajor-caju</i>	여름느타리	중국 상해
22	3628	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리	체코	63	5537	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	인천대공원
23	3724	<i>Lentinus sajor-caju</i>	느타리	중국 푸징	64	5616	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	인천대공원
24	3839	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 심양	65	5617	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	인천대공원
25	3914	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 청도	66	5620	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	동구릉
26	4079	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 심양	67	5642	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	일본
27	4141	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	중국 난징	68	5682	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	대만 타이페이
28	4171	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	대만 타이중	69	5736	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20077-KMI
29	4243	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리	북한산	70	5737	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20090-KMI
30	4287	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	Dhaka, Bangladesh	71	5740	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20122-KMI
31	4297	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 심양	72	5742	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	중국
32	4311	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	Dhaka, Bangladesh	73	5743	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	중국 복건성
33	4325	<i>Pleurotus eryngii</i>	큰느타리	Dhaka, Bangladesh	74	5745	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20274-KME
34	4327	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	인천시 장아위느타리	75	5746	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20273-KME
35	4396	<i>Pleurotus floridanus</i>	사철느타리	Dhaka, Bangladesh	76	5747	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20274-KME
36	4402	<i>Pleurotus ferulae</i>	아위버섯	경기도 과천시	77	5748	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	KME20318-KME
37	4406	<i>Pleurotus nebrodensis</i>	백영고	중국 상해	78	5751	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	1호-KMI
38	4455	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리	덕유산	79	5753	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	산느타리	호산-KMI
39	4502	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	노랑느타리	덕유산	80	5754	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	EK247-KMI
40	4544	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	느타리	국립원예특작과학원	81	5755	<i>Lentinus sajor-caju</i>	여름느타리	EK293-KMI
41	4547	<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리	국립원예특작과학원					

나. rDNA ITS region의 염기서열 분석을 통한 유연관계 분석

또한 이들 수집한 느타리속 버섯의 유전적 특성을 규명하기 위하여 이들 버섯의 genomic DNA를 추출한 후 rDNA ITS region의 염기서열을 분석하여 각각의 버섯의 유연관계를 분석하였다. 서로 다른 느타리속 버섯의 종간의 rDNA ITS-region의 염기서열간에는 차이가 나타나 이 방법이 종을 구분하는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 동일한 버섯종간의 유연관계가 매우 밀접하게 나타나 종 간의 차이점을 알기 위해서는 다른 분자 마커를 이용해야 할 것으로 판단되었다. 그러나 동일한 종을 제외한 느타리속 버섯 종간 구분은 rDNA ITS-region의 염기서열 분석이 효과가 있는 것으로 나타났다.

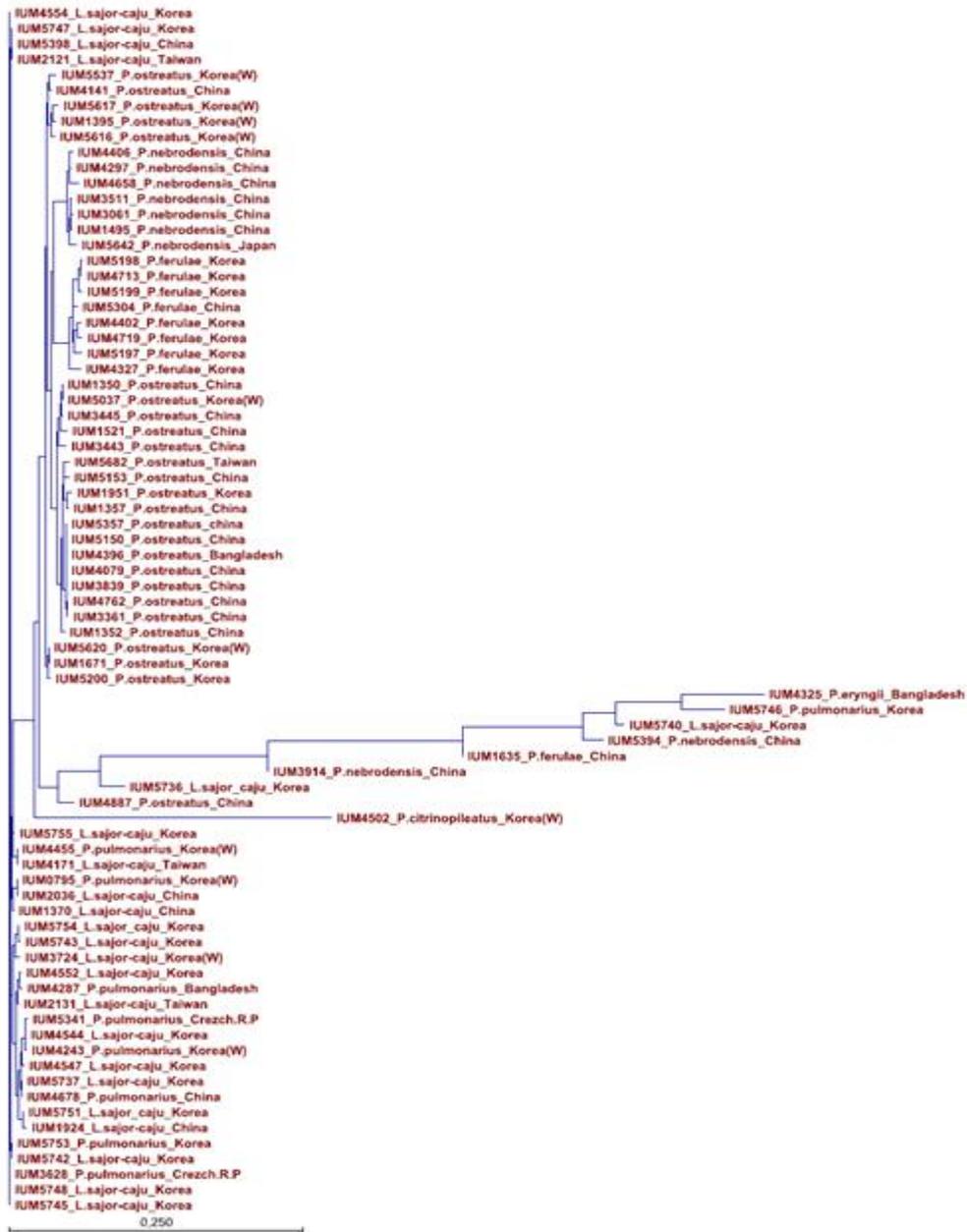


Fig. 3. The phylogenetic tree in 81 strains of *Pleurotus* spp. based on the nucleotide sequence of the internal transcribed spacer (ITS) region using standard method with 1,000 bootstrapping trails.

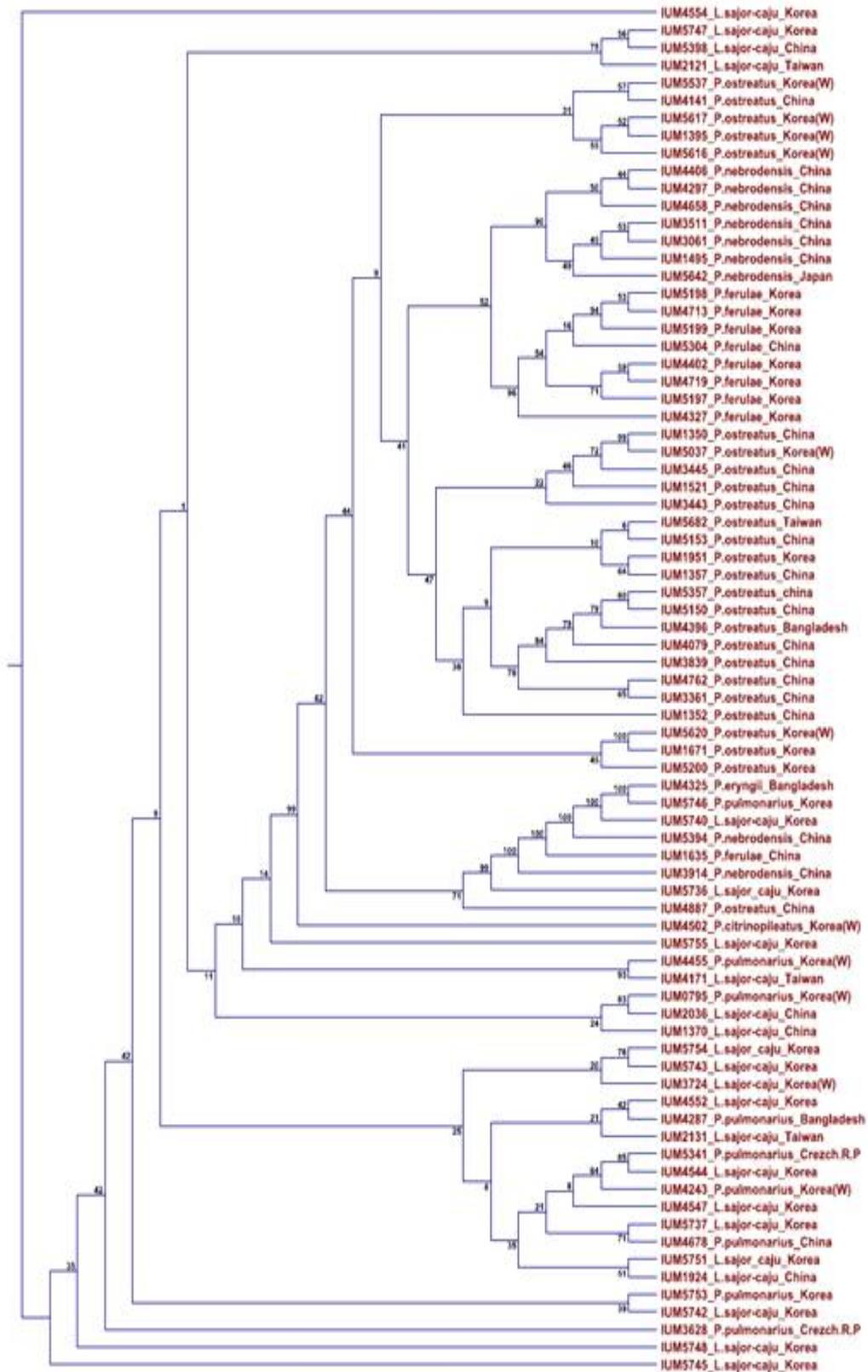
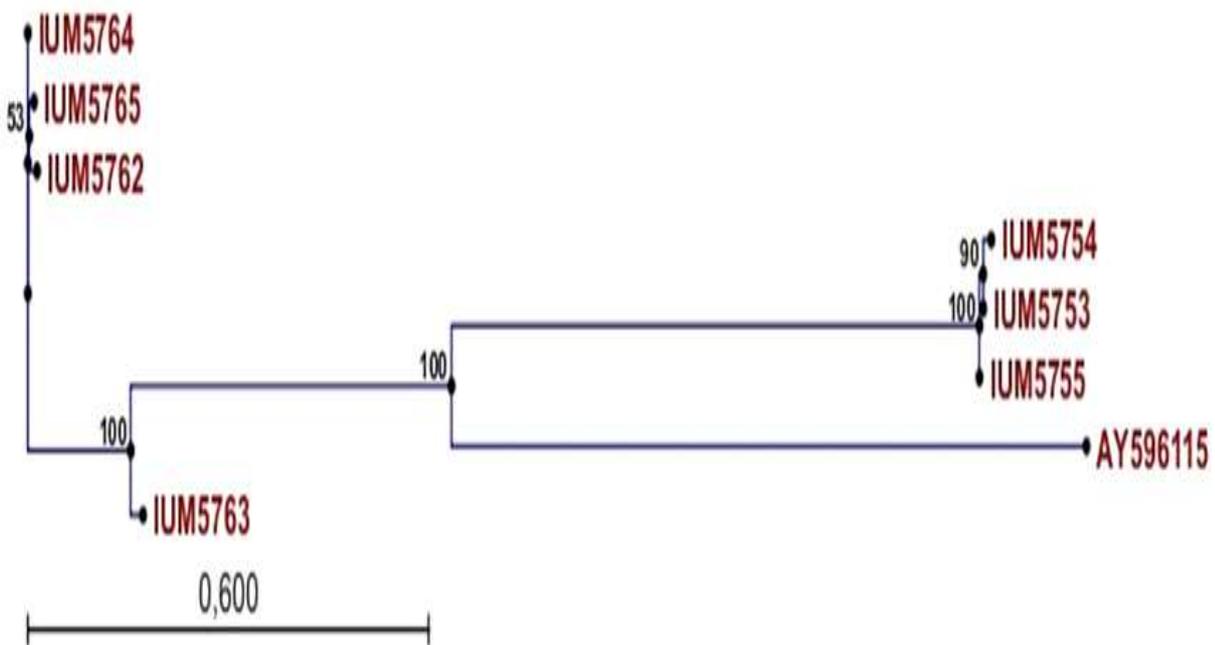


Fig. 4. The phylogenetic tree in 81 strains of *Pleurotus* spp. based on the nucleotide sequence of the internal transcribed spacer (ITS) region using Topology method with 1,000 bootstrapping trails.



### 다. 중국에서 수집된 수진고의 유연관계 분석

산느타리와 여름느타리의 경우 ITS 염기서열에 큰 차이를 나타내지 않아 유연관계가 높게 나타나 이들 두 종을 구분하기 위해서는 다양한 random primer를 이용하여 RAPD-PCR 방법을 수행해야 할 것으로 사료되었다. 따라서 본 실험을 통해 느타리버섯속 중간 유연관계분석을 하는 데에는 rDNA ITS-region 염기서열 분석 방법이 유용한 것으로 나타났으나 산느타리와 여름느타리의 경우에 이 방법은 두 종을 구분하는 데에 어려움이 많아 RAPD-PCR 방법을 사용하는 것이 더 유용할 것으로 판단되었다. 현재 느타리속 버섯 중 *P. geesterani* (수진고), *P. pulmonarius* (산느타리=봉미고) 그리고 *P. sajor-caju* (여름느타리)에 대해서는 류학적으로 좀 더 연구가 필요한 버섯이다.

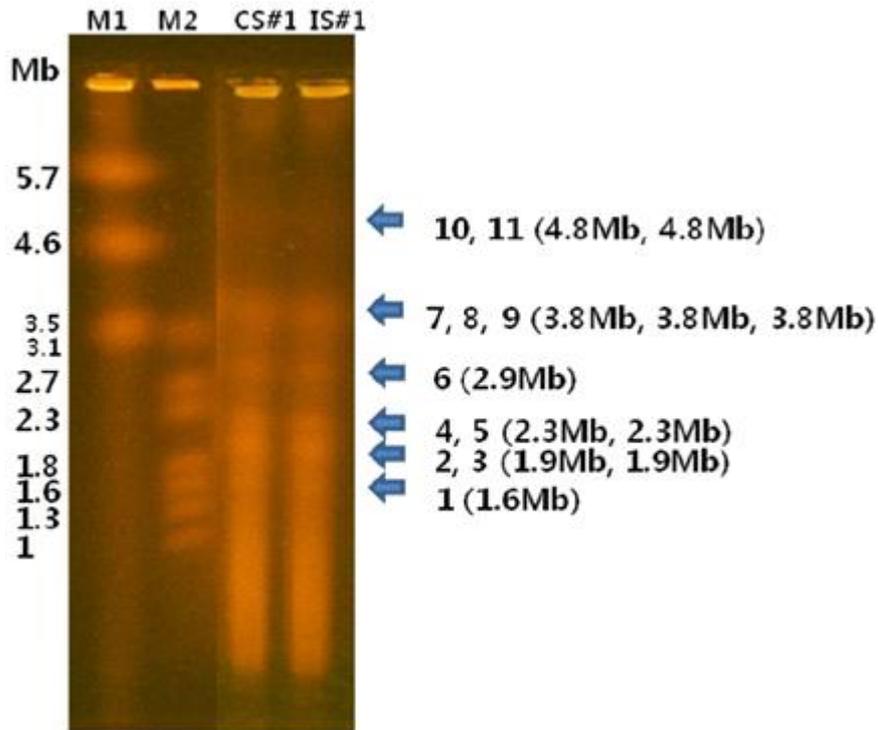


- IUM5764 (秀珍菇, Beijing에서 수집): *Pleurotus pulmonarius* (산느타리)
- IUM5765 (秀珍菇, Beijing에서 수집): *Pleurotus pulmonarius* (산느타리)
- IUM5762 (Laos수집): *Pleurotus sapidus* (아열대성 느타리)
- IUM5763 (Laos수집): *Pleurotus sapidus* (아열대성 느타리)
- IUM5754 (EK247-KMI): *Pleurotus sajor-caju* (경기도 버섯연구소에서 육종한 여름느타리 계통)
- IUM 5753 (호산): *Pleurotus pulmonarius* (강원도 농업기술원에서 개발한 산느타리 품종)
- IUM5755 (EK293-KMI): *Pleurotus sajor-caju* (경기도 버섯연구소에서 육종한 여름느타리 계통)
- AY596115: *Pleurotus geesterani* (ITS base sequence data from NCBI)

### 3. 느타리류 핵형분석

#### 1) 핵형분석을 통한 육종모본 선발

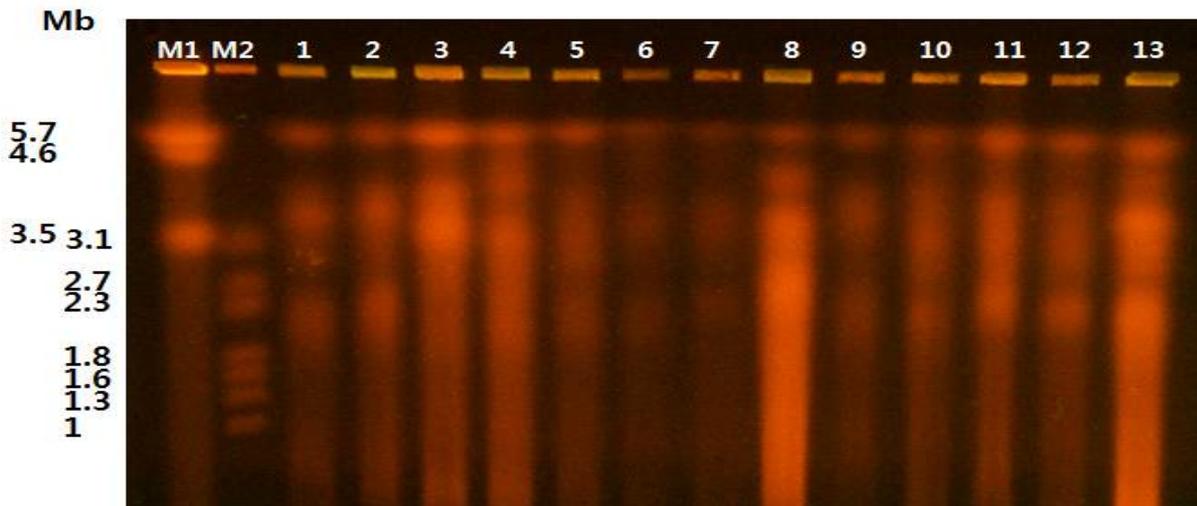
가) 가장 많이 재배되고 있는 느타리버섯의 핵형 분석



M1 : Size marker(*S. pombe*), M2 : Size marker(*H. wingei*)  
 CS#1 : 춘추2호(2핵), IS#1 : 춘추2호 단포자.

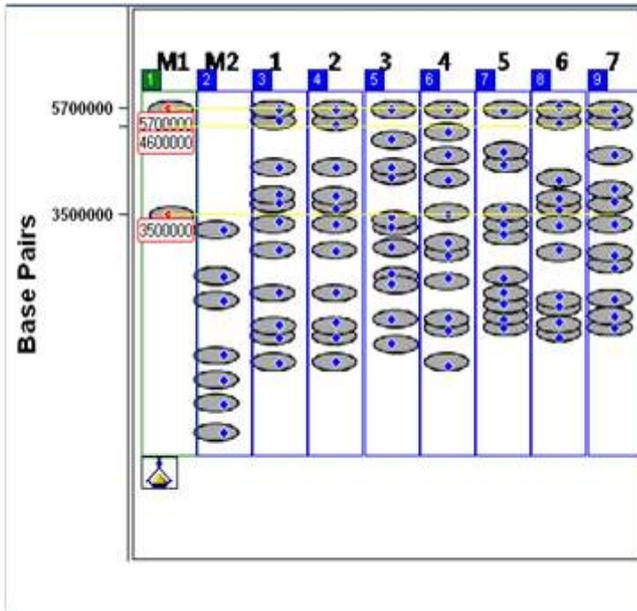
나) 자생느타리의 핵형분석

(1) CHEFF 분석



1, 2 : 춘추2호, 3~8 : 자생느타리[ 3 : ASI 0653(서오름), 4 : ASI 0654(동구릉), 5 : ASI 0655(인천), 6 : ASI 0657(창경궁), 7 : ASI 0656(창경궁), 8 : ASI 2029(원주 : mono), 9 : ASI 2344(춘추2호), 10 : ASI 2504(수한1호), 11, 12 : ASI 2892(중국), 13 : ASI 2893(중국).

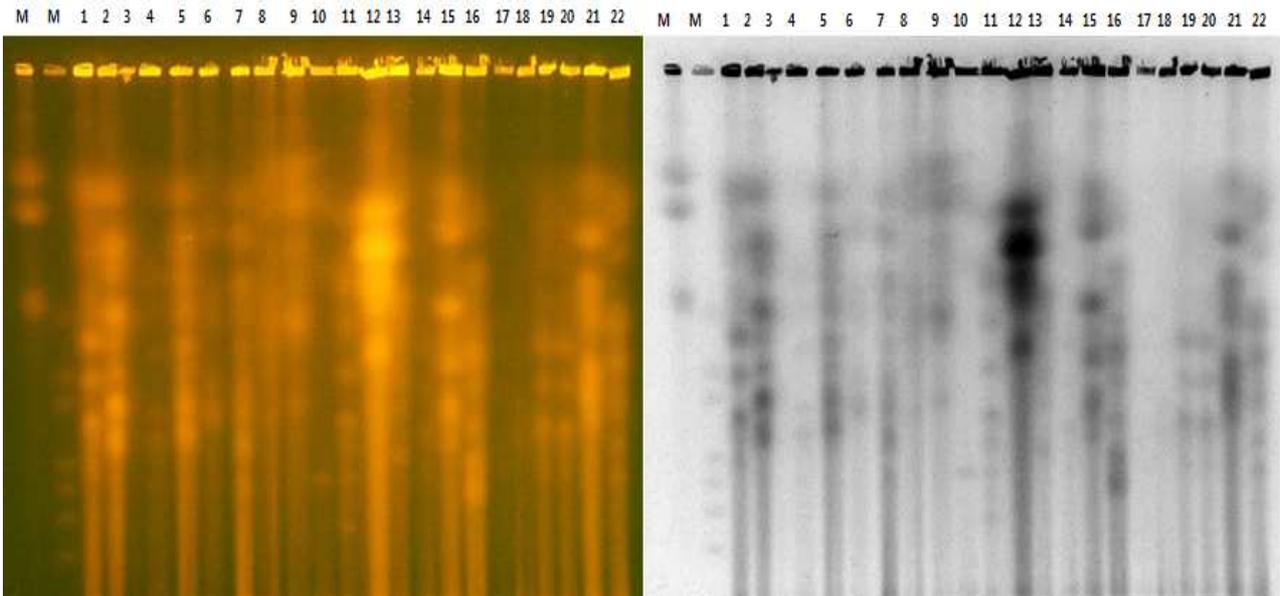
(2) 염색체 크기 측정



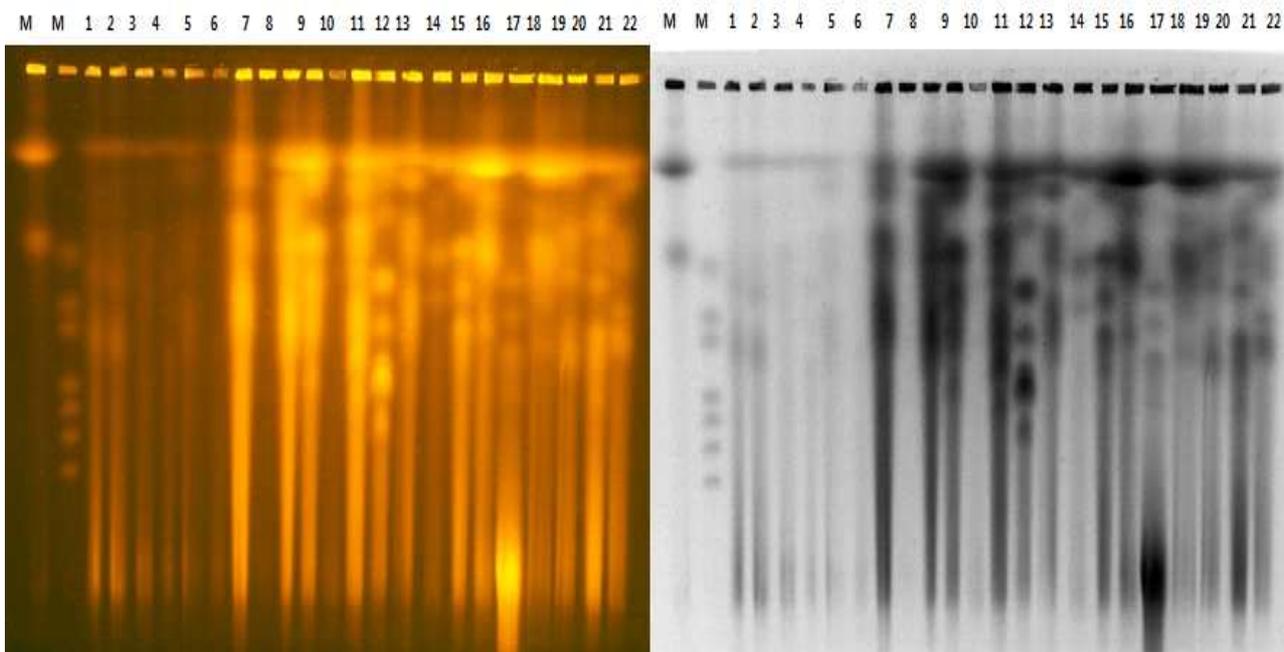
Ch. No.	M1	1	2	3	4	5	6	7
1	5.70	5.58	5.58	5.58	5.58	5.51	5.76	5.58
2	4.60	4.92	4.65	4.05	4.28	3.66	4.76	4.76
3	3.50	3.43	3.43	3.43	3.62	3.47	3.36	3.60
4		3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36
5		3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36
6		3.36	3.36	3.35	3.16	3.27	3.36	3.36
7		3.06	3.05	3.10	2.99	2.73	3.06	3.00
8		2.55	2.55	2.77	2.71	2.55	2.48	2.85
9		2.15	2.17	2.65	2.23	2.40	2.36	2.45
10		1.99	1.98	2.22	2.07	2.22	2.17	2.24
11		1.67	1.69	1.90	1.64	2.11	1.99	2.11
	<b>Mb</b>	<b>35.42</b>	<b>35.16</b>	<b>35.79</b>	<b>35.00</b>	<b>34.62</b>	<b>36.01</b>	<b>36.65</b>

1, 2 : 춘추2호, 3 : ASI 0654(동구릉), 4 : ASI 0655(인천), 5 : ASI 2029, 6 : ASI 2344(춘추2호),  
7 : ASI 2892(중국),

#### 다) 수집된 느타리류 유전자원의 핵형분석

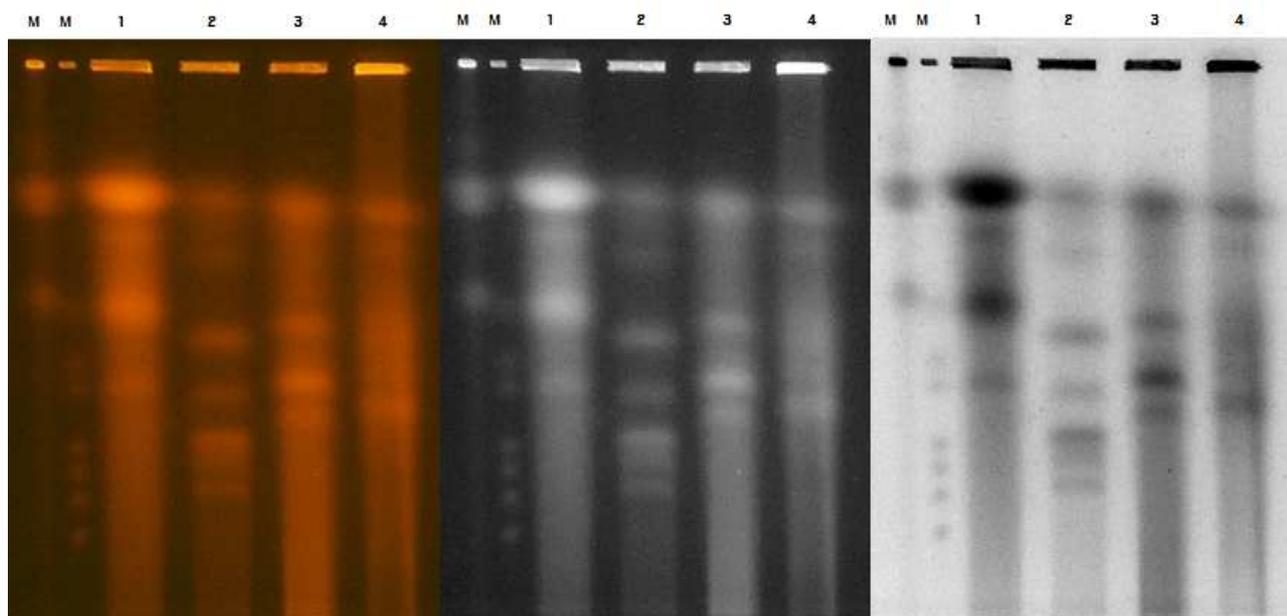


M1 : Size marker(*S. pombe*), M2 : Size marker(*H. wingei*), 1 : *Pleurotus eryngii* var. *fossulatus* ASI 2748(ATCC52666), 2 : *P. floridanus* ASI 2622(CBS 593.82), 3 : *P. populinus* ASI 0614(CBS 100130), 4 : *P. var. fossulatus* ASI 2799(ATCC52666), 5 : *P. columbinus* ASI 2681(ATCC 31682), 6 : *P. ostreatus* ASI 2029(단핵), 7 : *P. pulmonarius* ASI 0615(CBS 109624), 8 : *P. rattenburyi* ASI 0618(CBS 195.92), 9 : *P. eryngii* ASI 2742(CBS102.502), 10 : *P. ostreatus* ASI 0657(창경궁), 11 : *P. serotinus* ASI 2655( CBS 722.83), 12, 13 : *P. dryinus* ASI 0623(CBS 804.25), 14 : *P. ostreatus* ASI 0655(인천), 15 : *P. sajor-caju* ASI 2683(ATCC 58717), 16 : *P. sapidus* ASI 0619(CBS 703.94), 17 : *P. ostreatus* ASI 0654(동구릉), 18 : *P. var. fossulatus* ASI 2799(ATCC52666), 19 : *P. ostreatus* ASI 2504(수한1호), 20 : *P. ostreatus* ASI 0656(창경궁), 21 : *P. ostreatus* ASI 2029(이핵), 22 : *P. eous* ASI 2587( DSM5331).



M1 : Size marker(*S. pombe*), M2 : Size marker(*H. wingei*), 1, 2 : *P. ostreatus* ASI 2892, 3 : *P. ostreatus* ASI 0653(서오름), 4 : *P. ostreatus* ASI 0655(인천), 5, 7, 21 : *P. ostreatus* ASI 2029(단핵), 6 : *P. ostreatus* ASI 0656(창경궁), 8 : *P. columbinus* ASI 2681(ATCC 31682), 9 : *P. purpureo-olivaceus* ASI 0617(CBS 109626), 10 : *P. australis* ASI 0598(CBS 109625), 11 : *P. pulmonarius* ASI 0615(CBS 109624), 12 : *P. rattenburyi* ASI 0618(CBS 195.92), 13 : *P. ostreatus* ASI 2029(이핵), 14 : *P. serotinus* ASI 2655( CBS 722.83), 15 : *P. sajour-caju* ASI 2683(ATCC 58717), 16 : *P. eryngii* ASI 2742(CBS102.502), 17 : *Pleurotus eryngii* var. *fossulatus* ASI 2748(ATCC52666), 18 : *P. fuscus* ASI 2778(BFA05(3.10 A2)), 19 : *P. ostreatus* ASI 0657(창경궁), 20 : *P. ostreatus* ASI 2344(춘추2호)

#### 다) 큰느타리류의 핵형분석



M1 : Size marker(*S. pombe*), M2 : Size marker(*H. wingei*), 1 : *Pleurotus eryngii* ASI 2742(CBS102.502), 2 : *Pleurotus eryngii* var. *fossulatus* ASI 2748(ATCC52666), 3 : *Pleurotus* var. *fossulatus* ASI 2799(ATCC52666), 4 : *P. ostreatus* ASI 0612(CBS 109622)

나. 세포질전환 기법에 의한 신품종 느타리 ‘천화심’의 육성 및 자실체 특성

육성경위

국립원예특작과학원 버섯과에 수집보존중인 균주 중에서 *Pleurotus ostreatus* ASI 2596(수한3호)와 ASI 2782(원형느타리 흑변이체)의 단포자 교잡을 통하여 선발되어 품종화된 다발성이 우수한 다굴(ASI 0628)의 2핵균주와 춘추2호의 단포자를 분리하여 Di-Mon 교잡을 통하여 춘추2호의 미토콘드리아와 다굴의 핵이 하이브리드를 가진 120여점의 세포질전환 교잡주를 선발하였다. 선발된 80균주중에서 URP 프라이머를 이용하여 ‘다굴’의 2핵균주 핵 DNA 패턴을 가진 26 교잡주를 선발하였다. 이 중에서 수량성이 우수한 3개 교잡주의 자실체 특성을 조사한 결과 초발이일수가 2일이나 빠르면서 수량성이 좋은 품종을 선발하여 ‘천화심’이라 명명하였다(Fig. 1).

Dagul (ASI 0628)		Chunchu 2ho (ASI 2344)
	×	ASI 2344-1
	↓	.
ASI 0628		.
	84	ASI 2344-84
		ASI 2344-168
Selection of 84(ASI 0628 × ASI 2344-84)		
Characteristics of quality and yield(1st, 2nd, 3th)		
Final selection : ‘84’ → ‘Dasol’ → ‘Chunhwashim’		

Fig. 1. The pedigree of new cultivar ‘Dagul’ in *Pleurotus ostreatus*.

세포질전환 교잡주의 선발

생물의 여러 가지 형질을 결정하는 것은 유전자로 그 대부분이 핵내에 존재한다는 것은 누구나 알고 있는 사실이다. 그러나 세포질에도 유전정보가 존재하는데 이것을 핵외유전자라고 한다. 식물에서는 엽록체와 미토콘드리아라는 세포내 소기관이 유전자를 갖고 있어 각각 특유한 형질을 지배하고 있다. 핵외유전자는 유성생식시 모친의 것만이 자손에 전달되어 모성유전(세포질유전) 되기 때문에 우량한 핵외유전자를 다른 종이나 품종으로 바꿔 옮기는 데에는 많은 노력이 필요하다. 즉 세포질전환 방법은 예를 들어 A품종의 세포질을 B품종에 도입하고자 할 때에는 A품종을 모친으로 하여 B품종과 교배하고 그 잡종을 모친으로 하여 다시 B품종을 교배하는 역교배를 되풀이한 다음 최종적으로 핵의 유전자는 B품종의 것을, 세포질은 A품종의 것을 갖는 새로운 품종을 만들어 낸다. 이러한 방법을 해결하기위해 미토콘드리아를 동정할 수 있는 분자마커를 개발하였다(신 등).

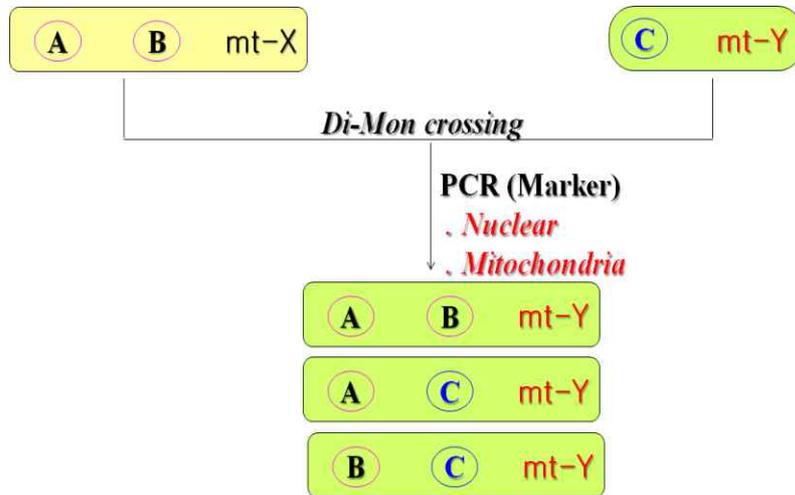


Fig. 2. Strategy for cybrid breeding in the oyster mushrooms.

이 미토콘드리아 마커와 기존의 핵패턴을 동정할 수 있는 URP 프라이머를 이용하여 Fig. 2와 같이 전략을 수립하여 세포질전환 교잡주를 선발하였다. 1차적으로 미토콘드리아 DNA마커로 춘추2호의 미토콘드리아 가진 80점의 교잡주를 선발했고, URP 프라이머를 이용하여 핵패턴이 하이브리드나 다굴 품종의 핵 패턴을 나타내는 26점의 교잡주를 선발하였다(Fig. 3). 선발된 교잡주의 자실체 특성을 조사한 결과 Fig. 4와 같이 우량계통 3계통을 선발하여 생산력 검정시험을 수행하였다.

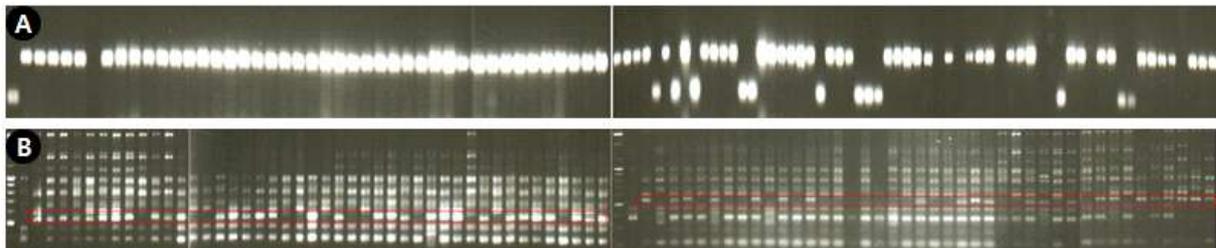


Fig. 3. Selection of cybrid breeding between *P. ostreatus* ASI 0629(Dagul) and monokaryon of *P. ostreatus* ASI 2344(chunchu2ho). from left Dagul, Chunchu2ho and cybrids.



Fig. 4. Morphologic characteristics of chbrid breeding between *P. ostreatus* ASI 0629(Dagul) and monokaryon of *P. ostreatus* ASI 2344(chunchu2ho). a : Chunchu2ho, b : Dagul, c : cybrid 50, d : cybrid 168, e : Chunhwashim

신품종 ‘천화심’의 주요특성

### 고유특성

선발된 천화심(84)의 대선형성 유무를 관찰하기 위해 모본인 다굴과 춘추2호 그리고 천화심을 대치배양하였을 때 Fig. 5와 같이 서로 선을 뚜렷하게 형성하여 새로운 품종임이 확인되었다. 신품종 ‘천화심’의 세포질전환균주인지를 확인하기 위해 DNA 다형성을 분석하였다. 균사체로부터 DNA를 분리후 핵패턴 분석을 위해 URP4 프라이머를, 미토콘드리아 유 분석을 위해 MtPo1 primer를 이용하여 PCR를 시도한 결과 Fig. 6과 같이 신품종 ‘천화심’이 춘추2호의 미토콘드리아 DNA를 가지고 다굴 및 춘추2호의 핵이 하이브리드된 패턴을 보여주고 있어 세포질전환 균주임이 확인되었으며 또한 이러한 결과는 신품종 ‘천화심’은 현재 농가에서 재배되고 있는 품종간의 구별방법으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

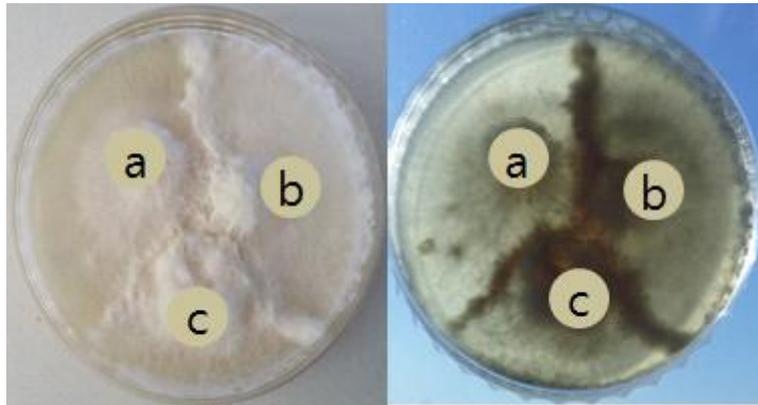


Fig. 5. Formation of incompatibility line in the new cultivar 'Chunhwashim' on PDA medium. a : chunchu2ho, b : Dagul, c : Chunhwashim.

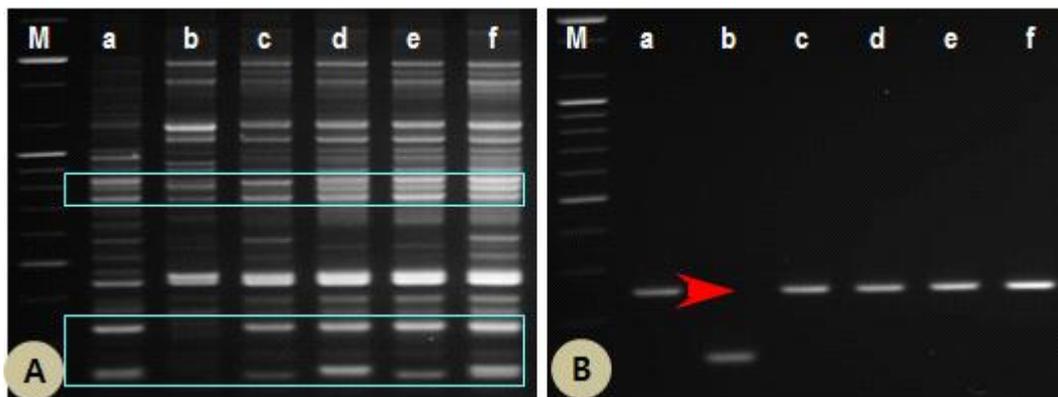


Fig. 6. PCR patterns of new cultivar 'Chunhwashim' using primers URP4(A) and MtPo1(B). M : 100bp ladder marker, a: Dagul, b: Chunchu2ho, c~f: Cybrids between *P. ostreatus* ASI 0628(Dagul) and monokaryons of *P. ostreatus* ASI 2344(Chunchu2ho).

### 가변특성

‘천화심’의 자실체 특성은 Table 1과 같이 1차 선발에서 배양기간 28일, 초발이소요일수 4일, 생육기간 4일로 전체 재배기간은 36일로 춘추2호보다 1일정도 빨리 자랐다(Fig. 4). 개체발

생수가 42개로 춘추2호의 20개보다 2.1배 높은 다발성을 나타내었다. 그리고 수량은 131g으로 춘추2호에 비하여 비슷하였다. 최종 선발에 있어서는 Table 2와 같이 개체발생수가 많았고 수량은 춘추2호가 높았다. 또한 생산력 검정을 통해 시기별로 자실체 특성을 조사하였을 때 Fig. 7과 같이 겨울재배에는 갓색깔이 춘추2호보다 더 진한 색깔을 띄었고, 봄재배시에는 춘추2호가 더 상품성이 좋았으나 여름재배시에는 춘추2호보다 상품성이 좋아 춘추2호의 약점인 여름재배시 재배가 가능하리라 사료된다. 이러한 결과는 재배농가 환경에 따라 차이는 있겠지만 높은 다발성을 나타내어 농가들로부터 거부감 없이 재배가 가능하리라 판단된다.

### 재배상 주의점

‘천화심’의 균사배양은 22~24℃, 균긋기 후 발이온도 14~17℃, 습도 95% 수준, 초발이 후 온도 16℃, 습도 80~85%, CO<sub>2</sub> 농도는 1200ppm 수준으로 관리하였다. 후기생육 시 CO<sub>2</sub> 농도가 낮을 시는 버섯이 대가 성장하지 못하거나 갓이 빨리 개산되는 경향을 나타내었다.

Table 1. Characteristics of fruit body for selection of breeding *Pleurotus ferulae* varieties

Strain No.	Yield (g/bottle)	Total stipe (EA)	Available stipe (EA)	Pileus(mm)		Stipe(mm)	
				Width	Length	Diameter	Length
Chunchu2ho	130±15.3	20±6.5	12±4.0	50±8.3	36±7.2	18±4.5	59±7.6
Dagul	81±9.9	44±7.0	23±5.6	43±6.1	19±5.7	10±2.0	68±7.7
50	114±11.7	33±8.7	25±6.1	37±5.9	12±1.3	15±3.8	7±7.1
168	99±16.7	30±7.9	18±4.9	50±6.3	24±5.4	16±3.5	57±5.6
Chuwhashim	131±14.9	42±7.0	25±5.1	51±5.6	21±6.3	18±5.3	52±3.9

Table 2. Characteristics of fruit body and mycelial growth of new cultivar 'Chunhwashim' cultivated by bottle cultivation

Cultivar	Spawn running period	Fruit body growth period	Individual generation No.	Stipe	
				Length	Diameter
Chunhwashim	28±5	8	40.9±16.5	63.6±6.9	15.5±2.1
chunchu2ho	28±5	9	34.5±13.5	65.3±15.2	14.4±3.6

Cultivar	Pileus diameter	Pileus thickness	Yield (g/bottle)	Index of yield(%)	Available stipe No.
Chunhwashim	55.8±10.4	27.7±9.8	161.4±4.8	94	18.6±5.1
chunchu2ho	52.6±0.6	36.9±2.0	171.9±9.1	100	16.0±5.5

\*Temperature for spawn running : 23°C, Temperature for primordia induction & fruit body growth : 14~16°C. Value represent means ±S.D of three experiments.

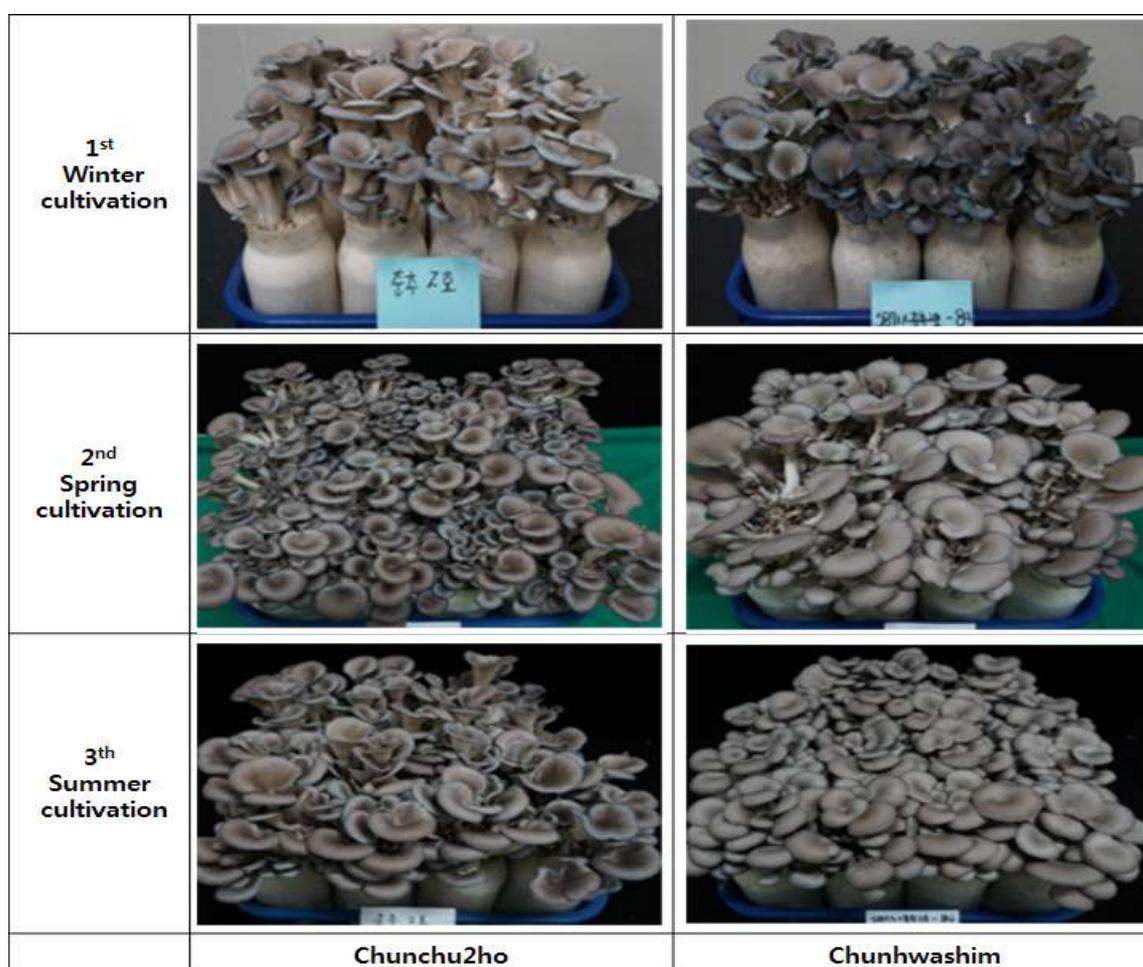


Fig. 7. Morphologic characteristics of replicated yield trial of new cultivar 'Chunhwashim'.

다. 아위느타리 신품종 ‘비산2호’의 육성 및 항염증 효능

1) 육성경위

국립원예특작과학원 버섯과에 수집보존중인 아위느타리 41 균주에 대한 자실체 특성을 검정하였다. 그 중에서 8개의 우수균주를 선발하였다. 2010년 우수균주 가운데 수량성 뛰어난 ASI 2803과 수량은 적으나 형태형성이 좋은 ASI 2798의 단포자를 분리하여 Di-Mon 교배법으로 교잡하였다. 2011년 선발된 20개의 교잡주 중에서 백색을 띄며 형태가 좋은 우량계통 GW10-68를 선발하였다. 3년간(2011~2013) 생산력 검정시험을 거쳐 아위느타리 신품종 ‘비산2호’로 명명하여 품종보호 출원하였다.

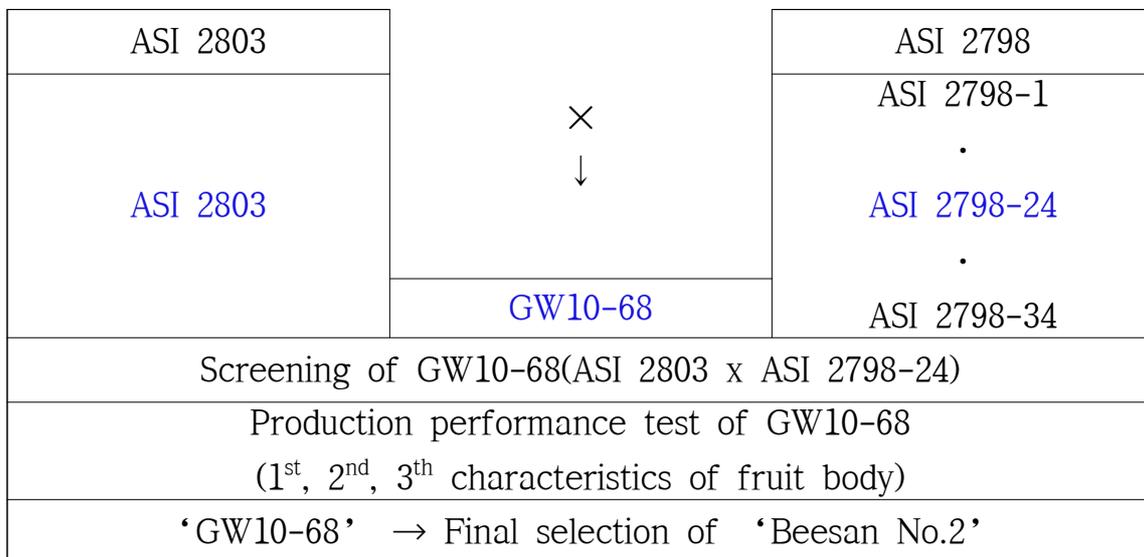


Fig. 1. The pedigree of new cultivar 'Beesan No.2' in *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*.

2) 계통간 교잡 및 자실체 특성

본 실험에서는 수집보존중인 아위느타리 41 균주 중에서 자실체 특성평가에 의해 Table 1과 같이 수량이 높거나 자실체 형태가 좋은 6균주를 선발하였다. 그 중에서 수량성이 높은 ASI 2803과 수량은 적으나 형태적으로 좋은 특성을 갖는 외국 도입품종 ASI 2798의 단포자를 분리한 후 교배하여 13개의 교잡주를 우량계통으로 선발하였고, 수량은 높지 않지만 형태가 좋으면서 큰느타리 백색변종의 의미를 살릴 수 있는 대가 백색인 균주 GW10-68를 선발하여 ‘비산2호’로 명명하였다.(Fig. 2).

**Table 1.** Characteristics of fruit body for screening of breeding *Pleurotus ferulae* varieties

Strain No.	Harvest period (day)	Yield (g/bottle)	Avail able stipe (EA)	Pileus(mm)			Stipe(mm)		Individual weight (g/bottle)	Color of pileus
				Width	Length	Thickness	Diameter	Length		
ASI 2618	13±0	62±9	1±0	63.0±4.2	74.0±1.4	11.0±1.4	56.5±2.1	64.0±2.8	61.0	Dark brown
ASI 2778	10±4	138±30	2±1	54.4±13.1	43.5±12.4	11.3±3.0	23.5±6.3	104.4±30.4	69.0	Light brown
ASI 2798	14±1	63±12	1±0	78.5±2.1	64.5±6.4	11.5±0.7	31.5±2.1	66.0±1.4	63.0	Light brown
ASI 2800	14±1	55±10	1±0	76.3±14.6	66.0±1.0	12.7±1.2	29.7±3.8	57.3±2.5	55.0	Light brown
ASI 2803	13±0	174±26	3±1	57.0±16.2	53.5±18.1	14.8±3.2	20.0±5.0	84.3±21.4	58.0	Dark brown
ASI 2850	10±4	91±66	2±1	45.3±13.5	35.3±7.2	10.3±2.9	19.8±5.3	101.2±18.4	45.5	Light white



<Beesan No.1>

<Beesan No.2>

**Fig. 2.** Fruit body of a new cultivar 'Beesan No.2'(right) and control.

### 3) 신품종 '비산2호'의 주요특성

#### 가) 고유특성

'비산2호'의 균사배양적 특성을 분석한 결과 Table 2와 같이 모균주에 비해 균사 생육적 온은 25℃에서 최적이나 30℃에서도 잘 자랐으며, pH5~8까지도 생장이 우수하여 온도나 pH가 넓은 편이었다. 균사생장은 비산1호보다 느렸지만, 대선형성은 Fig. 3과 같이 모균주 및 비산1호와 서로 대치선을 뚜렷하게 형성하여 다른 균주임이 확인되었다. 신품종 '비산2호'의 다른 품종과의 구별을 위해 DNA 다형성을 분석하였다. 균사체로부터 DNA를 분리후 URP Primers 4를 이용하여 PCR를 시도한 결과 Fig. 4와 같이 ASI 2798 및 비산1호와는 DNA밴드 패턴이 구별되는 밴드양상을 보였으나 모균주 ASI 2803과는 유사한 밴드 패턴을 보여주었다.

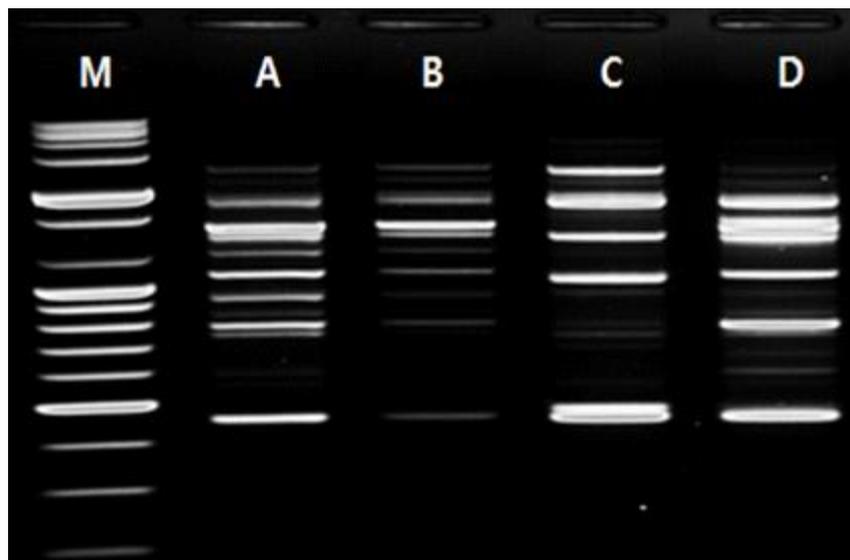
**Table 2.** Mycelial growth of new cultivar 'Beesan No.2' on the different pH of media and temperature

Cultivar	Mycelial growth(mm)								
	pH 5			pH 7			pH 8		
	20°C	25°C	30°C	20°C	25°C	30°C	20°C	25°C	30°C
Beesan No.2	32.3±2.5	39.9±1.6	42.9±1.2	40.3±1.2	39.5±0.9	41.0±2.6	34.8±3.2	40.3±0.8	43.0±4.7
Beesan No.1	40.9±1.9	45.1±1.5	50.0±0.0	44.8±1.3	50.0±0.3	50.0±0.1	48.5±0.9	49.5±1.0	49.7±0.1

\*Value represent mean ±S.D of three experiments.



**Fig. 3.** Incompatibility formation of 'Beesan No.2' in the confrontation growth of parental strains.



**Fig. 4.** Analysis of the genetic characteristics of the new cultivar 'Beesan No.2' by DNA profile with URP4 primer. M: Marker, A : Beesan No.2, B : *P. ferulae* ASI 2803, C : *P. ferulae* ASI 2798, D : Beesan No.1.

## 나) 가변특성

‘비산2호’의 자실체 특성은 배양기간 30일, 초발이소요일수 5~8일, 생육기간 5~8일로 전체 재배기간은 40~46일로 ‘비산1호’의 농가실증시험과 동일하였다(Table 3). 대꺾기  $43.4 \pm 6.1\text{mm}$ , 대길이  $93.9 \pm 12.0\text{mm}$ , 갓직경  $34.5 \pm 4.8\text{mm}$ 로 비산1호보다 대가 길고 유효경수가 3.1개로 비산1호 3.9개 보다 적어 개체중이 오히려 높았다. 그러나 수량은  $123.3 \pm 23.9$ 로 비산1호  $161.9 \pm 21.6\text{g}$ 보다 적었다. 또한 신품종 ‘비산2호’의 안정성을 구명하기 위해 지속적으로 생산력 검정을 실시한 결과 비산1호보다는 수량이 적지만 다른 계통보다는 높게 나왔다(Fig. 4). 하지만 수량은 적지만 대의 색깔이 순백색을 나타내어 아위느타리를 큰느타리와 차별화하여 시중에 판매하면 큰느타리 대체효과가 있을 것으로 본다.

**Table 3.** Fruitbody characteristics screened by the method of Di-mon crossing between monokaryotic strain ASI 2798-24 derived from *Pleurotus ferulae* ASI 2798 and dikaryotic strain *Pleurotus ferulae* ASI 2803

Cultivar	Spawn running period	Primordia formation period	Fruit body growth period	Stipe	
				Length	Diameter
Beesan No.2	30	5~8	5~8	$93.9 \pm 12.0$	$34.5 \pm 4.8$
Beesan No.1	30	5~8	5~8	$77.5 \pm 6.9$	$41.6 \pm 5.8$

Cultivar	Pileus diameter	No. of available stipe	Individual yield(g/bottle)	Yield (g/bottle)	Index of yield(%)
Beesan No.2	$43.4 \pm 6.1$	$3.1 \pm 1.2$	$78.0 \pm 25.7$	$123.3 \pm 23.9^a$	76
Beesan No.1	$53.5 \pm 9.8$	$3.9 \pm 1.3$	$75.2 \pm 20.1$	$161.9 \pm 21.6^a$	100

\*Temperature for spawn running : 23°C, Temperature for primordia induction & fruit body growth : 14~16°C. Value represent means  $\pm$ S.D of three experiments and DMRT at 5% level.

**Table 4.** Performance trial of new cultivar ‘Beesan No.2’ cultivated by bottle cultivation

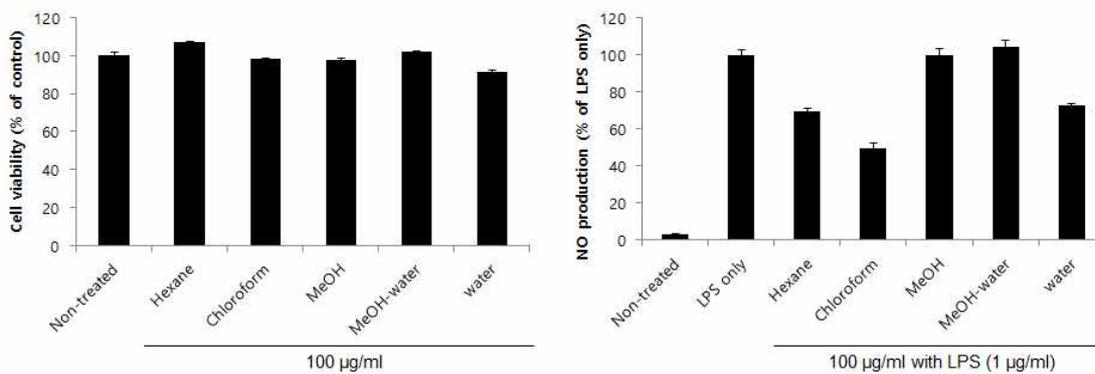
Cultivar	No. of individual generation (EA)	Yield (g/bottle)	Pileus(mm)		Stipe(mm)	
			Diameter	Thickness	Diameter	Length
GW10-41	$9.3 \pm 2.7$	$128.4 \pm 20.7$	$40.7 \pm 6.9$	$29.5 \pm 7.2$	$35.2 \pm 5.4$	$85.6 \pm 11.1$
GW10-45	$7.7 \pm 1.6$	$144.6 \pm 19.0$	$36.6 \pm 6.2$	$31.6 \pm 5.4$	$35.2 \pm 3.9$	$85.4 \pm 10.3$
GW10-48	$9.6 \pm 4.9$	$148.1 \pm 15.6$	$41.6 \pm 4.5$	$42.3 \pm 6.3$	$38.9 \pm 3.8$	$93.8 \pm 6.3$
GW10-50	$15.4 \pm 5.5$	$91.4 \pm 30.8$	$29.2 \pm 31.4$	$22.9 \pm 4.2$	$28.3 \pm 3.8$	$78.3 \pm 8.8$
<b>GW10-68*</b>	$10.2 \pm 2.1$	<b><math>152.3 \pm 24.4</math></b>	$39.8 \pm 4.2$	$37.8 \pm 4.4$	$34.7 \pm 4.8$	$97.5 \pm 6.3$
GW10-93	$5.4 \pm 1.9$	$120.9 \pm 23.2$	$39.4 \pm 8.1$	$32.4 \pm 7.2$	$37.2 \pm 4.3$	$84.2 \pm 12.1$
<b>GW10-95**</b>	$15.4 \pm 5.9$	<b><math>195.9 \pm 16.4</math></b>	$55.1 \pm 10.6$	$43.0 \pm 5.7$	$41.2 \pm 7.1$	$85.9 \pm 5.7$
2850	$10.3 \pm 3.9$	<b><math>209.4 \pm 15.6</math></b>	$74.8 \pm 8.5$	$41.0 \pm 7.4$	$46.2 \pm 5.7$	$83.0 \pm 6.8$
<b>2798</b>	$19.5 \pm 4.7$	<b><math>48.2 \pm 19.4</math></b>	$58.3 \pm 20.6$	$22.9 \pm 8.3$	$26.3 \pm 3.4$	$62.9 \pm 7.5$

\*GW10-68 : ‘Beesan No.2’, \*\*GW10-95 : ‘Beesan No.1’

**다) ‘비산2호’의 특징과 재배상의 유의점**

아위느타리는 배지조성과 생육환경의 변화에 민감하게 반응하는 버섯으로 경제적으로 재배에 성공하지 못하다가 생육조건 개선으로 재배가 가능해졌다. 특히 균굽기 후 발이유기 및 후기 생육에 있어서 습도의 변화에 따라 재배 성패가 좌우된다. 따라서 재배환경 조건을 살펴보면 균사 배양에 있어서는 22~24℃, 균굽기 후 발이온도 14~16℃, 습도 95% 수준, 초발이 후 온도 16℃, 습도 85%, CO<sub>2</sub> 농도는 1200ppm 수준으로 관리하여야 한다. 따라서 일반적인 재배방법을 활용하기 위한 방법으로 배지는 큰느타리 배지를 이용하고 재배환경은 느타리 병재배법이 아니라 큰느타리 재배법을 그대로 따르되 후기 생육기에 갓 밑부분에 세균성을 띄는 노란형태를 방지하기 위해 습도를 약간 건조하게 유지하면서 환기를 충분히 해 줘야 고품질의 버섯을 생산할 수 있다.

**4) 아위 느타리 신품종 비산 2호의 추출물별 세포독성 평가 및 산화질소 억제능 분석**



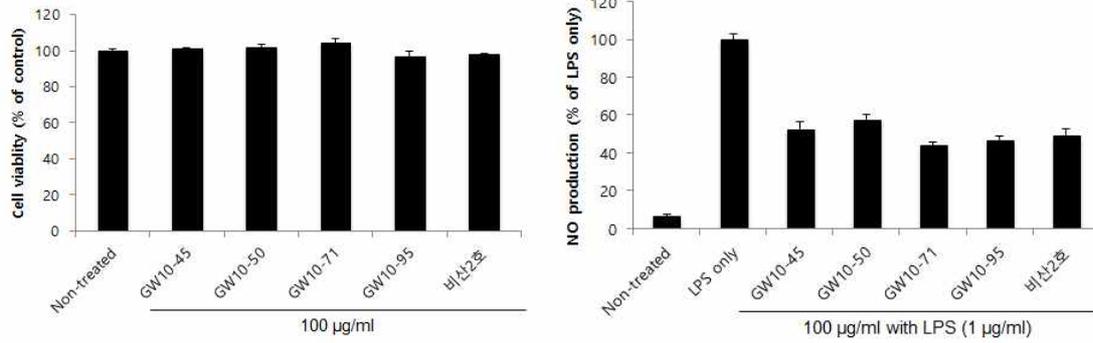
**가) 아위 느타리 신품종 비산 2호의 추출물 별 세포독성 평가**

아위 느타리버섯 신품종인 비산2호의 용매에 따른 각 추출물 (hexane, chloroform, methanol, methanol-water, water) 100 µg/ml의 세포독성을 확인하기 위해 쥐의 대식세포주인 RAW264.7에서 세포 생존률을 측정하였다. 그 결과 모든 추출물에서 유의한 세포독성을 보이지 않았다.

**나) 아위 느타리 신품종 비산 2호 각 추출물의 산화질소 (NO; Nitric Oxide) 생성 억제능 분석**

비산 2호의 각 추출물이 염증성 인자이자 염증의 주요한 마커인 산화질소 (NO)의 생성에 미치는 영향을 확인하기 위해 LPS로 유도된 RAW264.7의 염증 모델에서 산화질소 생성을 측정하였다. 추출물을 100 µg/ml로 처리하여 24시간 배양한 결과, chloroform 추출물이 NO 생성 억제능이 가장 뛰어난 것을 확인 하였다.

**5) 아위 느타리 신품종 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물의 세포 독성 평가 및 NO 생성 억제능 확인**



**가) 아위 느타리 신포종 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물의 세포 독성 평가**

아위 느타리 신포종의 chloroform 추출물의 세포독성을 확인하기 위해 쥐의 대식세포인 RAW264.7 세포주를 사용하였고, 각 추출물을 100 µg/ml의 농도로 처리하여 24시간 배양하였다. 그 결과 아무것도 처리하지 않은 대조군과 세포 생존률에 유의한 차이를 보이지 않음을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 각 버섯이 추출물들이 세포에 독성을 나타내지 않음을 확인할 수 있었다.

**나) 아위 느타리 신포종 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물의 산화질소 생성 억제능 분석**

GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물이 염증성 인자이자 염증의 주요한 마커인 산화질소 (NO)의 생성에 미치는 영향을 확인하기 위해 LPS로 유도된 RAW264.7의 염증 모델에서 산화질소 생성을 측정하였다. 5종의 chloroform 추출물을 100 µg/ml로 처리하여 24시간 배양한 결과, LPS만 처리한 군보다 NO의 생성이 확연히 감소하는 것을 확인하였다.

**6) 아위 느타리 신포종 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물의 산화질소합성효소 (Inducible nitric oxide synthase, iNOS) 및 염증관련 단백질들의 발현에 미치는 영향분석**

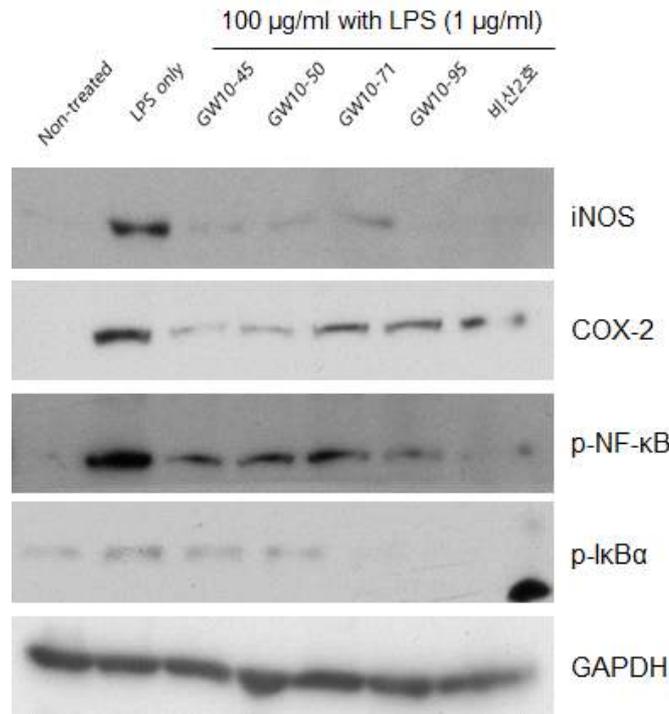
**1) 각 추출물이 iNOS와 COX-2 (Cyclooxygenase-2; COX-2)의 발현에 미치는 영향 확인**

염증 과정에서 NO를 생성하는 단백질인 iNOS와 또 다른 주요한 염증성 단백질인 COX-2을 발현을 확인하기 위해 western blot을 시행하였다. GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물 (100 µg/ml) LPS와 함께 처리하였을 때, iNOS와 COX-2의 발현이 LPS만 처리한 군 보다 감소함을 확인하였다.

**2) 인산화된 IκBα 와 NF-κB의 발현량 조사**

Western blot에서 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물 (100 µg/ml) 처리 시 염증반응의 주요한 전사인자로서 iNOS, COX-2의 발현을 돕는 NF-κB와 NF-κB의 억제 단백질인 IκBα의 인산화가 LPS만 처리한 군보다 감소함을 확인하였다. 이러한

결과를 통해 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95, 비산 2호 chloroform 추출물은  $I\kappa B\alpha$ 의 인산화를 감소시킴으로써 NF- $\kappa$ B가 인산화되어 활성화되는 것을 억제한다는 사실을 확인하였으며, 여러 염증성 단백질 및 사이토카인이 NF- $\kappa$ B 인산화의 억제를 통해 발현이 감소함을 확인하였다.



#### 라. 항산화물질 에르고치오네인 고함유 ‘GW10-45’ 육성

크로닌 박사 연구팀이 ‘화장피부의학誌’ (Journal of Cosmetic Dermatology) 최신호에 ‘톱 10’ 식물성 원료물질들은 로즈마리(Rosmarinus officinalis), 포도씨추출물(Vitis vinifera), 시트로넬롤(Citronellol: 장미와 같은 향기가 나는 향료), 리모넨(Limonene: 모노테르펜의 일종), 금달맞이꽃(Oenothera biennis), 감초 추출물(Glycyrrhiza glabra), 마다가스카르 생강씨 추출물(Aframomum angustifolium), 야생참마(Diosgenin), 키네티닌(N6 furfuryladenine: 식물 성장호르몬의 일종), 에르고치오네인(Ergothioneine: 버섯 추출물) 등을 선정하였다. 따라서 버섯에서 에르고치오네인 함량을 분석한 결과 일본 CityFarm 연구소, 용매추출법에 의한 분석 결과 표 1에 따르면 노랑느타리 버섯은 건조버섯 100g에 대하여 125.6 mg으로 가장 높은 에르고치오네인 함량을 나타내는 것을 알 수 있다. 그러나 아위느타리버섯 자실체의 경우 233 ~ 278 mg/100g의 에르고치오네인 함량을 나타내어 종래의 버섯류 중 가장 우수한 에르고치오네인 함량을 나타내는 노랑느타리 버섯에 비해 약 2배의 에르고치오네인을 함유하고 있어 에르고치오네인 고함유 품종육성을 위한 육종모본으로 삼았다.

【표 1】

버섯 종류	노랑느타리	느타리	표고	새송이	양송이	잎새	느티만가닥	팽이	꽃송이	노루궁뎅이
함량(mg/건조버섯 100g)	125.6	2.3	9.6	12.7	33.8	1.4	0.7	9.8	11.2	9.1

(1) 육종모본의 선발 및 특성평가

농촌진흥청 버섯과에서 국내외 수집균주 34균주를 가지고 수량이나 형태가 우수한 모본 6점을 선발하여 자실체 특성을 하기 표 2과 같이 조사하였다. 자실체 특성검정은 아위느타리가 큰느타리(새송이)의 변종이기 때문에 재배방법을 큰느타리버섯 일반적인 재배방법으로 하기와 같이 수행하였다. 배지재료는 톱밥 : 콘코브 : 소맥피 : 미강 : 옥수수분 : 비트펄프 : 대두피 : = 30 : 38 : 12 : 8 : 4 : 4 : 4(%)의 용적비로 혼합하여 배지 함수율이 약 68%가 되도록 조정하였다. 배지의 충전량은 580g씩 입병한 후 2cm의 봉으로 가운데 위에 밑부분까지 타공하여 121℃에서 60분간 멸균하였다. 종균의 접종량은 1병당 15~20cc 정도를 표준으로 접종하였다. 배양온도는 22℃에서 30~35일간 종균이 밑둥까지 성장하도록 배양하였다. 배양 완료 후 균굽기 작업을 한 다음 발이 생육온도는 18-15℃으로 관리하고, 습도는 90-95%으로 5~7일간 물구나무서기 상태로 관리하였다. 발이가 1cm 정도의 어린버섯의 원기가 형성되면 바로 물구나무서기 상태에서 정립상태로 되돌린 후 생육온도는 16℃에서 4~7일간, 습도는 80-85%, 조도 100~200룩스, 이산화탄소 1,200~1,500ppm에서 후기생육을 관리하여 버섯 갓이 반반구형의 모양이 남아있는 상태에서 수확하였다. 수확한 자실체의 특성을 조사한 후 형태적으로 뛰어나고 수량성이 우수 균주인 ASI 2618, ASI 2778, ASI 2798, ASI 2800, ASI 2803 및 ASI 2850을 선발하였다. 이의 특성을 하기 표 3에 나타내었다.

【 표 2 】

균주번호	학명	국명	주요특성	수집년도	수집국	수집지역	비고
ASI 2618	<i>Pleurotus fuscus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	KCTC 26060, CBS 100.82	2001	한국	생명공학연구소	유전자은행
ASI 2778	<i>Pleurotus fuscus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	BFA05(3.10 A2)	2002			
ASI 2798	<i>Pleurotus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	CBS282.32, KCTC26065	2004	한국	연암축산대학	생명공학연구소
ASI 2800	<i>Pleurotus</i> var. <i>fossulatus</i>	아위느타리	Taiwan 414	2004	대만	연암축산대학	
ASI 2803	<i>Pleurotus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리		2004	중국	연암축산대학	중국(땅속발생)
ASI 2850	<i>Pleurotus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	915	2006	한국	연암대 교배균	김규현

【 표 3 】

균주 번호	초발이소요 일수(일)	수확량 (유효) (g/병)	유효 경수	갓(mm)			대(mm)		개체중 (g/개)	갓색깔
				가로	세로	두께	굽기	길이		
ASI 2618	13±0	62±9	1±0	63.0±4.2	74.0±1.4	11.0±1.4	56.5±2.1	64.0±2.8	61.0	회갈색
ASI 2778	10±4	138±30	2±1	54.4±13.1	43.5±12.4	11.3±3.0	23.5±6.3	104.4±30.4	69.0	황갈색
ASI 2798	14±1	63±12	1±0	78.5±2.1	64.5±6.4	11.5±0.7	31.5±2.1	66.0±1.4	63.0	황갈색
ASI 2800	14±1	55±10	1±0	76.3±14.6	66.0±1.0	12.7±1.2	29.7±3.8	57.3±2.5	55.0	황갈색
ASI 2803	13±0	174±26	3±1	57.0±16.2	53.5±18.1	14.8±3.2	20.0±5.0	84.3±21.4	58.0	회갈색
ASI 2850	10±4	91±66	2±1	45.3±13.5	35.3±7.2	10.3±2.9	19.8±5.3	101.2±18.4	45.5	황백색

(2) 교배 및 교잡주 선발

아위느타리버섯 균주 ASI 2803의 자실체에서 분리한 이핵균사와 아위느타리버섯 균주 ASI 2778의 아위느타리버섯 균주 자실체에서 분리한 일핵균사를 PDA배지에서 7일동안 배양하

였고, 이를 PDA배지에 대치 접종하여 다이-모노(di-mono) 교배를 수행하였다. 이를 5일동안 배양한 후 일핵균사쪽 균사를 떼어내어 클램프를 현미경으로 관찰하여 교배된 15개의 교잡주를 선발하였고, GW10-40~54으로 명명하였다.

### (3) 우량 계통 선발

상기 15개 교잡주 중에서 신품종 심사를 위한 작물별 특성조사요령[(느타리 버섯), <http://www.seed.go.kr>, 2006]을 기준으로 우량계통을 선발하였고, 그 중 9종의 특성을 하기 표 4에 나타내었다.

【표 4】

계통명	전체 개체수(개)	유효경수(개)	수량(g/병)	갓(mm)		대(mm)	
				직경	길이	길이	굵기
GW10-41	2.0±1.4	1.0±0.0	78.8±1.8	37.5±3.5	26.0±5.7	72.5±3.5	36.0±5.7
GW10-44	4.5±2.1	2.0±1.4	105.0±1.4	37.5±3.5	22.5±2.9	80.0±8.2	27.3±3.4
GW10-45	4.0±0.0	1.0±0.0	79.5±9.2	47.5±3.5	28.5±4.9	75.0±7.1	37.5±7.8
GW10-47	3.0±1.5	1.4±0.5	76.3±18.2	37.8±7.3	27.9±5.8	65.7±9.0	30.9±6.2
GW10-48	3.2±1.9	1.8±0.8	82.8±11.4	41.8±9.9	26.7±2.6	59.7±10.4	29.7±8.8
GW10-50	1.0±0.0	1.0±0.0	70.5±17.7	43.5±2.1	30.5±7.8	83.0±11.3	36.5±2.1
GW10-95	1.5±0.7	1.5±0.7	90.5±20.5	50.3±4.2	28.7±2.9	61.0±6.0	41.7±1.8
ASI 2778	2.3±1.2	1.3±0.6	83.0±12.1	46.0±9.9	33.8±7.5	76.3±4.8	27.3±10.0
ASI 2803	2.5±0.7	2.5±0.7	90.0±14.1	40.8±6.6	22.0±2.7	65.8±13.7	27.2±1.8

### (4) 생산력 검정

9종의 우량계통에서 7종의 발생개체를 선발하여 발생개체수, 수확량 및 형태 등을 조사하였고, 그 결과를 하기 표 5에 나타내었다.

【표 5】

계통	발생개체수(개)	수확량(g/병)	갓(mm)		대(mm)	
			직경	두께	굵기	길이
GW10-41	9.3±2.7	128.4±20.7	40.7±6.9	29.5±7.2	35.2±5.4	85.6±11.1
GW10-45	7.7±1.6	144.6±19.0	36.6±6.2	31.6±5.4	35.2±3.9	85.4±10.3
GW10-50	15.4±5.5	91.4±30.8	29.2±31.4	22.9±4.2	28.3±3.8	78.3±8.8
GW10-68(비산1호)	10.2±2.1	152.3±24.4	39.8±4.2	37.8±4.4	34.7±4.8	97.5±6.3
GW10-95(비산2호)	15.4±5.9	195.9±16.4	55.1±10.6	43.0±5.7	41.2±7.1	85.9±5.7
2850	10.3±3.9	209.4±15.6	74.8±8.5	41.0±7.4	46.2±5.7	83.0±6.8
2798	19.5±4.7	48.2±19.4	58.3±20.6	22.9±8.3	26.3±3.4	62.9±7.5

## 실시에 2. 아위느타리버섯 신균주의 에르고치오네인 분석

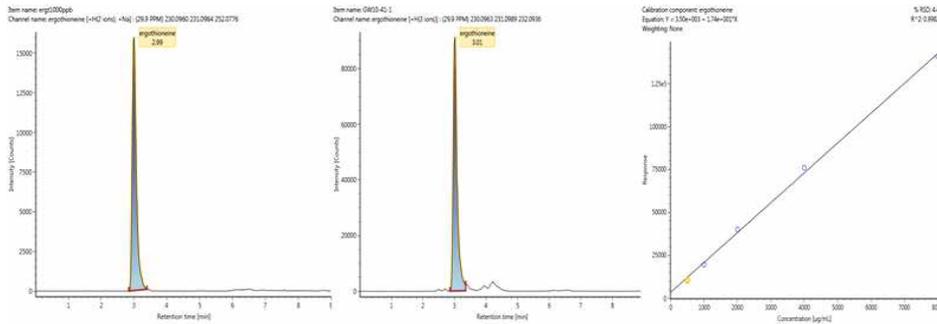
### (1) 에르고치오네인(ergothioneine)의 분리

에르고치오네인 표준품(Sigma Co.) 및 건조된 아위느타리 버섯(GW10-41)을 이용하여 100 mg에 50% 에탄올 10 ml을 가해 상온에서 24 시간 동안 추출하였고, 이를 2000 rpm으로 10 분간 원심분리 후 상등액을 0.22 μm 시린지 필터로 여과하여 액체크로마토그래피 (Acquity

UPLC, liquid chromatography)를 수행하였다. 그 결과를 하기 도 1에 나타내었다.

도 1에 따르면, 에르고치오네인 표준품과 GW10-41의 피크가 하나임을 알 수 있다.

【도 1】

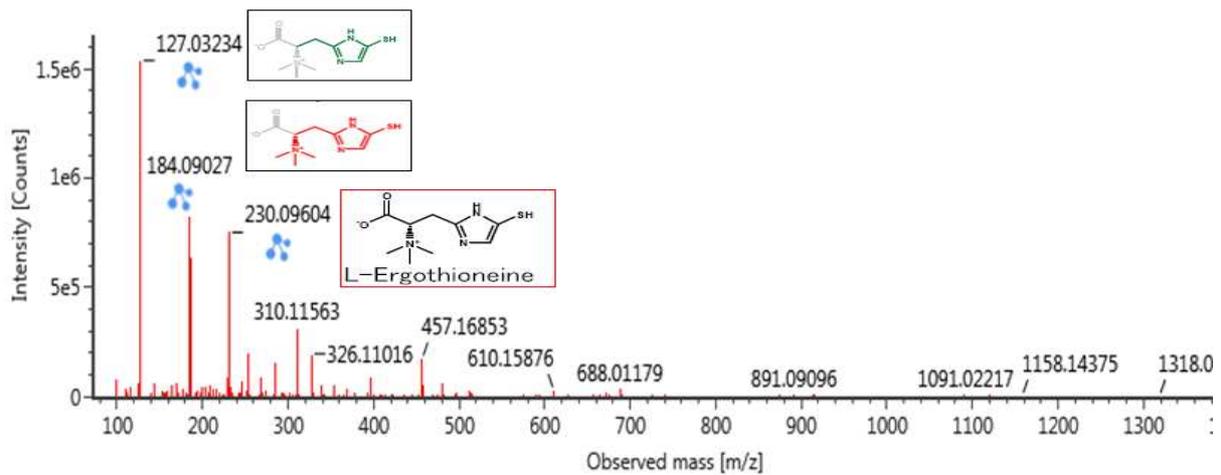


(2) Q-TOF에 의한 에르고치오네인(ergothioneine)의 동정

에르고치오네인 표준품으로 Q-TOF 분석을 통해 에르고치오네인의 동정을 수행하였다. 구체적으로 에르고치오네인 및 아위느타리 버섯 GW10-41 등 9종의 시료를 각각 Q-TOF(Xeno G2-S)를 이용하여 분석을 수행하였고, 그 결과를 하기 도 2에 나타내었다.

도 2에 따르면, 에르고치오네인 성분이 아위느타리 버섯 GW10-41 시료에서 피크가 형성하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해, 아위느타리 버섯에 에르고치오네인 성분이 함유되어 있는 것을 알 수 있었다.

【도 2】



(3) 아위느타리 신품종 계통에 대한 에르고치오네인(ergothioneine)의 분석

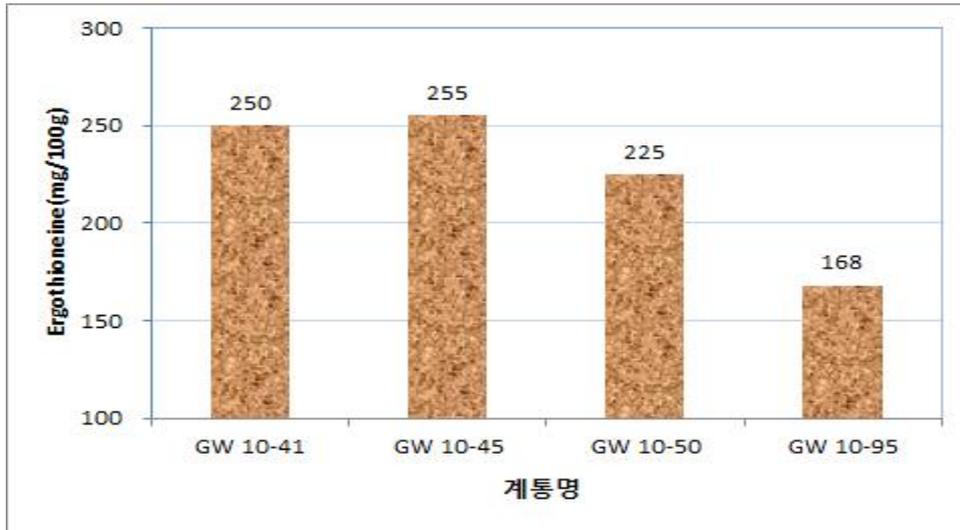
상기 실시예 1에서 선발된 9종의 우량계통 아위느타리 버섯 중 4종의 시료를 건조한 후 100 g에 대하여 상기 동일한 방법으로 추출하였고, 에르고치오네인의 함량을 측정하였다. 그 결과를 표 6 및 도 3에 나타내었다. 이때, 표 6 및 도 3은 동일한 실험을 각각 3반복 3번을 수행한 결과이다.

【표 6】

계통명	시료량 (mg)	희석배수	측정농도		농도범위 (mg/100g)
			ng/ml	mg/100g	

GW 10-41	100±0.4	5	4997±345.8	250±16.6	232 ~ 274
GW 10-45	100±0.4	5	5127±341.6	255±17.7	233 ~ 278
GW 10-50	100±0.1	5	4500±265.6	224±14.1	199 ~ 238
GW 10-95 (비산1호)	100±0.3	5	3367±223.9	167±11.6	141 ~ 176

【도 3】



상기 표 6 및 도 3에 따르면, 아위느타리 버섯의 에르고치오네인 함량이 약 141 ~ 278 mg/100g인 것을 확인할 수 있고, 그 중에서도 GW10-45의 시료가 233 ~ 278mg/100g으로 우수한 에르고치오네인 함량을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

### 실시에 3. 아위느타리버섯 에르고치오네인 강화 교잡주 선발 및 유전적 검정

#### (1) 에르고치오네인 함량이 강화된 아위느타리 신품종 선발

상기 실시에 1에서 선발된 15종의 우량계통 아위느타리 버섯 중 9종의 시료에서 최우량 계통의 시료를 선발하기 위하여, 병 재배시 수량과 에르고치오네인 함량을 정리하여 표 8에 나타내었다.

【표 8】

계통명	수량(g/병)	ergothioneine(mg/100g)
GW10-41	128	232 ~ 274
GW10-45	145	233 ~ 278
GW10-50	91	199 ~ 238
GW10-95	196	141 ~ 176

상기 표 8에 따르면, GW10-45의 시료가 수량성 및 에르고치오네인 함량이 모두 우수한 것을 확인할 수 있어, GW10-45의 아위느타리 버섯이 최우량계통인 것을 알 수 있다. 따라서 하기 도4와 같이 수량도 우수하면서 에르고치오네인이 강화된 아위느타리 신품종 GW10-45를 한국생명공학연구원 미생물자원센터에 기탁(기탁번호 : KCTC12799BP) 하였다.

【도 4】



(2) 신규 교잡주 GW10-45 및 GW10-45 계통의 아위느타리버섯 균주의 유전적 검정

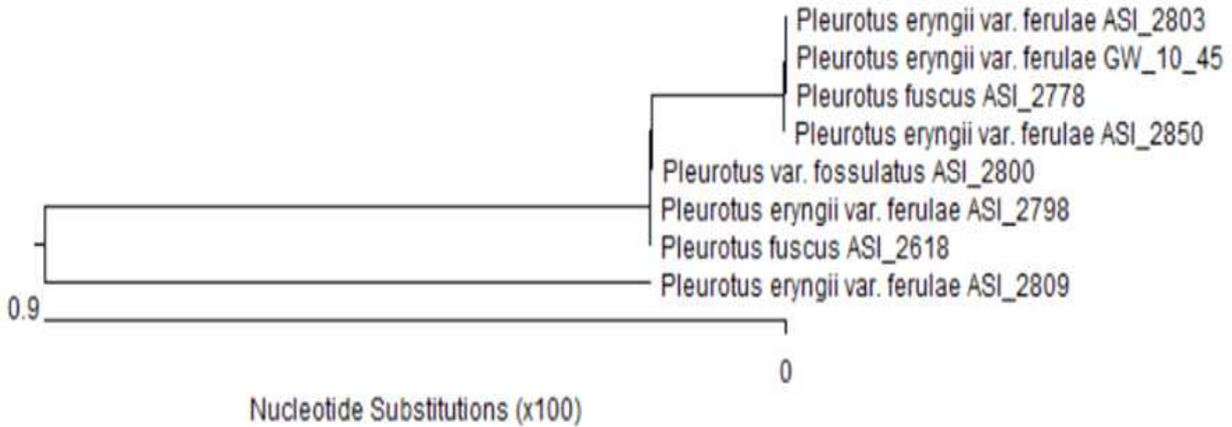
실시예들에서 얻어진 균주의 유전적 특성을 조사하기 위해 분자생물학적으로 동정하였다. 상세하게 기술하면 신규주 배양체로부터 MagExtractor Kit(Toyobo)를 사용하여 DNA를 추출하여 ITS 프라이머로 내부 전사부위를 증폭하여 정제한 후 (주)마크로젠에 시퀀싱을 의뢰하여 염기서열을 도 5와 같이 결정하였다.

【도 5】

```
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACCTATGGAGTTGTTGCTGGCCTCTAGGGGCATGTGCACGCTTCA  
CTAGTCTTTCAACCCACTTGTGAACTTTTGATAGATCTGTGAAGTCGTCTCTCAAGTCGTTAGACTT  
GGTTTGCTGGGATGTAAACGTCTCGGTGTGACTACGCAGTCTATTTACTTATAACACCCCAAATGT  
ATGTCTACGAATGTCATTTAAAGGGCCTTGTGCCTATAAACCATAATACAACCTTCAACAACGGATC  
TCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAG  
TGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGT  
GTCATTAAATTCTCAAACCTCACTCTGGTTTTTCCAATTGTGATGTTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGG  
CCTTGACAGGTCGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCAGGACTTCTCATTGCCTCTGCGCATGATGTGAT  
AATTATCACTCATCAATAGCACGCATGAATAGAGTCTGGCTCTCTAACCGTCCGCAAGGACAATTT  
GACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGC
```

염기서열이 결정된 유전자 부분을 NCBI BLAST 서치를 통해 염기서열의 유사성을 분석하였으며, ClustalW2를 이용하여 염기서열을 정리한 후 Primer3 프로그램을 활용하여 염기서열 유사성을 동정한 결과 도 6과 같이 느타리버섯속 아위느타리(*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) 버섯으로 동정되었다.

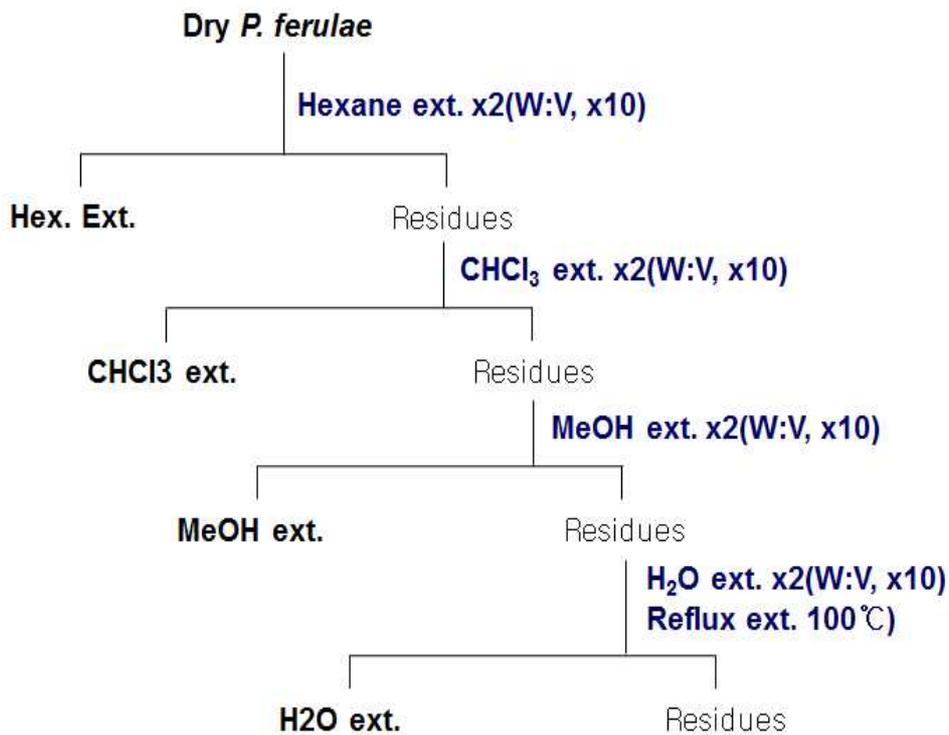
【도 6】



마. 항산화·항염증 효능을 가지는 아위느타리 “GW10-71” 육성

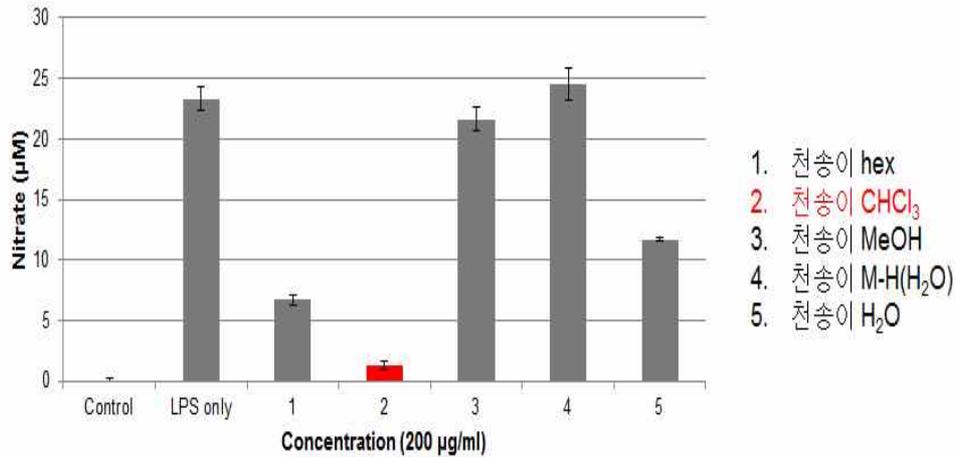
1) 물질추출

비산 2호 자실체를 동결건조하고, 건조분말로부터 순차적 용매추출을 실시하였다. Hexane, chloroform, methanol 그리고 H<sub>2</sub>O을 이용하여 진탕추출법으로 물질을 추출하고, 추출물은 진공농축기를 이용하여 농축하여 실험에 이용하였다.



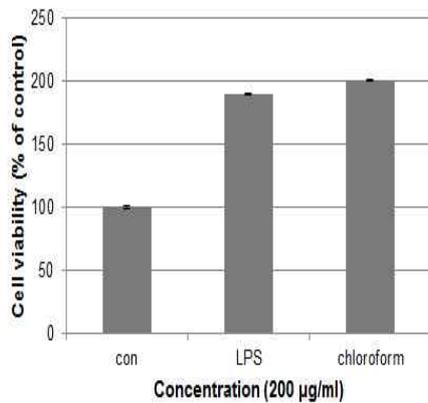
<비산2호 건조분말로부터 순차적 용매추출>

### *P. ferulae* 추출물 NO test

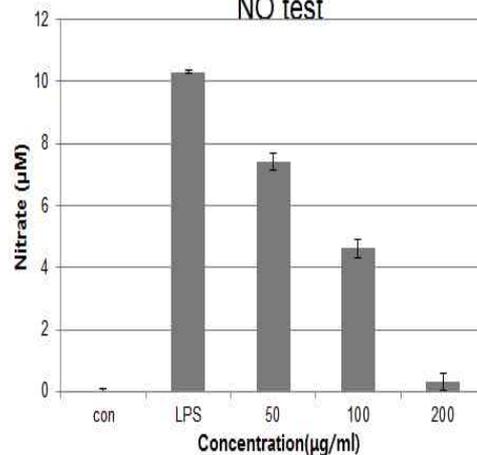


<비산 2에서 추출된 각 용매별 추출물의 RAW264.7 세포에서의 Nitric oxide (NO) 소거능 측정> 각 추출물 중 chloroform 추출물에서 가장 높은 NO 소거능을 보임.

### *P. ferulae* CHCl<sub>3</sub> fraction Cell viability in RAW264.7



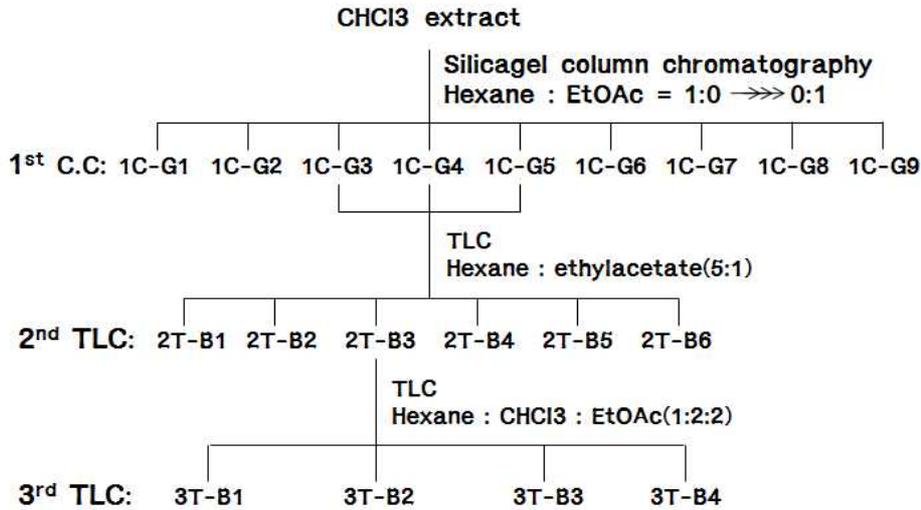
### *P. ferulae* CHCl<sub>3</sub> fraction CHCl<sub>3</sub> ext. NO test



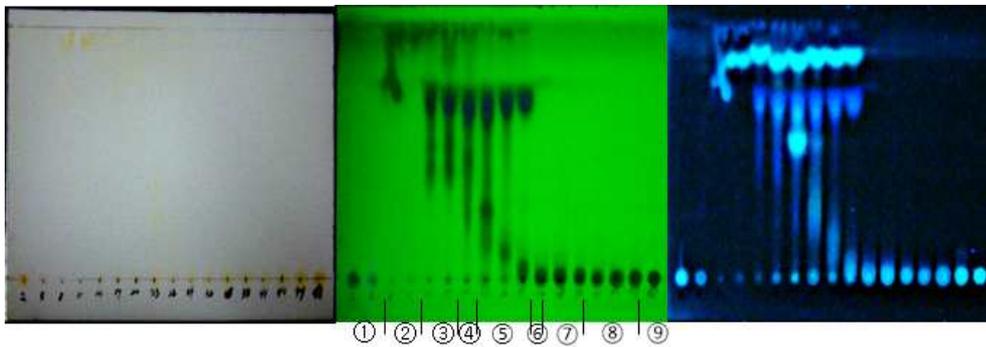
<비산 2호 CHCl<sub>3</sub> fraction의 RAW264.7 세포에 대한 세포독성과 NO 소거능>을 측정된 결과. 200 µg/ml 농도의 CHCl<sub>3</sub> fraction에서 세포독성을 보이지 않으며, 50, 100, 200 µg/ml 농도에서 농도에 따라 NO 소거능이 감소함을 확인하였다.

## 2) Column chromatography를 이용한 물질분리

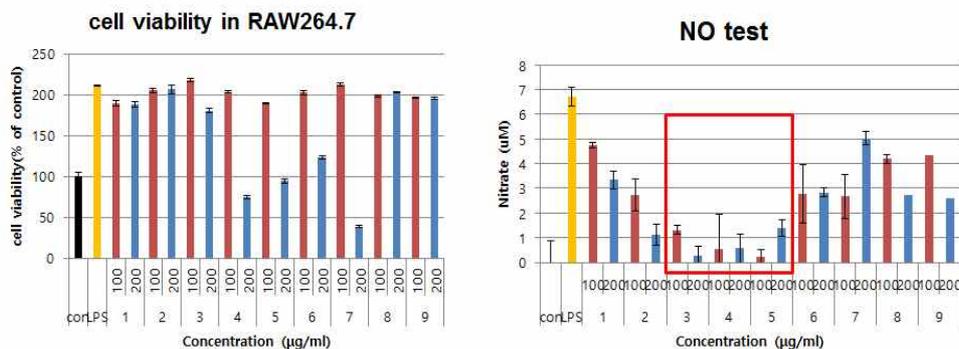
Chloroform 추출물에서 항염증활성이 확인되어, chloroform 추출물로부터 물질을 분리하기 위하여 column chromatography를 실시하였다. 컬럼충진물은 순상 silica gel을 이용하였으며, 이동상의 용매 조성비율은 hexane과 ethylacetate를 이용하여 극성을 높여가며 물질을 용출하여 59개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 분리패턴을 알아보기 위하여 TLC를 실시하였으며, 확인된 물질의 분리 패턴에 따라 Rf값이 비슷한 물질을 그룹으로 하여 9개의 그룹 1C-G1~9으로 나누었고, 9개 그룹의 물질은 RAW264.7 세포에 대한 항염증활성을 조사하였다.



<비산2호 chloroform 추출물을 이용한 물질분리>



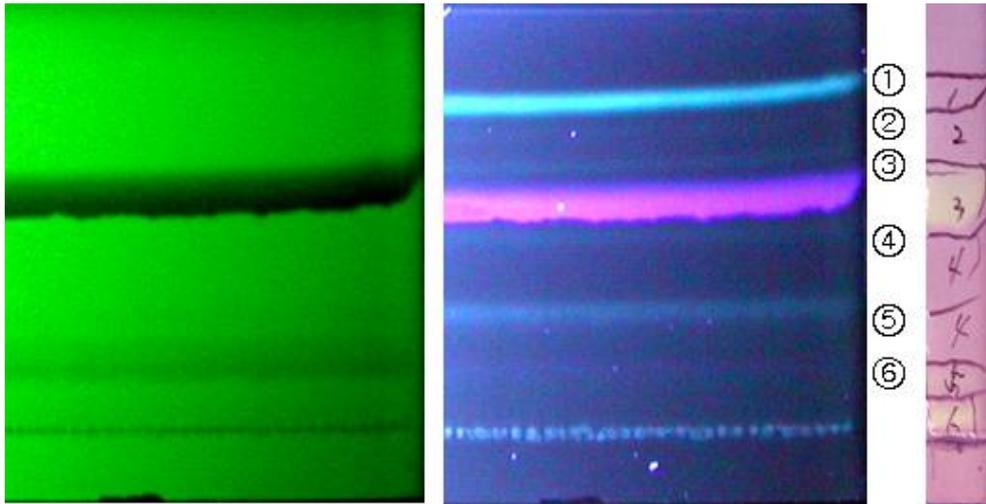
<비산2호 chloroform 추출물을 이용한 1차 column chromatograph의 물질분리>



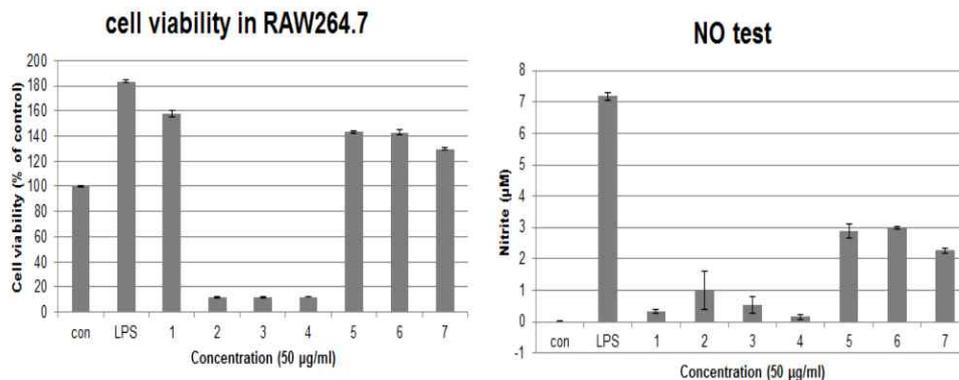
<비산 2호 CHCl<sub>3</sub> 추출물 1<sup>st</sup> Col. 분획물의 RAW264.7 세포에 대한 세포독성과 NO 소거능 실험> 결과. 200 µg/ml 에서 4 ~ 7 에서는 낮은 세포 생존률을 보였고, 100 µg/ml 에서는 모든 물질이 높은 세포 생존률을 보였다. 100 µg/ml 에서 대부분이 NO를 억제하였으며 100 µg/ml 에서 3, 4, 5이 가장 높은 NO 억제 효과를 가질 것으로 생각된다.

### 3) TLC를 이용한 물질분리

1차 column chromatography에서 얻은 분획물 중에 3, 4, 5분획물에서 항염증활성이 높게 나타나 2차로 TLC를 실시하여 물질을 분리하였다. NP-TLC를 이용하여 hexane : EtOAc(5:1)의 전개용매조성으로 6개의 band(2T-B1~6)를 얻었다. 분리되어진 6개 band의 물질을 회수한 후 RAW264.7 cell에 대한 항염 활성을 측정하였다.

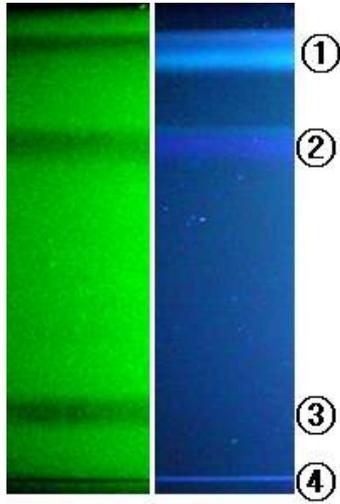


<항염활성이 있는 column chromatography 분획물의 2차 TLC 분리>



<2차 TLC 분리 물질의 RAW264.7 세포에 대한 세포독성과 NO 소거능 확인>. 각 분리물질을 50 µg/ml 농도로 RAW264.7 세포에 처리한 결과 1, 5, 6, 7에서 세포독성이 나타나지 않았다. NO 소거능의 경우 모든 분리물질에서 효능이 나타났지만 세포독성 결과와 비교했을 때, 1번 분리물질이 가장 효과가 뛰어난 것으로 생각되며, 5, 6, 7도 효과가 있는 것으로 생각된다.

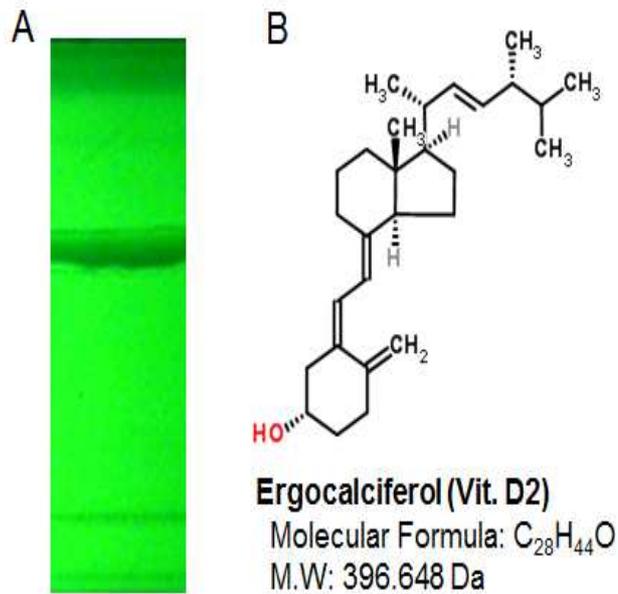
2차 TLC에서 회수한 6개의 band물질 중에 band 3의 물질이 항염활성이 있어서 3차 NP-TLC를 실시하여 4개의 band물질로 분리하였으며, 회수한 물질은 항염증활성을 조사하였다.



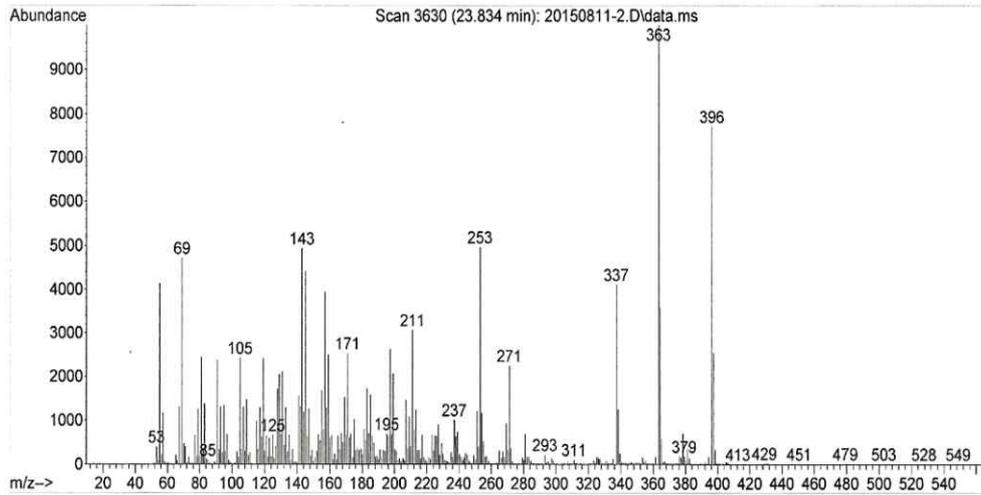
<항염활성이 있는 2T-B3  
물질의 3차 TLC 분리>

4) 항산화활성 물질 순수분리

1차 TLC에서 항산화활성이 있는 band 3 물질을 NP-TLC와 RP-TLC를 반복 실시하여 순수 분리한 후 GC/MS 분석한 결과 분자량 396의 Vit. D2였다. GC 분석 결과 23.834min에서 single peak를 확인할 수 있었으며, MS 분석 결과 분자량 396의 Vit. D2로 동정이 되었다.



<비산2호 chloroform 추출물로부터 순수분리한 물질>

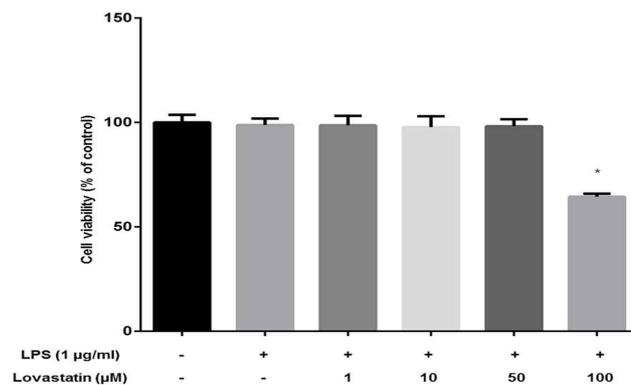


<비산2호 chloroform 추출물에서 순수분리한 물질의 GC/MS분석>

#### 나. 표준품 Lovastatin의 항염 효능 연구

##### 1) RAW264.7 세포에 대한 lovastatin의 세포독성 확인.

Lovastatin의 세포독성을 확인하기 위해 1, 10, 50, 100  $\mu\text{M}$  농도의 lovastatin을 RAW264.7 세포에 처리한 후, LPS로 activation 시켜 24시간 뒤, WST-1 시약을 이용해 세포의 생존률을 확인하였다. 50  $\mu\text{M}$  이하의 농도에서는 세포독성을 보이지 않았으며, 세포독성을 보인 100  $\mu\text{M}$  농도는 이후 실험에서 제외하고 실험을 진행하였다.



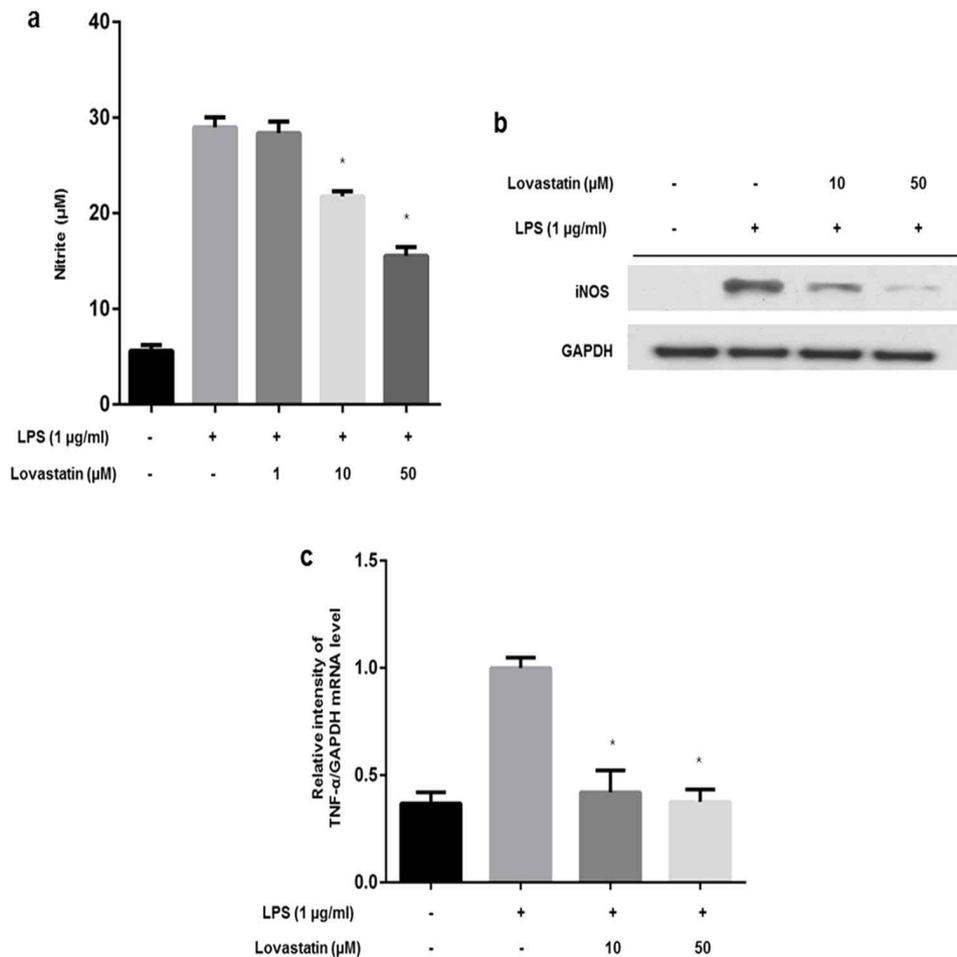
<Lovastatin의 RAW264.7 세포에 대한 세포독성 확인>

##### 2) Lovastatin이 LPS로 유도된 RAW264.7 염증 모델에서 NO 생성, iNOS 및 TNF- $\alpha$ 발현에 미치는 영향.

Lovastatin의 NO 소거능을 확인하기 위해 lovastatin을 RAW264.7 세포에 1, 10, 50  $\mu\text{M}$  농도로 2시간 처리한 후, 24시간 동안 LPS (1  $\mu\text{g/ml}$ )을 처리하여 상층액과 Griess 시약을 1:1로 반응시켜 NO 생성을 확인하였다. 1  $\mu\text{M}$ 의 lovastatin 처리군에서는 큰 활성을 나타내지 않았고

10, 50  $\mu\text{M}$  농도의 lovastatin 처리군에서는 농도에 따라 NO 생성이 감소함을 확인하였다.

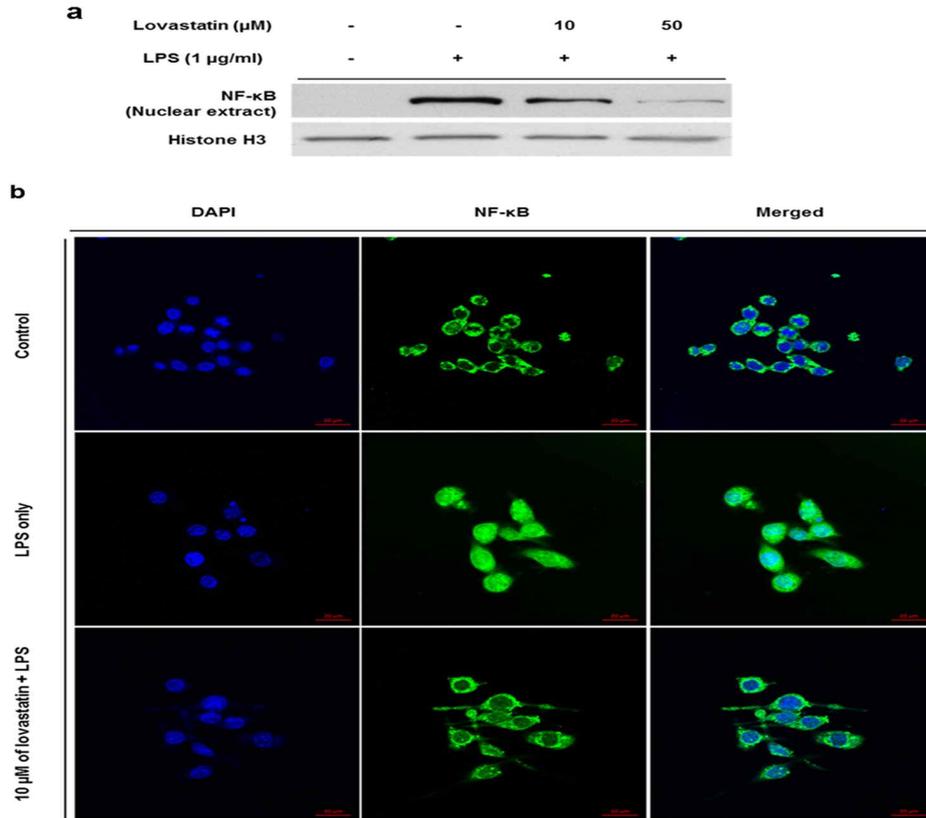
NO을 생성하는 세포 내 효소인 iNOS와 염증성 사이토카인인 TNF- $\alpha$ 의 발현량을 확인하기 위해 10, 50  $\mu\text{M}$  농도의 lovastatin을 2시간 동안 전처리한 후, 24시간 동안 LPS (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )를 처리하였다. iNOS는 western blot analysis, TNF- $\alpha$ 는 mRNA의 RT-PCR을 통해 그 발현량을 확인하였다. iNOS는 lovastatin의 농도에 따라 발현량이 감소하는 것을 확인 하였고, TNF- $\alpha$ 는 lovastatin의 처리에 의해 mRNA의 발현량이 감소하는 것을 확인하였다.



<Lovastatin이 LPS로 유도된 RAW264.7 세포에서 NO 생성 및 iNOS, TNF- $\alpha$ 의 발현에 미치는 영향>

### 3) lovastatin 처리에 따른 NF- $\kappa\text{B}$ 의 핵내 수송의 변화.

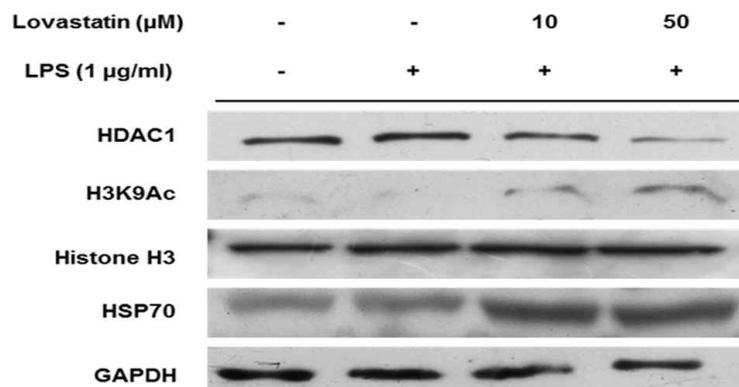
lovastatin이 iNOS 및 TNF- $\alpha$ 의 발현에 영향을 미치는 전사인자인 NF- $\kappa\text{B}$ 의 핵 내 수송에 미치는 영향을 확인하기 위해 western blot analysis와 immunofluorescence staining을 시행하였다. Western blot을 시행하기 위해 lovastatin을 10, 50  $\mu\text{M}$  농도로 2시간 동안 처리한 후, LPS (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )를 24시간 동안 처리하고 NE-PER을 이용해 핵 내 단백질을 추출하였다. Immunofluorescence staining을 위해 10  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 lovastatin을 2시간동안 전처리한 후, LPS (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )을 24시간 동안 처리하였다. Western blot의 결과에서 NF- $\kappa\text{B}$ 의 핵 내 발현량이 농도에 따라 감소함을 확인하였으며, immunofluorescence staining에서 lovastatin 처리시 NF- $\kappa\text{B}$ 의 핵 내 수송이 감소함을 확인하였다.



<Lovastatin이 NF-κB의 핵 내 수송에 미치는 영향>

4) Lovastatin이 HDAC1의 억제를 통한 HSP70 축적의 증가에 미치는 영향 확인.

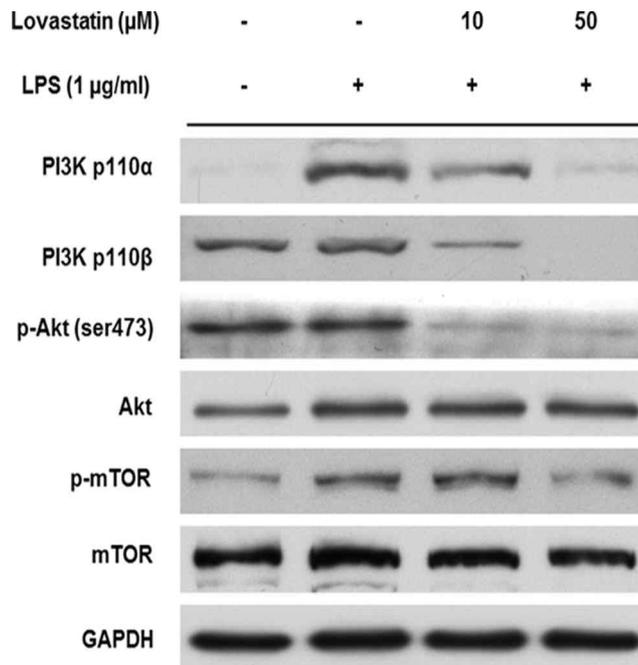
NF-κB의 핵 내 수송을 억제하는 HSP70의 발현량과 HSP70의 발현을 조절하는 HDAC1 및 histone H3의 acetylation의 변화를 확인하기 위해 western blot analysis를 시행하였다. Lovastatin을 각각 10, 50  $\mu\text{M}$  농도로 2시간 전 처리한 후, LPS를 24시간 동안 처리하였다. Lovastatin 처리 시 HDAC1의 발현은 감소하였고, histone H3의 아세틸화는 증가하는 것을 확인하였다. HSP70의 발현은 증가하였다.



<Lovastatin의 처리가 HDAC1 발현, Histone H3의 아세틸화, HSP70의 발현에 미치는 영향>

5) Lovastatin이 PI3K/Akt/mTOR 신호전달에 미치는 영향 확인

NF-κB의 활성화 및 핵 내 수송에 중요한 역할을 하는 PI3K/Akt/mTOR 신호전달이 lovastatin에 의해 변화되는지 확인하기 위해 lovastatin을 10, 50 μM 농도로 2시간 전처리한 후, LPS로 염증모델을 유도하였다. PI3K catalytic subunit인 p110α와 p110β의 발현량이 감소하는 것을 확인하였고, 하위 인자인 Akt와 mTOR의 인산화 또한 감소하는 것을 확인하였다.



<Fig. Lovastatin이 PI3K/Akt/mTOR 신호전달에 미치는 영향>

6) 결론

Lovastatin은 LPS로 유도된 RAW264.7 세포의 염증모델에서 NO, TNF-α를 감소시켰으며, iNOS의 발현 또한 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 iNOS 및 TNF-α의 발현에 관련된 전사인자인 NF-κB의 핵 내 수송이 억제됨을 확인하였고, 이는 NF-κB의 핵 내 수송에 영향을 미치는 HSP70의 발현이 lovastatin에 의해 HDAC1 발현 감소 및 histone H3의 아세틸화의 증가로 인해 세포 내에 축적되어 일어나는 것임을 확인하였다. 또한 NF-κB의 핵 내 수송에 영향을 주는 PI3K/Akt/mTOR 신호전달에서 PI3K p110α/β subunit의 발현량 감소와 하위 신호인 Akt 및 mTOR의 인산화가 lovastatin에 의해 감소함을 확인하였다. 그러므로 lovastatin이 LPS로 유도된 RAW264.7 대식세포에서 보이는 항염활성은 HDAC1 발현과 PI3K/Akt/mTOR 신호전달의 감소로 인해 NF-κB의 핵 내 수송을 억제하는 경로로 일어나는 것으로 생각된다.

### 7) 아위느타리버섯 신킨균주의 제작 및 신킨균주의 자실체 특성 조사

농촌진흥청 버섯과에서 국내외 수집균주 34균주를 가지고 수량이나 형태가 우수한 모본 6점을 선발하여 자실체 특성을 하기 표 1과 같이 조사하였다. 자실체 특성검정은 아위느타리가 큰느타리(새송이)의 변종이기 때문에 재배방법을 큰느타리버섯 일반적인 재배방법으로 하기와 같이 수행하였다. 배지재료는 톱밥 : 콘코브 : 소맥피 : 미강 : 옥수수분 : 비트펄프 : 대두피 : = 30 : 38 : 12 : 8 : 4 : 4 : 4(%)의 용적비로 혼합하여 배지 함수율이 약 68%가 되도록 조정하였다. 배지의 충전량은 580g씩 입병한 후 2cm의 봉으로 가운데 위에 밑부분까지 타공하여 121℃에서 60분간 멸균하였다. 종균의 접종량은 1병당 15~20cc 정도를 표준으로 접종하였다. 배양 온도는 22℃에서 30~35일간 종균이 밑둥까지 성장하도록 배양하였다. 배양 완료 후 균굽기 작업을 한 다음 발이 생육온도는 18-15℃으로 관리하고, 습도는 90-95%으로 5~7일간 물구나무서기 상태로 관리하였다. 발이가 1cm 정도의 어린버섯의 원기가 형성되면 바로 물구나무서기 상태에서 정립상태로 되돌린 후 생육온도는 16℃에서 4~7일간, 습도는 80-85%, 조도 100~200룩스, 이산화탄소 1,200~1,500ppm에서 후기생육을 관리하여 버섯 갓이 반반구형의 모양이 남아있는 상태에서 수확하였다. 수확한 자실체의 특성을 조사한 후 형태적으로 뛰어나고 수량성이 우수 균주인 ASI 2618, ASI 2778, ASI 2798, ASI 2800, ASI 2803 및 ASI 2850을 선발하였다. 아위느타리버섯 균주 ASI 2803의 자실체에서 분리한 이핵균사와 아위느타리버섯 균주 ASI 2798의 아위느타리버섯 균주 자실체에서 분리한 일핵균사를 PDA배지에서 7일동안 배양하였고, 이를 PDA배지에 대치 접종하여 다이-모노(di-mono) 교배를 수행하였다. 이를 5일동안 배양한 후 일핵균사쪽 균사를 떼어내어 클램프를 현미경으로 관찰하여 교배된 15개의 교잡주를 선발하였다. 상기 15개 교잡주 중에서 신킨품종 심사를 위한 작물별 특성조사요령[(느타리 버섯), <http://www.seed.go.kr>, 2006]을 기준으로 GW10-45, GW10-50, GW10-68, GW10-71, GW10-95 등을 우량계통으로 선발하였다.

【표 1】

균주번호	학명	국명	주요특성	수집년도	수집국	수집지역	비고
ASI 2618	<i>Pleurotus fuscus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	KCTC 26060, CBS 100.82	2001	한국	생명공학연구소	유전자은행
ASI 2778	<i>Pleurotus fuscus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	BFA05(3.10 A2)	2002			
ASI 2798	<i>Pleurotus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	CBS282.32, KCTC26065	2004	한국	연암축산대학	생명공학연구소
ASI 2800	<i>Pleurotus</i> var. <i>fossulatus</i>	아위느타리	Taiwan 414	2004	대만	연암축산대학	
ASI 2803	<i>Pleurotus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리		2004	중국	연암축산대학	중국(땅속발생)
ASI 2850	<i>Pleurotus</i> var. <i>ferulae</i>	아위느타리	915	2006	한국	연암대	교배균 김규현

【표 2】

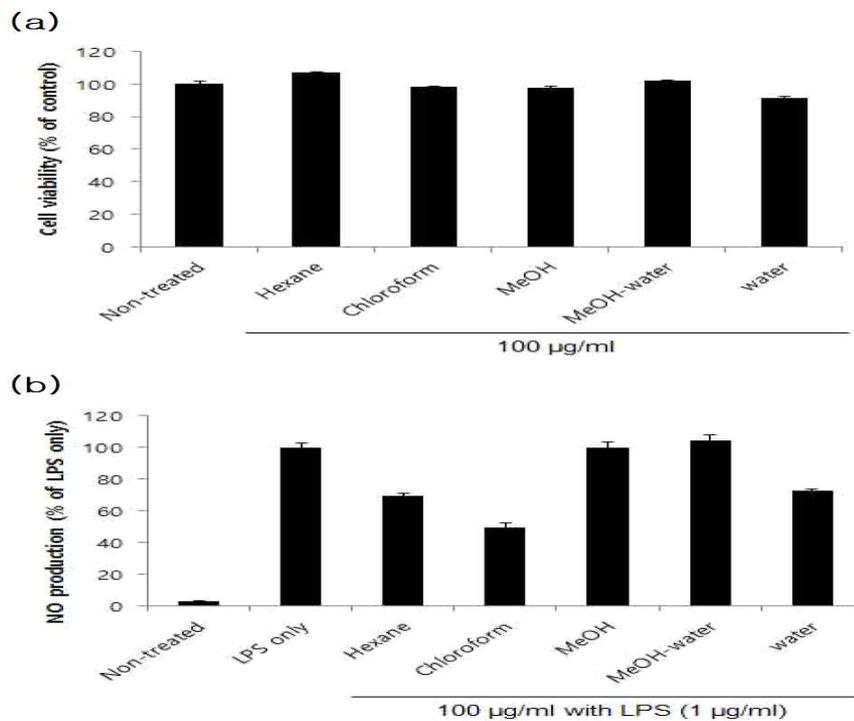
계통명	전체 개체수(개)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓(mm)		대(mm)	
				직경	두께	길이	굵기
GW10-45	4.0±0.0	1.0±0.0	79.5±9.2	47.5±3.5	28.5±4.9	75.0±7.1	37.5±7.8
GW10-50	1.0±0.0	1.0±0.0	70.5±17.7	43.5±2.1	30.5±7.8	83.0±11.3	36.5±2.1
GW10-68	3.3±1.5	1.0±0.0	65.7±17.9	50.7±7.5	26.7±5.8	86.7±20.8	34.0±2.6
<b>GW10-71</b>	<b>4.0±0.0</b>	<b>3.0±1.4</b>	<b>106.3±17.3</b>	<b>36.3±13.0</b>	<b>25.8±12.6</b>	<b>61.0±22.9</b>	<b>24.3±5.8</b>
GW10-95	1.5±0.7	1.5±0.7	90.5±20.5	50.3±4.2	28.7±2.9	61.0±6.0	41.7±1.8
ASI 2803	2.5±0.7	2.5±0.7	90.0±14.1	40.8±6.6	22.0±2.7	65.8±13.7	27.2±1.8

8) 신균주 아위느타리버섯 GW10-71를 **헥산, 클로로포름, 메탄올, 메탄올/물 혼합물 및 물추출** 상기 아위버섯들을 동결건조하고, 분쇄기로 분말로 만든 다음, 헥산, 클로로포름, 메탄올, 메탄올/물 혼합물 및 물을 이용하여 추출을 실시하였다. 각 용매는 Merck와 Sigma에서 구입을 하였으며, 중량 기준 10배량의 용매를 넣고 100~250rpm으로 3시간 동안 진탕 추출하여 정치시킨 후, filter paper로 여과하였다. 추출은 3회 반복 추출하였으며, 여과액은 진공농축기를 이용하여 농축하여 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다.

상기 RAW264.7 대식세포는 ATCC에서 구입하였으며, DMEM 배지에 10% FBS, 1% 페니실린/스트렙토마이신을 포함한 배지에서 37°C, 습한 환경, 5% CO<sub>2</sub>에서 배양하였다.

세포생존률을 측정하기 위해, 96-well plate에 RAW264.7 세포주를 1 × 10<sup>5</sup> cell/well만큼 분주하고 하루 배양한 다음, 상기 GW10-71의 추출물을 100 μg/ml를 위의 대식세포주인 RAW264.7에 처리하여 24시간 배양하였다. 그리고 WST-1 (Daeil)시약을 10 μl 처리하여 microplate reader를 이용해 460nm에서 흡광을 측정하여 세포 생존률을 확인하였다. 도 2의 (a)에서 볼 수 있는 바와 같이, 모든 추출물에서 유의한 세포독성을 보이지 않았다.

【도 1】



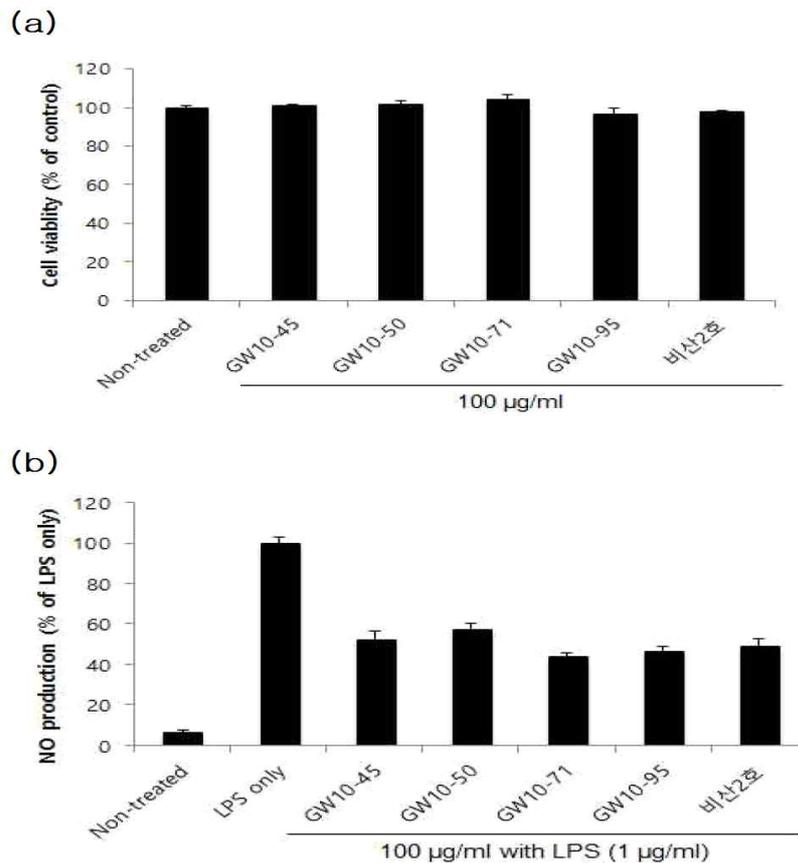
또한, 아위느타리버섯 추출물이 염증성 인자이자 염증의 주요한 마커인 산화질소(NO)의 생성에 미치는 영향을 확인하기 위해 LPS로 유도된 RAW264.7의 염증 모델에서 산화질소 생성을 측정하였다. 24-well plate에 세포를 5 × 10<sup>5</sup> cell/well만큼 분주하여 하루 배양한 다음, 상기 GW10-68 클로로포름 추출물을 100 μg/ml로 2시간 전처리 후, LPS를 처리하여 24시간 배양하였다. 이후 상등액 100 μl와 Griess (Sigma)시약 100 μl를 15분 반응시키고 microplate reader를 이용해 540nm에서 흡광을 측정하였다. 그 결과, 클로로포름 추출물이 NO 생성 억제능이 가장 뛰어난 것을 확인하였다(도 1의 (b)).

9) 신균주 아위느타라버섯 GW10-45, GW10-68(비산2호) 및 GW10-71 등 클로로포름 추출

클로로포름을 중량 기준 10배량으로 넣고 100~250rpm으로 3시간 동안 진탕 추출하여 정치시킨 후, filter paper로 여과하는 방법으로 3회 반복 추출하여 추출물을 얻었다. 그런 다음, 96-well plate에 RAW264.7 세포주를  $1 \times 10^5$  cell/well만큼 분주하여 하루 배양한 다음, 각 추출물을 100  $\mu$ g/ml의 농도로 대식세포인 RAW264.7 세포주에 처리하고 24시간 동안 배양한 후, WST-1 (Daeil)시약을 10  $\mu$ l 처리하여 microplate reader를 이용해 460nm에서 흡광을 측정하여 세포 생존률을 측정하였다. 도 2의 (a)에서 볼 수 있는 바와 같이, 아무것도 처리하지 않은 대조군과 세포 생존률에 유의한 차이를 보이지 않음을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 각 버섯이 추출물들이 세포에 독성을 나타내지 않음을 확인할 수 있었다.

상기 아위느타리버섯 추출물이 염증성 인자이자 염증의 주요한 마커인 산화질소 (NO)의 생성에 미치는 영향을 확인하기 위해 LPS로 유도된 RAW264.7의 염증 모델에서 산화질소 생성을 측정하였다. 24-well plate에 세포를  $5 \times 10^5$  cell/well만큼 분주하여 하루 배양한 다음, 상기 5종의 아위느타리버섯 클로로포름 추출물을 100  $\mu$ g/ml로 2시간 전처리 후, LPS를 처리하여 24시간 배양하였다. 이후 상등액 100  $\mu$ l와 Griess (Sigma)시약 100  $\mu$ l를 15분 반응시키고 microplate reader를 이용해 540nm에서 흡광을 측정하였다. 그 결과, 상기 5종의 클로로포름 추출물을 처리한 군에서 LPS만 처리한 군보다 NO의 생성이 확연히 감소하는 것을 확인하였다 (도 2의 (b)).

【도 2】



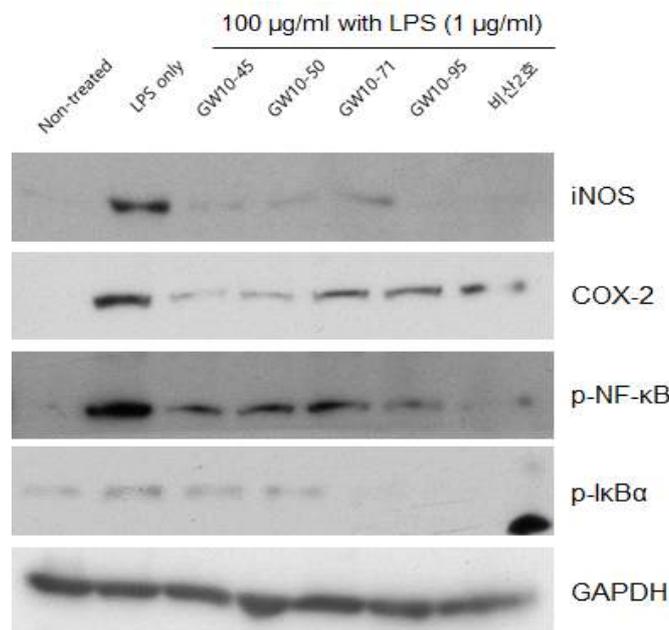
#### 10) 아위느타리버섯 추출물이 iNOS와 COX-2의 발현에 미치는 영향

Western blot을 위해 세포를 LPS와 상기 아위느타리 신균주 5종의 클로로포름 추출물로 처

리한 다음 24시간 배양하고 세포를 수집하였다. 수집된 세포를 cell lysis buffer ((50 mM Tris-Cl [pH7.5], 150 mM NaCl, 1 mM DTT, 0.5% NP-40, 1% Triton X-100, 1% deoxycholate, 0.1% SDS and a cocktail of proteinase inhibitors [1 mM PMSF, 1 mM EDTA, 1  $\mu$ M aprotinin, 1  $\mu$ M leupeptin, and 1  $\mu$ M pepstatin A (Intron Biotechnology, 경기, 대한민국)])으로 용해하여 원심분리 후 상등액을 획득하였다. 획득한 단백질을 12% SDS-PAGE를 이용하여 전기영동 한 다음, nitrocellulose membrane으로 전기영동 시켰고, 5% skim milk를 이용하여 blocking하였다. PBST로 membrane을 세척하고, anti-iNOS, -COX-2, -p-NF- $\kappa$ B, -p-I $\kappa$ B $\alpha$ , -GAPDH rabbit antibody (Cell signaling technology)를 반응시킨 다음, PBST로 세척하고, HRP-conjugated anti-rabbit antibody를 반응시켰다. 이후 ECL detection system (Pierce)를 이용하여 밴드를 가시화 하였다.

염증 과정에서 NO를 생성하는 단백질인 iNOS와 또 다른 주요한 염증성 단백질인 COX-2을 발현을 확인하기 위해 western blot을 실시하였다. 실시예 2에서와 같이 제조된 신균주 아위느타리버섯 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95 및 GW10-68 (비산2호)의 클로로포름 추출물 (100  $\mu$ g/ml)을 LPS와 함께 처리하였을 때, iNOS와 COX-2의 발현이 LPS만 처리한 군 보다 감소함을 확인하였다(도 3).

또한, western blot에서, 실시예 2에서와 같이 제조된 신균주 아위느타리버섯 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95 및 GW10-68 (비산2호)의 클로로포름 추출물 (100  $\mu$ g/ml) 처리 시 염증반응의 주요한 전사인자로서 iNOS, COX-2의 발현을 돕는 NF- $\kappa$ B와 NF- $\kappa$ B의 억제 단백질인 I $\kappa$ B $\alpha$ 의 인산화가 LPS만 처리한 군보다 감소함을 확인하였다(도 3). 이러한 결과를 통해 신균주 아위느타리버섯 GW10-45, GW10-50, GW10-71, GW10-95 및 GW10-68(비산2호)의 클로로포름 추출물이 I $\kappa$ B $\alpha$ 의 인산화를 감소시킴으로써 NF- $\kappa$ B가 인산화되어 활성화되는 것을 억제한다는 사실을 확인하였으며, 여러 염증성 단백질 NF- $\kappa$ B 인산화의 억제를 통해 발현이 감소함을 확인하였다. 【도 3】



이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

### 11) 선발균주의 특성

#### 가) 고유특성

##### ○ 생육특성

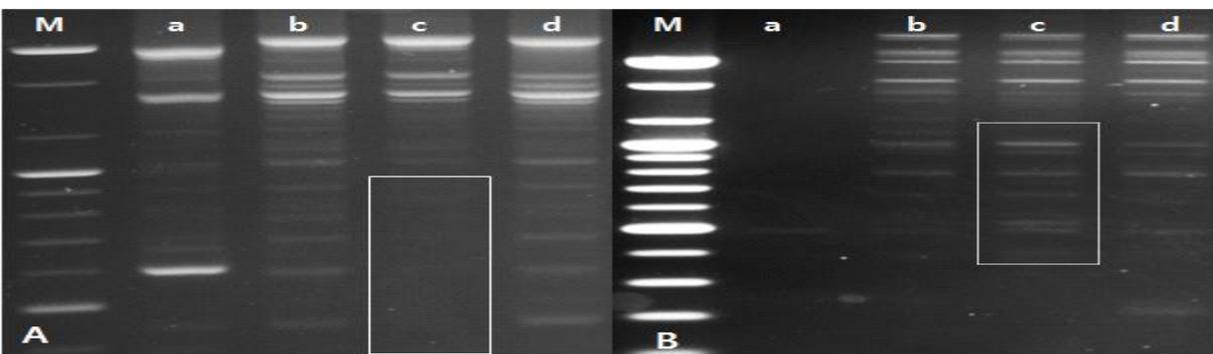
계통명	균사생장 최적온도	자실체발생 최적온도	자실체 발생형	갓 색깔	갓 형태
맥송 (GW10-71)	25~30℃	16℃	개체형	회백색	반반구형
에르고 (GW10-50)	25~30℃	16℃	개체형	회백색	반반구형

##### ○ 자실체 특성



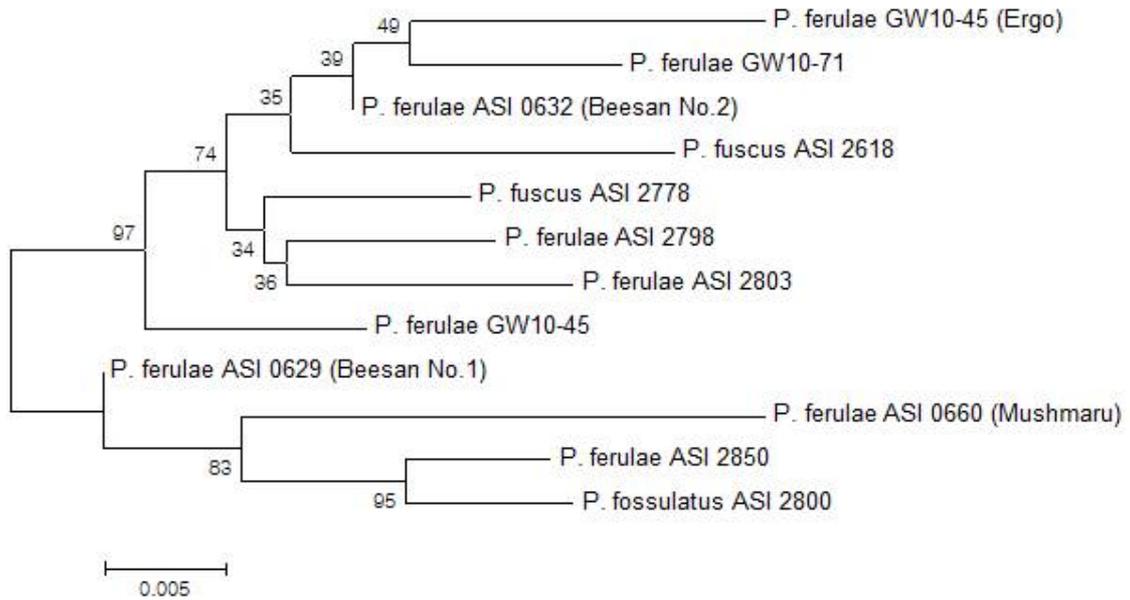
<그림 1> 육성계통의 자실체 형태

##### ○ 유전적 특성



M : 100bp marker, a : *Pleurotus ferulae* ASI 2798, b : *Pleurotus ferulae* ASI 2803, c : Maeksong(GW10-71), d ; Ergo(GW10-50), Primer : A(URP8), B(URP12).

<그림 2> 육성계통의 유전적 특성



<그림 3> 육성계통의 ITS 염기서열에 의한 유연관계 분석

○ 균종의 배양적 특성

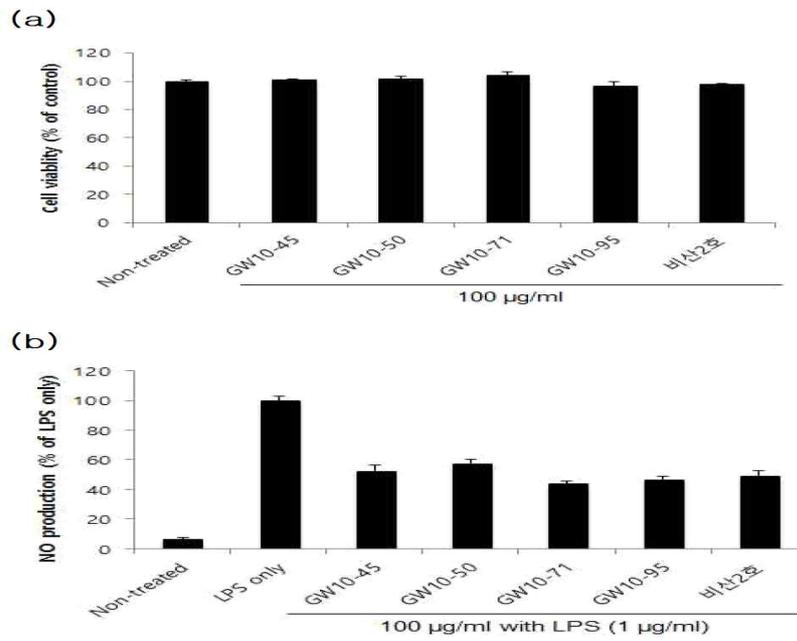
온도 \ pH	맥송(GW10-71)			에르고(GW10-50)		
	pH6	pH7	pH8	pH6	pH7	pH8
20	30.0±1.7	30.3±2.9	29.0±1.7	29.0±7.0	24.3±0.6	24.3±1.5
23	30.0±0.0	25.7±1.5	31.7±1.2	32.3±2.3	27.0±0.0	28.7±1.5
27	33.0±1.0	37.3±9.2	34.3±5.9	30.0±1.7	30.3±1.5	32.3±0.6

나) 가변특성

○ 향산화물질 에르고치오네인 함량

계통	에르고치오네인(mg/DW 100g)				함량범위
	원예원			평균	
맥송	247.4±7.8	238.7±8.3	255.7±6.0	247.3±10.0	229~257
에르고	229.7±7.8	212.0±15.4	232.9±5.3	224.9±13.3	199~238

○ 항염증 효능 검정



<그림 4> 아위느타리버섯 신품종 ‘맥송’ 추출물의 세포독성 및 산화질소 생성 억제능 분석

다) 수량성

○ 자실체 수량

계통	수량(g/병)				수량지수 (%)
	원예원			평균	
맥송	106.3±17.3	151.0±41.7	142.8±12.1	136.7±18.3	119
에르고	70.5±17.7	121.7±14.6	152.4±17.1	114.9±41.4	100

라) 품질특성

○ 버섯 자실체 특성

계통	대(mm)		갓(mm)		전체 개체수 (개)
	길이	굵기	직경	두께	
맥송	88.2±35.8	27.7±7.0	34.9±9.6	22.7±9.7	4.7±0.8
에르고	104.3±25.0	33.0±3.3	46.6±3.5	30.2±3.9	2.8±1.8

## 바. 아위느타리 x 백령느타리 중간교잡주 ‘설원’ 육성

### 1) 새 균주의 육종 방법

신규 균주의 작출 방법은 아위느타리버섯 포자와 백영고의 포자를 교배시킨 후, 혼합배지를 사용하여 수분 조절했다. 새송이버섯 재배용 배양기에 교잡균을 배양하여 선발을 실시하는 것을 특징으로한다.

### 가) 균주의 수집

아위느타리버섯은 본 발명자가 육성한 ‘비산1호’를 사용하였고, 백영고는 국내외에서 수집되어 농촌진흥청 버섯과에 보존중인 균주를 사용하였다. 보관 중인 균주로부터 균사를 배양하여 육종 모본 및 보존주로 하였다.

### 나) 수집계통의 재배시험

수집계통의 특성을 배양시험을 위해 수집균주에서 균사 생장이 치밀하고 좋고, 발생기간이 보다 짧고, 발생이 확실하고 버섯의 형질이 좋은 균주를 선발한다.

### 다) 1차 균사의 분리

1차 균사는 자실체로부터 포자를 얻고 단포자를 분리하여 얻었다. 1차 균사는 클램프가 없는 균주로 현미경으로 관찰하면 확인가능하다. 1계통당 300주 정도 분리하면 좋다. 이 1차 균사의 생장시험을 행하여 성장속도가 빠르고 균총형태가 정상이고, 균사밀도가 높은 주를 선발한다. 이 선발에 의해 1 계통당 20주 정도의 1차 균사를 선발한다.

### 라) 교잡

선발 1차균사 끼리의 교배를 행한다. 구체적으로는, 고체배지에 2개의 1차 균사를 1-3cm 정도 떨어져서 접종하고, 양 균사가 접촉하여 7~10일 후에 균사를 현미경 관찰를 통한 클램프가 생겨 있는 것을 확인하고 525개의 교잡주를 얻는다. 중간교잡에 의한 분리형태가 나타나는 균주는 버리고 안정화된 교잡주의 생장시험을 행하여 성장속도가 빠르고 균총형태가 정상이고 균사밀도가 높은 주를 선발한다. 여기서 65주 정도의 교잡주를 1차로 선발한다.

### 마) PCR에 의한 세포질전환 교잡주의 선발

1차로 선발된 교잡주 중에서 성장속도가 빠르고 균총형태가 정상이고 균사밀도가 높은 33주를 선발하여 미토콘드리아 DNA 마커를 이용하여 아위느타리 미토콘드리아 DNA가 존재하는 균주를 선발한 후 URP 프라이머를 이용하여 염색체 패턴이 hybrid된 균주를 2차로 선발하였다.

### 사) 재배시험에 의한 선발

2차로 선발된 교잡주의 자실체 특성을 조사하기 위해 새송이 재배방법으로 재배시험을 수행하였다. 배양 28일간에서 저온처리 없어도 발생하고, 형질이 좋고, 대가 발달하여 갓이 작은 주 또는 대가 거의 없고 갓이 발달한 주를 선발하였다.

### 아) 최종선발

이들의 2차 선발주로부터 세포질전환 균주 33주로 좁혀 더욱 재배시험을 실시하여 형질이 명료하게 뛰어난 9주를 선발했다. 이 선발주의 재배시험을 반복하여 형질이 안정하고 갓이 크고 대가 짧은 우수한 균주를 비산1호-20 x 백령20-199로 명명하였고 ‘설원버섯’으로 기탁하였다.

### 2) 새 균주

기존의 새송이버섯 재배기술을 그대로 사용하여 쉽게 재배가 가능한 신규 균주를 비산1호-20 x 백령20-199로 명명했다. 이 비산1호-20 x 백령20-199 균주는 *Pleurotus* 속하는 신규

균주이며, 한국유전자원센터에 ‘설원버섯’으로 기탁 하였다. 본 발명 균주의 유전학적 제반 특성은 다음과 같다.

가) PDA 한천 배지에 3cm 간격으로 위의 각 균주를 접종하고 23℃에서 7일간 배양한 후, 양균사 경계에 대선이 발생 여부를 판정했다. 결과를 그림 1과 같다.

나) 그림 1과 같이 상기의 각 균주는 비산1호, 백령20, 비산1호 x 백령20-199와 대선을 형성하기 때문에 이 균주는 *Pleurotus* 속하는 신규 균주임이 분명하다.

다) 새 자실체의 재배 방법

신규 자실체의 재배 방법은 재배용기에 혼합배지에 영양원을 혼합하여 수분을 조절하여 배양기를 충전하고, 배양기를 가열 살균 후 청구항1에서 얻은 새 균주의 종균을 접종하고 배양실에서 균사를 배양하여 균굽기를 한 후 생육실에서 발이시킨 다음 후생육을 통하여 자실체를 형성하는 과정을 특징으로 한다.

라) 위의 배양기술은 이전 새송이버섯 재배용 배양기술을 사용할 수 있으며, 재배 관리는 폴리프로필렌 병 (1,100cc)에 총 무게 550~580g 배양기를 충전하고, 배양기의 중앙부에 직경이 약 15mm로 바닥에 도달 접종 구멍을 만들고 고압살균기에서 살균 처리를 한 후 무균실에서 무균적으로 냉각하여 *Pleurotus* 속하는 신규 균주 (비산1호 x 백령20-199)을 접종하고 23℃에서 35일간 배양 관리를 실시했다. 이어 배양 끝난 균사의 표면을 약 15mm의 깊이로 균굽기를 한 후, 독립 상태에서 온도 18~15℃, 탄산가스 농도 800~2,000ppm, 환경습도 95% 이상의 습도 범위에서 발이를 유도하고, 용기를 업라이트 상태로 복구하고, 온도를 16℃, 환경 습도를 80~90%로 변경하여 낮 시간대에만 400lx 정도의 빛을 조사하여 발이 관리와 같은 조도 환경에서 성장 관리를 실시했다.

바) 신규 균주의 자실체의 형태적 특성은 다음과 같다. 즉 자실체는 갓의 크기는 8cm, 원형 또는 부정 형태로 원형 내지 깔때기 모양, 갓 색상은 옅은 황백색 내지 재황색, 표면은 평활에 윤기가 있다. 버섯 모양은 주로 편심형이나 재배방법에 따라 달라질 수 있다. 색상은 흰색, 육질은 백색, 포자는 타원형 내지 방추형, 표면은 평활, 크기는 5~6 × 7~9 μm에서 포자 무늬는 흰색이다.

3) 새 균주의 육종 방법, 새 균주 및 새 자실체의 재배방법

가) 새 균주의 육종

아위느타리·백령느타리 중간교잡주 비산1호-47 x 백령20-75, 비산1호-132 x 백령20-112, 비산1호-179 x 백령20-184, 비산1호-20 x 백령20-199와, 대조 아위느타리 및 바이링구 균주를 비교했다. 대조 아위느타리 비산1호 균주는 본 발명자가 아위느타리간 교배하여 육성된 품종으로서 국립종자원에 품종보호출원된 균주이며, 대조 백령20 균주는 농촌진흥청 버섯과에서 수집 보관중인 균주 중에서 수량이나 형태적으로 우량계통을 선발하여 모균주로 이용하였다.

나) 재배시험

배지재료는 톱밥 : 콘코브 : 소맥피 : 미강 : 옥수수분 : 비트펄프 : 대두피 : = 30 : 38 : 12 : 8 : 4 : 4 : 4(%)의 용적비로 혼합하여 배지 함수율이 약 68%가 되도록 조정하였다. 배지의 충전량은 580g씩 입병한 후 2cm의 봉으로 가운데 위에 밑부분까지 타공하여 121℃에서 60분간 멸균하였다. 종균의 접종량은 1병당 15~20cc 정도를 표준으로 접종하였다. 배양온도는 22℃에서 30~35일간 종균이 밑둥까지 성장하도록 배양하였다. 배양 완료 후 균굽기

작업을 한 다음 발이 생육온도는 18-15℃으로 관리하고, 습도는 90-95%으로 5~8일간 물구나무서기 상태로 관리하였다. 발이가 3cm 정도의 어린버섯의 원기가 형성되면 바로 물구나무서기 상태에서 정립상태로 되돌린 후 생육온도는 16℃에서 5~7일간, 습도는 80-85%, 조도 100~200룩스, 이산화탄소 1,200~1,500ppm에서 후기생육을 관리하여 버섯 갓이 반반구형의 모양이 남아있는 상태에서 수확하였다. 수확한 자실체의 특성을 조사한 후 형태적으로 뛰어나고 수량성이 우수 균주인 비산1호-47 x 백령20-75, 비산1호-132 x 백령20-112, 비산1호-179 x 백령20-184, 비산1호-20 x 백령20-199를 선발하였다. 이의 특성을 하기 표 1에 나타내었다.

<표 1> 우량선발계통 자실체 특성조사

교배조합	수량량 (g/병)	개체수	유효정수	갓(mm)		대(mm)		갓 색깔		
				직경	두께	굵기	길이	L	a	b
비산1호-20 x 백령20-199	104.2±24.29	1.7±0.86	1.6±0.72	85.9±8.97	38.1±5.89	48.9±5.83	46.0±7.40	87.3	-5.4	14.2
비산1호-47 x 백령20-75	131.6±26.51	4.6±1.67	3.8±1.36	43.9±5.57	24.8±4.97	29.5±5.65	71.8±7.99	81	-4.2	14.1
비산1호-132 x 백령20-112	104.8±21.03	2.0±1.00	1.8±0.84	41.2±7.71	29.4±6.68	36.0±4.74	89.9±10.18	81.3	-4.1	15.3
비산1호-179 x 백령20-184	108.2±23.04	1.9±1.02	1.8±0.85	64.0±8.00	33.6±6.64	33.0±6.10	79.9±7.60	80.8	-4.5	13.4
비산1호	130.9±19.23	5.5±1.35	4.0±1.23	47.3±8.04	27.8±7.96	28.5±6.77	69.5±4.10	69.5	-2.3	15.7

대조 백령20은 배양기간이 30~35일 배양하여 저온발생처리 후 2개월 정도 경과해도 전혀 발생이 보이지 않았다. 또한, 배양기간을 60일로 해도 저온처리를 하지 않으면 발생이 거의 보이지 않았다.

대조인 비산1호는 배양기간이 30~35일 배양하여 생육실로 이동하여 10~15일간 생육하면 수확가능하고, 수량은 131g으로 많았다. 버섯의 형상은 이른바 아위느타리형으로, 대의 직경이 28.5mm, 길이가 69.5mm, 개체수 5.5, 갓의 직경이 47.3mm 였다.

바이링구 형태를 띤 비산1호-20 x 백령20-199는 30~35일간 배양한 후 생육실로 이동하여 10~15일 후에는 수확가능했다. 총 재배기간은 50일간으로 새송이 재배기간과 같으며 목표 내에 수확되었다. 수량은 104g 얻어져 대조 비산1호보다 적었다. 또한, 버섯 형상은 갓의 직경과 두께가 대조의 것보다 크고 각각 86mm, 38mm였다. 대의 길이는 46mm로 짧아 전형적인 바이링구 형태를 나타내고 있으며, 육질은 대조 바이링구와 같은 정도의 너무 질기기도 너무 연하지도 않고 치밀하고 식감이 매우 좋았다.



이상 표 1의 결과에 기반하여, 비산1호-20 x 백령20-199는 재배기간이 짧고 발생에 저온처리를 필요로하지 않으며, 또한 발생 버섯은 형질이 좋고 갓이 발달하여 대형이며 대가 별로 발달하지 않은 것으로서 버섯의 식감이 좋은 균주라는 점에서 상품성의 관점에서 볼 때 아위느타리·바이링구 중간교잡에 의한 신교잡주라고 할만하다.

### 제3-2절 시장 맞춤형 큰느타리(새송이)버섯 모본 탐색 및 신품종 개발

#### 1. 국내시장 대체 큰느타리버섯 품종 육성

##### 가. 유전자원수집 및 균학적 특성 조사

전 세계에 산재한 미생물유전자원 보존센터, 연구소에서 보존하고 있거나 시장에서 유통되고 있는 큰느타리버섯 유전자원을 수집하였다. 기존에 있던 것을 제외하고 새로이 50계통을 확보하여 총 247계통을 보유하게 되었다. 일부 계통은 큰느타리버섯이 아니고 느타리버섯이나 아귀버섯으로 추정되었다. 미생물유전자원센터의 거의 모든 계통을 수집하였는데, 추가적으로 유럽현지의 원산지에서 더 다양한 계통을 수집할 필요가 있는 것으로 사료된다(표 1).

표 1. 수집된 큰느타리버섯 유전자원의 명세

수집원	국가	수집처	갯수	비고
MUCL	벨기에	미생물보존센터	10	
CBS	네덜란드	미생물보존센터	3	
ATCC	미국	미생물보존센터	3	
KACC	한국	미생물보존센터	3	농촌진흥청
IUM	한국	미생물보존센터	57	야생버섯균주은행
ASI	한국	연구소	16	농촌진흥청
Market	중국	공용시장	34	
Market	일본	공용시장	19	
Market	한국	공용시장	18	
Market	미국 등	공용시장	11	
기타	-	-	73	
계			247	

수집된 유전자원의 균사생장량을 측정하기 위하여 버섯완전배지(MCM)에서 12일동안 배양 후 균사생장길이를 측정하였다. 일부는 87mm이상으로 페트리디쉬의 끝부분까지 자라서 배양기간을 짧게 하는 추가적인 실험을 수행예정이다. 시장에서 유통중인 계통들은 대부분 품종급으로 분류된것(KNR2544, 애린이3, 큰느타리2호 등)으로 균사생장이 양호하였다. 야생종 계통(KNR2730-2759)은 대체적으로 균사생장이 부진하였으나 일부(KNR2759)는 빠른 양상을 보였다.

표 2. 큰느타리버섯 유전자원의 균사생장(12일, MCM)

계통명	균사길이(mm)	계통명	균사길이(mm)	계통명	균사길이(mm)
KNR2501	8.4±0.3	KNR2538	6.1±0	KNR2569	8.7±0
KNR2502	8.1±0.8	KNR2539	7.1±1.2	KNR2570	8.7±0
KNR2503	8.7±0	KNR2540	7.4±0.8	KNR2571	8.7±0
KNR2504	8±0	KNR2541	8.7±0	KNR2572	8.7±0
KNR2505	8.7±0	KNR2542	8.7±0	KNR2573	8.6±0.1
KNR2506	8.7±0	KNR2543	7.9±0.1	KNR2574	8.7±0
KNR2507	8.7±0	KNR2544	8.7±0	KNR2575	8.7±0
KNR2508	8.4±0.3	KNR2545	8.4±0.3	KNR2576	8.6±0.1
KNR2509	8.3±0.4	KNR2545	8.4±0.3	KNR2577	8±0
KNR2510	8.7±0	KNR2546	8.7±0	KNR2578	7.6±0.2
KNR2511	3.4±0.1	KNR2547	8.7±0	KNR2579	8.7±0
KNR2512	8.7±0	KNR2548	8.2±0	KNR2580	8.7±0
KNR2513	3±0	KNR2549	7.7±0.3	KNR2581	8.3±0.4
KNR2514	7.5±0	KNR2550	4.9±0	KNR2582	8.7±0
KNR2515	3±0	KNR2551	2.9±0	KNR2583	7.9±0.1
KNR2517	8.2±0.3	KNR2552	6±0	KNR2584	7.6±0.2
KNR2518	8.7±0	KNR2553	5±0	KNR2585	8.5±0.2
KNR2519	8.4±0.1	KNR2554	8.1±0.7	KNR2586	7.6±0.2
KNR2521	8±0	KNR2555	8.7±0	KNR2587	8.7±0
KNR2522	7.8±0	KNR2556	8.7±0	KNR2588	8.7±0
KNR2523	6.2±0.3	KNR2557	8.3±0.4	KNR2589	8.7±0
KNR2524	7.5±0	KNR2558	3±0	KNR2590	8.7±0
KNR2525	8.7±0	KNR2559	2.9±0.1	KNR2591	8.7±0
KNR2526	8.7±0	KNR2560	5.1±0.2	KNR2592	8.7±0
KNR2528	8.5±0.2	KNR2561	5.1±0.2	KNR2593	8.7±0
KNR2529	8.2±0	KNR2562	5.5±1.4	KNR2594	8.5±0.2
KNR2530	8.6±0.1	KNR2563	8.7±0	KNR2595	7.2±0
KNR2531	8.5±0.2	KNR2564	8.1±0.1	KNR2596	8.7±0
KNR2532	8.7±0	KNR2565	8.7±0	KNR2597	8.7±0
KNR2533	8.7±0	KNR2566	8±0	KNR2598	8.7±0
KNR2535	6.1±0	KNR2567	7.6±0.2	KNR2599	7.9±1
KNR2536	8.7±0	KNR2568	7.7±0.3	KNR2600	8±0

(계속)

계통명	균사길이(mm)	계통명	균사길이(mm)	계통명	균사길이(mm)
KNR2601	6.1±0.5	KNR2634	8.7±0	KNR2667	8.7±0
KNR2602	7.3±0.2	KNR2635	5.7±0.3	KNR2668	8.7±0
KNR2603	7.2±1.5	KNR2637	7.9±0	KNR2669	8±0
KNR2604	8.1±0.1	KNR2638	8.2±0.6	KNR2670	8.2±0.6
KNR2605	8.7±0	KNR2639	8.5±0.2	KNR2671	8.7±0
KNR2606	7.7±0	KNR2640	8.7±0	KNR2672	8.7±0
KNR2607	7.8±0.2	KNR2641	7.6±0.5	KNR2673	8.7±0
KNR2608	8.3±0.4	KNR2642	7.7±0	KNR2674	8.7±0
KNR2609	8.1±0.1	KNR2643	6.6±0.2	KNR2675	8.7±0
KNR2610	8.3±0.4	KNR2644	7.8±0.4	KNR2676	8.3±0.4
KNR2612	8.7±0	KNR2645	6.2±0.6	KNR2677	8.7±0
KNR2613	6.2±0	KNR2646	8.7±0	KNR2678	8.7±0
KNR2614	8.7±0	KNR2647	8.1±0.1	KNR2679	8.7±0
KNR2615	8.3±0.4	KNR2648	8.5±0.2	KNR2680	8.7±0
KNR2616	8.7±0	KNR2649	8±0	KNR2681	8.1±0.8
KNR2617	8.4±0.3	KNR2650	8.2±0.7	KNR2682	3.5±0.7
KNR2618	8.7±0	KNR2651	8.1±0.1	KNR2683	8.7±0
KNR2619	8.7±0	KNR2652	8.2±0	KNR2684	8.7±0
KNR2620	8.7±0	KNR2653	7.8±0	KNR2685	8.7±0
KNR2621	8±0.9	KNR2654	8.6±0.1	KNR2686	8.7±0
KNR2622	7.7±0	KNR2655	6.9±2.4	KNR2687	8.7±0
KNR2623	8.3±0.4	KNR2656	8.3±0.4	KNR2688	7.4±0.1
KNR2624	7.4±0.9	KNR2657	7.6±0.2	KNR2689	7.1±0.2
KNR2625	7.7±0.3	KNR2658	8.7±0	KNR2690	8.1±0.8
KNR2626	8.7±0	KNR2659	7.9±0.7	KNR2691	8.6±0.1
KNR2627	8.7±0	KNR2660	8.6±0	KNR2692	8.7±0
KNR2628	8.7±0	KNR2661	8.7±0	KNR2693	4.3±0.2
KNR2629	8.2±0.3	KNR2662	8.1±0.1	KNR2694	6.2±0.3
KNR2630	7.9±0.8	KNR2663	7.7±1.4	KNR2695	8.3±0.4
KNR2631	8±0	KNR2664	7.9±0.1	KNR2696	8.7±0
KNR2632	8.7±0	KNR2665	7.9±0.7	KNR2697	8.7±0
KNR2633	7.7±0.7	KNR2666	8.2±0.7	KNR2698	8.7±0

(계속)

계통명	균사길이(mm)	계통명	균사길이(mm)	계통명	균사길이(mm)
KNR2699	8.7±0	KNR2720	8.7±0	KNR2741	3±0
KNR2700	8.7±0	KNR2721	7.2±0.3	KNR2742	1.8±0.2
KNR2701	8.7±0	KNR2722	3.2±0	KNR2743	5.3±0
KNR2702	8.7±0	KNR2723	4.8±0.2	KNR2744	2.5±0.3
KNR2703	8.6±0	KNR2724	8.3±0.4	KNR2745	3±0
KNR2704	5.5±0.7	KNR2725	7.5±0	KNR2746	1.6±0.1
KNR2705	8.7±0	KNR2726	8.7±0	KNR2747	2.2±0
KNR2706	8.7±0	KNR2727	8.7±0	KNR2748	1.8±0.2
KNR2707	7.1±0.1	KNR2728	5.5±0	KNR2749	4.1±0.5
KNR2708	7.5±1.6	KNR2729	3.5±0.4	KNR2750	2.2±0
KNR2709	7.4±1.2	KNR2730	2.8±0.2	KNR2751	1.2±0
KNR2710	8.1±0.1	KNR2731	4.3±0.9	KNR2752	1.8±0.2
KNR2711	8.7±0	KNR2732	2.3±0.1	KNR2753	2.6±0.1
KNR2712	8.7±0	KNR2733	2.5±0	KNR2754	4±0.2
KNR2713	8.7±0	KNR2734	3±0	KNR2755	4.5±0.7
KNR2714	8.7±0	KNR2735	2.8±0.4	KNR2756	2.5±0.3
KNR2715	8.7±0	KNR2736	4.5±0	KNR2757	4.2±0.3
KNR2716	8.7±0	KNR2737	3.1±0.1	KNR2758	4.2±0.3
KNR2717	7.7±0.3	KNR2738	3.2±0.3	KNR2759	7.8±1.2
KNR2718	8.7±0	KNR2739	2.8±0.2		
KNR2719	8.7±0	KNR2740	2.2±0		

#### 나. 유전자원의 자실체 발생 특성 평가

수집된 유전자원을 대상으로 큰느타리버섯 표준배지를 사용하여 배양 및 생육특성을 조사하였다(그림 1). 우수형질을 가진 계통선발을 위하여 유전자원 평가를 행하였다. 선발될 필요가 있는 형질을 무게(수확량), 품질, 맛색, 길이, 갓직경, 대두께, 생육소요일수 등으로 정하고 각 형질별로 우수한 계통을 선발하였다. 유럽의 소비자들은 자연채취 큰느타리버섯형태와 유사한 것을 선호하므로 이를 염두에 두고 갓이 크거나 흰 것도 선발하였다. 원산지를 비롯하여 총 247개 계통을 수집하였는데, 재배사의 여건상 이중 균사생장이 극히 어려운 것을 제외하고 216 계통을 큰느타리버섯 표준재배법을 사용하여 재배를 실시하여 그 결과를 표 3에 나타내었다.



그림 1. 교배계통의 접종, 배양, 생육 과정 및 유전자원 평가.

(1) 큰느타리버섯의 배양 및 생육특성

배양도는 평균 95.6%를 기록하였는데, 최근 농가에서 질소원 등의 부재료첨가량이 많아서 높은 배양률이 요구되고 있어 이를 감안한 계통선발이 이루어 져야한다. 발이도는 발이정도를 측정하는 지표인데, 발이도가 높으면 숙기작업량이 많아져서 좋은 특성은 아니다. 그렇지만, 요즘은 재배법을 개선하여 숙기 산물을 꼬마새송이로 판매하기 때문에 지나치게 낮아도 좋지 않다. 발이도의 평균은 1.53으로 낮은 편이었고, 길이는 98.06으로 전체평균값은 크기 않았다. 대두께는 높을수록 좋지만, 평균은 28.16mm로 얇은 편이었으며 이는 야생종에 의한 영향으로 사료된다. 무게는 평균 64.02g으로 농가에서 생산하는 평균보다 20-30g 낮았는데, 첨가제가 표준화된 재배법에 의한 것으로 판단된다. 품질은 6.09로 예측보다 높았는데, 아마도 시장에서 유통되는 품종이 많이 포함되어 나타난 결과로 생각된다. 갓의 명도는 54.22로 소비자가 선호할 정도의 결과가 나타났다. 갓색은 국내소비자와 유럽소비자의 선호도가 확연한 차이를 보여서 육종목표 설정시 유의해야할 부분이다. 수확량은 KNR2621이 71.5g, KNR2693이 71.0g으로 우수하였고, 갓색으로는 KNR2582가 68.8, KNR2501이 65.4, KNR2511이 85.2로 높았다. KNR2511은 다른 계통과 교배가 되지 않으므로 모본으로서의 활용은 제한되었다.

표 3. 큰느타리버섯수집계통 생육특성

계통	배양도 (%)	발이도 (1-4)	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질 (1-9)	색도		
								L	a	b
KNR2501	100.0	1.0	89.0	21.5	46.5	33.0	2.8	65.4	6.3	19.5
KNR2502	100.0	2.5	57.0	26.5	56.0	26.5	2.0	64.3	5.6	15.9
KNR2503	100.0	1.5	108.0	33.5	49.5	75.5	7.0	60.0	4.9	15.0
KNR2504	100.0	2.3	84.5	20.5	55.5	34.0	3.3	57.8	7.1	18.2
KNR2505	98.0	1.0	97.0	21.5	51.5	43.0	4.0	63.9	5.9	17.5
KNR2506	92.5	0.5	70.0	30.0	53.0	44.0	3.9	51.9	6.8	17.0
KNR2509	100.0	2.3	102.0	21.0	43.0	38.5	3.8	45.2	6.3	12.8

KNR2510	98.0	0.8	85.5	16.0	33.0	15.0	1.0	56.0	5.5	16.2
KNR2511	98.0	0.8	102.5	24.0	28.5	31.5	2.8	85.2	4.1	21.8
KNR2512	100.0	1.0	114.0	16.5	34.5	30.0	2.0	45.9	5.2	12.1
KNR2513	100.0	0.5	77.5	33.0	53.5	55.5	3.0			
KNR2514	100.0	1.5	103.0	24.0	54.0	61.5	5.9	41.3	7.1	15.3
KNR2515	100.0	0.5	62.0	35.0	59.0	47.0	3.0			
KNR2519	98.0	0.8	73.0	22.0	53.0	34.0	3.0	58.4	6.1	16.8
KNR2521	94.0	1.0	90.0	16.5	45.5	33.0	2.5	55.9	5.1	14.9
KNR2522	100.0	1.5	89.0	19.0	48.0	37.5	3.5	56.1	6.2	15.7
KNR2523	100.0	1.5	96.5	23.5	59.5	57.0	5.5	50.8	6.3	14.3
KNR2524	98.0	0.8	67.0	20.5	42.0	30.0	2.8	55.8	4.8	13.2
KNR2525	98.0	1.3	70.5	21.0	43.0	28.5	2.3	52.5	5.6	15.7
KNR2526	100.0	1.0	99.5	25.5	64.0	63.5	5.8	57.8	6.1	15.9
KNR2528	100.0	3.0	92.0	22.5	55.5	41.5	4.0	62.5	7.3	21.0
KNR2529	98.0	3.0	90.0	24.5	50.0	40.0	4.3	61.6	6.4	17.4
KNR2530	98.0	3.0	95.0	20.5	53.5	43.5	4.0	61.9	7.1	19.9
KNR2531	100.0	1.3	91.0	22.0	54.5	43.0	4.0	60.2	6.5	16.7
KNR2532	91.0	1.0	87.5	21.5	51.5	41.0	3.5	52.3	6.1	14.9
KNR2533	95.0	1.8	94.0	28.5	49.5	51.5	4.8	58.1	5.4	15.9
KNR2534	100.0	1.8	89.5	20.5	46.0	34.5	3.5	63.7	7.0	19.4
KNR2536	95.0	1.0	96.5	30.5	38.5	65.0	6.0	51.8	8.9	21.1
KNR2539	100.0	1.5	99.5	33.0	54.0	75.5	7.5	54.8	5.2	14.0
KNR2540	98.0	1.5	106.0	29.0	53.0	69.0	6.5	56.2	5.2	14.1
KNR2542	100.0	2.0	89.0	28.5	45.5	56.0	5.4	55.3	6.2	15.5
KNR2543	90.0	1.8	94.0	30.5	47.0	63.0	6.3	50.7	9.8	22.7
KNR2544	98.0	2.3	102.0	24.5	51.5	47.5	4.8	65.4	7.0	20.5
KNR2545	100.0	2.3	93.0	22.0	43.5	36.0	3.8	58.9	7.0	18.9
KNR2546	100.0	2.8	96.5	23.0	55.0	49.0	4.5	62.5	7.4	21.7
KNR2547	100.0	0.8	102.0	19.0	32.5	30.0	2.5	58.7	4.6	13.1
KNR2548	96.5	2.5	79.0	17.0	45.0	23.5	2.3	53.2	8.3	20.5
KNR2549	100.0	1.3	79.5	15.0	45.5	23.0	2.0	57.2	6.0	15.2
KNR2550	100.0	1.3	108.5	15.0	62.0	41.5	3.5	57.3	5.9	18.0
KNR2552	52.5	1.3	47.0	22.0	57.0	28.0	2.0	50.0	8.3	20.5
KNR2554	100.0	1.5	96.0	30.5	59.0	75.0	7.3	45.7	8.1	17.9
KNR2555	90.0	1.0	100.0	39.0	62.0	90.0	8.0	56.4	6.1	17.0
KNR2556	92.5	1.8	95.0	25.0	43.0	63.5	6.0	42.2	8.0	17.1
KNR2557	95.0	1.0	93.0	26.0	48.0	50.0	5.0	58.2	5.0	13.8
KNR2563	100.0	0.8	98.0	21.0	57.5	53.5	5.0	55.0	6.2	16.1
KNR2564	94.0	0.5	97.5	31.0	62.0	72.5	7.3	52.3	7.0	17.5
KNR2566	98.0	1.3	108.5	28.5	63.5	79.5	8.0	52.7	9.4	23.7
KNR2567	90.0	1.3	111.5	30.0	53.5	77.0	7.5	54.1	7.6	18.7

KNR2568	98.0	1.8	110.0	28.0	50.5	68.5	7.3	55.8	7.7	19.6
KNR2569	100.0	2.3	95.0	22.0	61.5	55.0	5.0	62.3	6.4	16.6
KNR2570	100.0	2.0	106.0	21.5	49.5	47.5	4.8	43.9	7.7	15.0
KNR2571	98.0	0.5	101.5	27.0	59.0	64.0	6.5	49.7	6.2	14.3
KNR2572	100.0	3.0	109.5	22.0	58.5	57.0	5.8	48.2	7.2	15.9
KNR2573	100.0	1.0	100.5	32.5	46.0	72.0	7.3	47.1	7.2	17.4
KNR2574	98.0	1.5	108.0	28.0	46.0	63.0	6.5	58.1	8.0	20.3
KNR2575	95.0	2.0	79.0	24.0	55.0	49.0	4.7	63.9	5.7	18.2
KNR2576	100.0	2.0	99.5	31.5	47.5	62.5	6.5	57.2	5.7	15.8
KNR2577	77.5	1.8	114.0	32.0	56.0	76.5	6.9	58.7	6.4	18.6
KNR2578	95.0	0.8	77.0	30.0	53.0	54.5	4.4	52.9	9.0	23.0
KNR2579	100.0	1.3	100.0	31.0	57.5	74.0	7.4	57.6	7.1	19.3
KNR2580	100.0	2.0	106.5	33.5	60.0	88.5	8.3	51.9	6.7	16.5
KNR2581	100.0	1.0	77.0	24.0	58.0	45.5	4.3	53.4	5.5	13.0
KNR2582	90.0	3.5	80.0	17.5	51.5	32.0	3.0	68.8	6.0	18.6
KNR2583	90.0	1.5	93.5	27.0	60.0	64.0	6.5	53.5	4.4	11.8
KNR2584	90.0	1.8	112.5	31.0	54.5	80.5	8.3	55.0	4.9	12.6
KNR2585	90.0	1.8	82.0	19.0	54.0	34.5	2.8	44.9	8.8	17.9
KNR2586	95.0	1.8	106.0	33.0	42.0	74.0	7.3	54.1	7.7	19.0
KNR2587	100.0	2.3	101.0	29.0	48.5	64.0	6.7	53.3	7.0	17.0
KNR2588	90.0	1.3	93.5	29.0	55.0	68.0	7.0	54.7	5.4	14.7
KNR2589	23.0	1.5	104.0	31.5	49.0	76.0	7.5	56.5	9.0	22.0
KNR2590	45.0	0.8	83.5	28.5	62.5	58.0	5.0	55.9	7.0	17.2
KNR2591	98.0	2.8	71.0	32.0	45.0	39.0	3.5	52.7	6.1	15.1
KNR2592	100.0	1.8	109.0	31.0	49.0	77.0	8.0	58.6	5.6	14.8
KNR2593	95.0	2.0	118.0	33.0	46.0	83.0	8.3	59.5	7.0	18.6
KNR2594	98.0	2.0	90.0	28.5	49.5	59.0	5.5	46.4	7.7	17.4
KNR2595	95.0	1.3	98.0	32.0	56.5	76.0	7.3	50.9	6.2	14.9
KNR2596	95.0	0.5	90.0	32.0	41.5	60.5	6.0	47.3	6.2	14.5
KNR2597	100.0	1.3	89.5	26.0	49.0	53.5	4.8	51.7	5.6	13.2
KNR2598	98.0	0.8	113.5	29.5	48.0	73.0	7.3	51.1	6.1	14.4
KNR2599	98.0	1.0	100.5	29.0	65.0	70.5	6.5	53.1	7.3	17.6
KNR2600	91.5	2.0	97.5	27.0	49.5	61.5	6.2	47.2	9.4	21.4
KNR2601	98.0	1.3	105.0	34.0	56.5	83.5	8.0	50.9	8.1	19.5
KNR2602	100.0	1.5	103.0	30.5	53.5	75.5	6.9	48.2	8.7	19.9
KNR2603	100.0	1.5	96.0	28.5	51.5	70.5	6.7	54.2	7.8	19.5
KNR2604	95.0	1.5	97.5	28.0	58.0	68.0	6.3	53.2	5.2	12.9
KNR2605	100.0	1.8	103.0	26.0	52.0	63.0	6.0	52.7	5.7	13.8
KNR2606	100.0	2.0	111.5	32.0	58.5	85.0	8.3	53.2	5.1	13.1
KNR2607	94.0	2.8	104.5	31.0	52.5	69.5	6.8	43.8	8.2	17.2
KNR2608	98.0	2.3	86.0	28.5	49.5	56.5	5.5	47.3	9.8	21.3

KNR2609	100.0	2.0	109.0	30.5	62.5	80.0	7.5	51.0	5.0	12.2
KNR2610	100.0	1.8	116.5	22.5	56.5	74.0	7.8	51.6	7.2	16.4
KNR2612	100.0	1.5	110.5	30.0	65.5	84.5	7.9	53.8	6.7	16.4
KNR2613	98.0	1.8	121.5	31.5	51.0	86.0	8.3	52.1	7.8	18.7
KNR2614	98.0	1.8	113.0	30.0	49.0	71.5	7.3	60.0	5.7	15.2
KNR2615	98.0	1.8	109.5	30.0	58.0	81.5	7.8	58.5	6.4	17.8
KNR2616	94.0	1.5	106.5	32.5	52.0	73.5	7.7	52.5	5.8	14.1
KNR2617	98.0	1.0	105.5	32.0	47.0	70.5	7.0	54.4	7.7	18.3
KNR2618	22.5	1.0	116.5	29.5	56.5	85.0	8.4	59.0	6.5	17.4
KNR2619	100.0	1.5	93.0	30.5	50.0	64.5	6.5	54.1	4.9	12.8
KNR2620	98.0	1.5	101.0	30.5	60.0	76.0	7.3	52.7	4.9	12.0
KNR2621	100.0	1.0	102.0	31.5	71.5	89.5	7.9	60.1	6.5	16.3
KNR2622	95.0	2.5	85.5	25.0	49.0	46.0	4.8	53.7	4.2	11.3
KNR2623	100.0	2.0	95.5	27.0	50.0	57.0	5.5	54.5	5.2	13.4
KNR2624	100.0	1.0	90.0	27.0	54.0	51.5	5.3	54.5	4.9	12.7
KNR2625	100.0	2.0	80.5	24.5	51.0	47.0	4.4	53.7	6.6	17.3
KNR2626	95.0	2.3	96.5	21.5	45.5	42.5	3.8	44.7	4.7	9.4
KNR2627	95.0	1.3	93.0	28.5	62.0	67.0	5.9	43.4	9.4	19.9
KNR2628	98.0	.8	80.5	31.0	62.5	58.5	5.0	51.5	6.8	15.8
KNR2629	100.0	1.8	90.0	30.0	62.0	66.0	6.0	47.3	8.0	17.8
KNR2630	95.0	1.3	75.5	22.5	53.0	46.5	3.5	57.0	6.1	15.3
KNR2631	98.0	1.0	86.0	28.5	45.5	45.0	4.3	59.8	5.4	15.0
KNR2632	90.0	1.0	105.5	29.5	53.0	68.0	6.5	47.6	3.8	8.7
KNR2633	100.0	1.5	95.0	27.0	51.5	60.0	5.9	53.3	6.4	15.8
KNR2634	95.0	0.5	101.5	29.0	60.0	73.5	6.8	44.9	7.1	15.1
KNR2635	100.0	0.5	93.5	24.0	66.0	67.0	6.0	50.2	4.5	10.6
KNR2636	100.0	0.8	96.5	27.0	57.0	63.5	5.9	54.3	5.8	14.8
KNR2637	100.0	2.0	116.5	32.5	53.0	86.5	8.5	54.3	7.5	19.2
KNR2638	100.0	2.3	108.5	30.5	45.0	74.0	7.3	52.1	8.6	21.1
KNR2639	100.0	1.5	102.0	29.0	56.5	74.0	7.3	51.3	10.1	23.1
KNR2640	90.0	1.8	113.5	30.0	57.0	82.5	8.2	54.4	7.8	19.7
KNR2641	100.0	1.5	101.0	29.5	53.5	69.0	7.0	56.9	8.2	20.6
KNR2642	92.5	4.0	98.5	25.0	46.5	43.0	4.3	59.0	7.7	21.5
KNR2643	100.0	0.8	105.0	29.5	62.0	76.5	7.8	50.5	7.1	16.6
KNR2644	95.0	1.0	111.0	31.5	55.5	82.0	7.5	53.1	8.9	21.5
KNR2645	98.0	2.3	91.5	28.5	54.5	62.5	5.8	49.7	5.9	13.5
KNR2646	90.0	1.3	98.0	33.5	54.0	78.5	7.2	57.8	6.6	17.9
KNR2647	100.0	1.0	101.5	32.0	44.5	67.0	6.5	53.1	7.5	19.6
KNR2648	100.0	1.5	113.5	28.5	54.5	73.5	7.3	46.9	10.0	21.2
KNR2649	91.5	0.8	114.0	35.0	56.0	89.5	8.3	49.7	5.6	13.1
KNR2650	100.0	1.8	96.5	25.5	51.5	60.5	6.3	50.4	5.3	13.0

KNR2651	96.5	0.8	96.0	30.5	50.5	70.5	6.7	52.0	4.4	11.3
KNR2652	98.0	1.3	98.0	31.0	57.5	72.5	6.8	52.0	5.0	12.4
KNR2653	96.5	1.3	109.5	32.5	53.0	81.5	8.0	57.8	6.0	15.6
KNR2654	89.0	2.0	95.0	30.0	70.5	73.5	6.5	48.5	7.1	16.3
KNR2655	100.0	3.0	93.5	27.0	46.5	51.5	4.8	53.1	7.5	19.5
KNR2656	85.0	1.5	101.0	29.5	55.5	73.0	7.2	54.4	7.1	18.6
KNR2657	100.0	1.5	104.5	29.5	56.0	76.5	7.3	59.9	7.2	19.1
KNR2658	90.0	1.8	99.0	30.5	69.5	82.5	7.3	53.9	5.2	13.6
KNR2659	90.0	2.0	94.0	31.0	61.5	63.5	5.8	55.8	4.5	12.5
KNR2660	100.0	2.0	100.0	32.0	51.0	77.5	7.3	51.1	4.4	11.7
KNR2661	90.0	0.5	101.5	34.5	55.5	84.5	7.0	50.6	8.4	20.8
KNR2662	98.0	2.0	102.5	28.5	67.0	75.5	7.0	46.7	7.1	15.4
KNR2663	90.0	1.0	103.0	27.5	66.0	73.5	7.0	50.2	7.8	17.7
KNR2664	100.0	1.0	116.0	30.5	54.5	83.0	8.0	57.1	6.2	16.5
KNR2665	100.0	1.0	102.0	30.5	54.5	73.5	7.3	49.2	5.2	12.5
KNR2666	100.0	1.5	99.5	29.5	53.0	69.5	7.0	51.2	4.3	11.3
KNR2667	96.5	2.5	106.0	27.0	55.5	64.5	6.3	51.9	6.6	15.7
KNR2668	100.0	1.5	110.0	32.5	53.5	82.5	7.8	55.8	5.2	13.7
KNR2669	100.0	1.5	92.5	26.5	55.5	54.5	5.0	55.6	7.0	17.7
KNR2670	100.0	1.3	97.5	30.0	53.0	70.0	6.9	56.2	7.5	19.4
KNR2671	98.0	1.8	106.5	32.5	49.0	74.5	7.2	49.6	4.9	12.0
KNR2672	90.0	1.5	96.5	29.5	55.0	69.5	7.4	50.5	5.4	12.5
KNR2673	80.0	1.0	87.5	29.0	52.0	63.5	5.8	54.6	4.6	12.5
KNR2674	87.5	1.5	91.0	30.5	60.0	63.5	6.0	53.2	9.3	22.3
KNR2675	98.0	1.5	120.5	37.5	48.5	88.0	8.4	55.7	7.3	20.0
KNR2676	100.0	1.5	102.5	25.5	55.0	54.0	4.9			
KNR2677	98.0	2.3	96.0	30.5	59.5	70.5	5.5	47.3	10.5	22.6
KNR2678	100.0	1.0	118.0	31.5	50.0	83.5	8.5	51.7	7.0	17.8
KNR2679	95.0	2.0	105.5	32.0	58.0	76.5	7.8	52.9	5.4	12.7
KNR2680	100.0	1.0	119.5	32.0	45.0	83.0	7.9	60.0	6.3	17.3
KNR2681	100.0	2.3	119.0	29.5	53.5	80.5	8.0	53.4	10.8	26.2
KNR2682	100.0	2.0	99.0	21.0	60.0	60.0	5.5	55.8	4.8	13.4
KNR2683	98.0	1.3	104.0	30.5	51.0	72.5	7.0	55.6	6.1	15.6
KNR2684	77.5	0.8	98.0	29.5	48.5	70.0	6.9	55.0	5.2	13.4
KNR2685	100.0	1.5	109.5	29.5	67.0	82.0	8.0	51.5	7.3	17.1
KNR2686	98.0	0.8	102.0	29.0	61.0	76.0	7.5	49.7	5.1	12.2
KNR2687	100.0	1.0	87.0	26.5	49.5	57.0	5.8	49.4	6.5	15.1
KNR2688	95.0	2.5	75.5	24.0	52.5	44.0	4.3	48.2	5.0	11.5
KNR2689	98.0	1.0	107.0	28.5	57.5	79.0	7.5	52.7	5.2	13.0
KNR2690	95.0	2.0	111.0	30.0	47.5	72.0	6.8	50.0	5.3	12.6
KNR2691	98.0	2.5	101.0	35.0	47.0	72.5	7.0	55.1	5.2	13.8

KNR2692	90.0	2.0	94.0	31.0	53.5	64.5	6.3	46.1	6.3	14.9
KNR2693	100.0	1.0	89.5	30.5	71.0	94.5	6.0	51.9	4.3	11.5
KNR2694	100.0	1.5	148.5	22.5	59.5	79.0	6.8	62.0	4.7	14.2
KNR2695	95.0	1.0	119.5	30.0	51.5	81.0	8.0	60.2	6.2	16.2
KNR2696	95.0	1.5	101.0	36.5	45.0	80.5	7.9	50.7	5.5	13.4
KNR2697	91.5	2.0	107.0	28.0	61.0	77.5	7.5	50.3	7.2	16.4
KNR2698	98.0	1.0	102.5	29.0	61.0	72.5	7.5	52.9	8.0	19.8
KNR2699	100.0	1.5	119.0	31.5	59.5	90.5	8.7	55.8	5.7	14.7
KNR2700	95.0	0.8	107.5	32.0	56.0	80.0	7.4	48.8	7.6	17.3
KNR2701	100.0	0.5	103.5	33.0	47.5	74.0	7.5	55.7	6.0	15.2
KNR2702	98.0	0.5	104.5	35.5	49.5	80.5	7.8	53.2	5.4	13.9
KNR2703	98.0	1.5	100.0	29.5	58.5	68.0	6.8	48.8	6.4	14.2
KNR2704	100.0	0.5	119.0	29.0	49.5	70.0	6.0	65.7	3.9	14.7
KNR2705	95.0	1.0	96.0	34.5	54.5	70.5	6.5	56.7	9.0	22.6
KNR2706	98.0	1.5	114.0	34.0	66.0	95.0	8.5	49.2	5.4	12.3
KNR2707	100.0	2.5	104.0	29.0	62.5	75.5	7.7	49.4	5.3	12.5
KNR2708	98.0	1.5	105.0	30.0	52.0	71.0	7.0	51.8	5.3	13.2
KNR2709	95.0	2.0	93.0	28.0	52.5	64.0	6.0	48.1	5.7	12.6
KNR2710	95.0	1.8	85.0	33.0	57.5	70.5	6.5	57.0	6.2	17.2
KNR2711	100.0	1.5	79.0	33.0	52.0	55.0	5.3	54.1	7.2	17.8
KNR2712	92.5	2.0	99.5	33.0	50.0	77.5	7.3	60.8	7.2	19.2
KNR2713	100.0	1.8	114.0	33.0	49.0	86.0	8.3	61.2	5.7	16.3
KNR2714	100.0	1.3	104.0	27.5	53.5	72.0	7.2	55.8	5.3	13.5
KNR2715	100.0	1.5	93.5	30.0	57.0	66.0	6.5	47.5	7.9	16.9
KNR2716	100.0	1.8	115.5	30.5	53.0	75.5	7.8	53.9	9.0	20.8
KNR2717	100.0	1.5	118.5	32.5	55.0	86.0	8.5	50.4	5.3	13.3
KNR2718	90.0	1.3	97.5	30.5	55.5	74.0	6.9	44.3	8.1	18.0
KNR2719	90.0	1.0	89.5	29.0	44.0	55.5	5.3	53.9	6.3	16.2
KNR2720	100.0	1.5	96.0	29.0	53.0	66.0	6.7	49.8	5.6	13.8
KNR2721	94.0	1.0	100.0	28.5	42.0	63.0	6.0	52.5	6.2	16.0
KNR2724	100.0	2.0	104.0	32.0	59.0	80.0	7.8	51.8	5.6	14.7
KNR2725	100.0	2.0	107.0	30.5	49.0	72.0	7.3	61.3	6.4	17.6
KNR2726	50.0	3.5	71.5	34.5	57.5	53.0	4.5	69.4	3.3	10.8
KNR2727	100.0	1.3	112.0	32.0	48.5	77.5	7.8	52.8	5.4	13.6
KNR2728	100.0	1.0	133.0	22.5	52.5	69.5	6.3	65.9	4.1	13.9
KNR2729	95.0	2.0	97.5	21.0	48.0	42.0	3.8	49.4	7.8	18.5
KNR2732	100.0	0.5	77.0	22.0	41.0	30.0	2.5	82.8	2.7	15.1
KNR2736	98.0	1.0	113.0	31.5	48.0	76.0	8.0	54.8	6.3	16.6
KNR2752	100.0	1.0	80.0	24.0	38.5	27.5	2.3	79.3	3.5	16.3
KNR2758	95.0	1.3	117.0	31.0	57.0	90.5	8.5	53.0	9.2	21.9
KNR2759	98.0	1.8	74.5	16.5	45.5	24.5	2.0	55.7	7.3	18.5
	95.60	1.53	98.66	28.16	53.14	64.02	6.09	54.22	6.47	16.35

대표적인 우수계통으로는 KNR2512, 2533, 2570, 2603이 있는데(그림 2), KNR2512는 키가 작지만 대가 두껍고 갓이 안으로 말린 특성이 우수하였다. KNR2603은 갓색은 희지만 대가 길고 두꺼워 아시아소비자 선호형이었다.



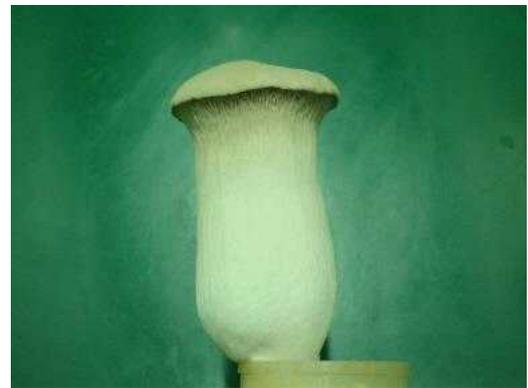
KNR 2512



KNR2533



KNR2570



KNR2603

그림 2. 대표 수집계통의 자실체 특성

(2) 형질별 우수계통 단포자 채취 및 자식

각 형질별로 우수계통을 선정하여 단포자를 채취하였다. 1차로 확보한 단포자는 137개로 야생계통 65개, 품종 42개, 육종모본 30개 였다. 야생자원에서는 품종계통에서 발견하기 어려운 갓이 큰 형질을 가진 계통에서 중점적으로 포자를 받았고, 일부 갓의 색이 진한 것도 확보하였다(표 4). 2차에서는 선발된 20계통에서 단포자를 채취하였다. 대체로 육종에 충분한 양이 확보되었으나, 일부 계통은 단포자가 없거나 양이 적었다(표 5). 이러한 계통은 아마도 저포자이거나 무포자를 목표로 육종된 품종으로 사료된다. 단핵균사의 자식은 다음 특성을 가진 계통을 활용하였다. KNR2697(진한갓색, L 50.3) :  $20 \times 20 = 400/4 = 100$ 조합, KNR2699(고품질, 8.7) :  $20 \times 20 = 400/4 = 100$ 조합, KNR2555(대두께, 39 mm) :  $20 \times 20 = 400/4 = 100$ 조합, KNR2713(연한갓색, L 61.2) :  $20 \times 20 = 400/4 = 100$ 조합 등을 비롯하여 KNR2697를 제외하고 18계통들의 단핵균사는 각각 50개 이상씩 채취되었으며 이중 무작위로 20개를 선발하여 자식(selfing)하여 클램프 관찰 후 현재 1,900조합 이상 생육특성을 조사하였다.

표 4. 큰느타리버섯 유전자원의 단포자 채취현황(1차, 각 계통당 2ml×2)

구분	생육온도(℃)	수량	해당계통	특징
야생계통	15	65	2532, 2533, 2524 등	갯이크고, 대가 얇음
품종	15	42	큰느타리2호, 애린이3 등	품질, 수량 우수
육종모본	15	30	가5나5, A8B10 등	갯색, 대형갯
계		137		



그림 3. 단포자 채취, 보관, 단핵균사 풀 구축 및 교배 과정

표 5. 각 형질별 우수계통의 선발 및 단포자 수집계통(주요계통)

계통	배양도 (%)	발이도 (1-4)	길이 (mm)	대두께 (mm)	갯직경 (mm)	무게 (g)	품질 (1-9)	갯명도 (L)	포자농도 및 단핵균사 수*
KNR2539	100.0	1.5	99.5	33.0	54.0	75.5	7.5	54.8	1-50
KNR2555	90.0	1.0	100.0	39.0	62.0	90.0	8.0	56.4	1-50
KNR2566	98.0	1.3	108.5	28.5	63.5	79.5	8.0	52.7	1-50
KNR2593	95.0	2.0	118.0	33.0	46.0	83.0	8.3	59.5	2-50
KNR2612	100.0	1.5	110.5	30.0	65.5	84.5	7.9	53.8	2-50
KNR2621	100.0	1.0	102.0	31.5	71.5	89.5	7.9	60.1	3-50
KNR2637	100.0	2.0	116.5	32.5	53.0	86.5	8.5	54.3	3-50
KNR2649	91.5	0.8	114.0	35.0	56.0	89.5	8.3	49.7	2-50
KNR2678	100.0	1.0	118.0	31.5	50.0	83.5	8.5	51.7	2-50
KNR2680	100.0	1.0	119.5	32.0	45.0	83.0	7.9	60.0	2-50
KNR2685	100.0	1.5	109.5	29.5	67.0	82.0	8.0	51.5	1-50
KNR2686	98.0	0.8	102.0	29.0	61.0	76.0	7.5	49.7	1-50
KNR2695	95.0	1.0	119.5	30.0	51.5	81.0	8.0	60.2	1-50
KNR2696	95.0	1.5	101.0	36.5	45.0	80.5	7.9	50.7	2-32
KNR2697	91.5	2.0	107.0	28.0	61.0	77.5	7.5	50.3	0-0
KNR2699	100.0	1.5	119.0	31.5	59.5	90.5	8.7	55.8	2-53
KNR2706	98.0	1.5	114.0	34.0	66.0	95.0	8.5	49.2	3-50
KNR2707	100.0	2.5	104.0	29.0	62.5	75.5	7.7	49.4	3-50
KNR2713	100.0	1.8	114.0	33.0	49.0	86.0	8.3	61.2	2-45
KNR2717	100.0	1.5	118.5	32.5	55.0	86.0	8.5	50.4	1-62

\* 단포자 농도 : 1(진) - 3(연)

(3) 우수모본과 다수확계통간의 교배

(가) 교배조합

국내에 유통 중인 외국계통은 전체 큰느타리버섯 종균의 70-80%를 차지하는 것으로 조사되어 이를 국내고유 품종으로 대체하는 것이 시급하다. 이를 위하여 기존에 육성한 품종과 육종모본을 이용하여 국내대체 품종을 육성하고자 하였다. 먼저 수확이 빠른 계통과 다수확계통을 교배하였다(KNR2525-8×29)-1×애린이-4)×KNR2322, (KNR25102-24×새송이1호-46) × KNR2539). 이외에도 다른 교배조합을 실시하고 생육조사를 하였으나 의미있는 결과가 없어 생략하였다.

(나) 생육특성

표준재배법에 의하여 생육특성을 조사하여 그 중 우수한 성적을 보이는 결과를 표3과 4에 표시하였다. ((KNR2525-8×29)-1 × 애린이-4) × KNR2322교배집단이 (KNR25102-24 × 새송이1호-46) × KNR2539)보다 외형적으로 길이가 짧고 대두께가 두꺼운 편이었다 (표 6, 7, 그림 4, 5). 앞서의 교배집단 중 품질이 가장 우수한 계통은 14 × 15가 8.8로 가장 우수하였다. 이 계통은 무게도 126.5g으로 대조품종 보다 우수하였다. 수확량 기준으로는 15 × 14계통이 129g으로 가장 우수하였다.

후자의 교배집단 중 품질이 9.0인 계통은 17 × 12로 무게도 101.0g으로 대조품종보다 우수하였다. 무게 기준으로는 6× 18이 123.0g으로 가장 우수하였으나, 자실체의 형태에 있어서 완성도가 떨어졌다. 선발단계에서 우수한 것으로 평가된 계통을 대상으로 생산규모를 늘려서 재시험을 하였다.

표 6. ((KNR2525-8×29)-1×애린이-4)×KNR2322 교배조합의 생육특성

조합명	생소일	발이도*	길이(mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게(g)	품질**	갓명도
14 15	18.0	2.5	120.5	41.5	65.5	126.5	8.8	66.0
15 14	20.0	2.5	120.0	46.0	73.0	129.0	8.5	63.0
3 10	18.0	3.0	120.0	44.0	57.0	123.0	8.5	64.0
2 14	18.0	3.3	133.0	45.5	59.0	118.0	8.5	68.1
8 3	18.0	3.5	116.0	43.0	64.0	118.0	8.5	
7 10	18.0	2.0	114.0	38.0	62.0	97.0	8.5	60.9
8 15	17.7	3.2	113.0	48.3	61.3	122.3	8.4	60.4
8 11	18.0	3.0	108.0	48.0	61.0	125.0	8.3	56.8
7 15	17.5	2.8	112.0	41.0	65.5	112.0	8.3	66.8
3 13	18.0	3.8	97.5	45.5	62.5	110.5	8.1	63.9
17 2	20.0	2.5	106.0	55.0	75.0	139.0	8.0	
8 9	21.0	2.0	125.0	41.0	75.0	131.0	8.0	66.2
2 6	18.0	3.0	117.0	44.0	59.0	115.5	8.0	60.8
4 1	17.0	1.0	113.0	38.0	68.0	112.0	8.0	61.8
15 10	18.0	2.0	132.0	40.0	43.0	111.0	8.0	60.1
6 10	17.0	2.8	112.0	38.5	54.5	107.5	8.0	61.4
	18.26	2.68	116.19	43.58	62.83	118.58	8.28	62.87

※ \*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)



그림 4. (1-1×4)×KNR2322 교배조합의 품질우수 자실체 모습.

표 7. (KNR25102-24×새송이1호-46) × KNR2539 교배조합에서 유래한 계통 생육특성.

조합명	생소일	발이도*	길이(mm)	대두께(mm)	갓직경(mm)	무게(g)	품질**	갓명도
17 12	17.0	2.0	110.0	36.0	59.0	101.0	9.0	62.1
17 3	18.0	2.5	115.0	33.5	49.5	106.0	8.6	62.3
1 17	21.7	0.5	112.0	36.4	53.7	88.4	8.5	62.7
6 8	18.0	2.0	126.0	31.0	50.0	93.0	8.5	59.9
6 12	17.0	1.0	107.0	34.0	64.0	89.0	8.5	57.6
9 5	17.0	1.0	115.5	31.5	54.0	92.0	8.5	60.9
11 1	20.0	2.0	117.0	34.5	60.0	90.0	8.5	61.7

17	6	17.0	3.0	117.0	32.0	59.0	88.0	8.5	63.4
17	15	17.0	3.0	108.0	37.0	52.0	89.0	8.5	57.9
6	6	17.5	1.5	120.5	32.5	55.5	87.0	8.3	63.8
1	20	18.4	0.5	110.7	39.7	46.0	92.7	8.2	61.6
6	3	17.5	2.0	113.5	36.0	46.5	98.5	8.2	61.8
6	20	18.0	1.4	118.4	33.4	56.4	91.4	8.2	62.5
20	2	20.4	1.7	116.4	34.0	55.7	87.4	8.2	52.6
6	11	16.7	2.5	106.0	37.0	54.7	91.4	8.1	62.7
1	15	21.0	0.5	103.0	36.0	55.0	79.7	8.0	57.7
3	3	16.0	1.0	110.0	30.0	54.0	87.0	8.0	55.9
3	18	17.0	3.0	99.0	45.0	55.0	89.0	8.0	64.3
3	20	17.0	2.0	115.0	32.0	68.0	90.0	8.0	59.9
4	3	17.0	2.0	98.0	38.0	54.0	87.0	8.0	66.3
4	13	17.0	2.0	109.0	38.0	59.0	96.0	8.0	58.8
6	18	18.0	0.5	111.0	43.0	55.0	123.0	8.0	64.5
8	15	18.0	1.5	102.7	36.4	56.7	84.4	8.0	58.3
8	16	21.0	1.0	105.0	38.0	63.0	94.0	8.0	65.3
9	4	17.0	2.0	110.0	32.0	55.0	83.0	8.0	67.9
9	11	16.0	1.0	102.0	32.0	59.0	89.0	8.0	59.8
9	15	16.0	1.0	107.0	33.0	56.0	85.0	8.0	67.5
9	18	17.0	1.0	98.0	38.0	57.0	90.0	8.0	65.4
11	2	17.5	2.0	100.5	40.5	57.5	91.0	8.0	51.3
12	1	21.0	1.0	120.0	30.0	68.0	90.0	8.0	67.3
17	1	21.0	1.3	110.5	32.0	62.0	88.5	8.0	66.5
17	2	16.7	1.2	96.4	36.7	61.0	87.7	8.0	45.7
17	16	21.0	2.0	115.0	35.0	58.0	101.0	8.0	63.4
17	20	21.0	1.0	121.0	35.0	64.0	100.0	8.0	55.8
18	1	21.0	1.0	105.0	45.0	56.0	103.0	8.0	73.8
19	5	19.0	0.5	109.0	36.0	58.0	90.0	8.0	50.5
		18.26	1.53	110.00	35.56	56.87	92.03	8.18	61.09

※ \*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)



17×12



17×3



1×17

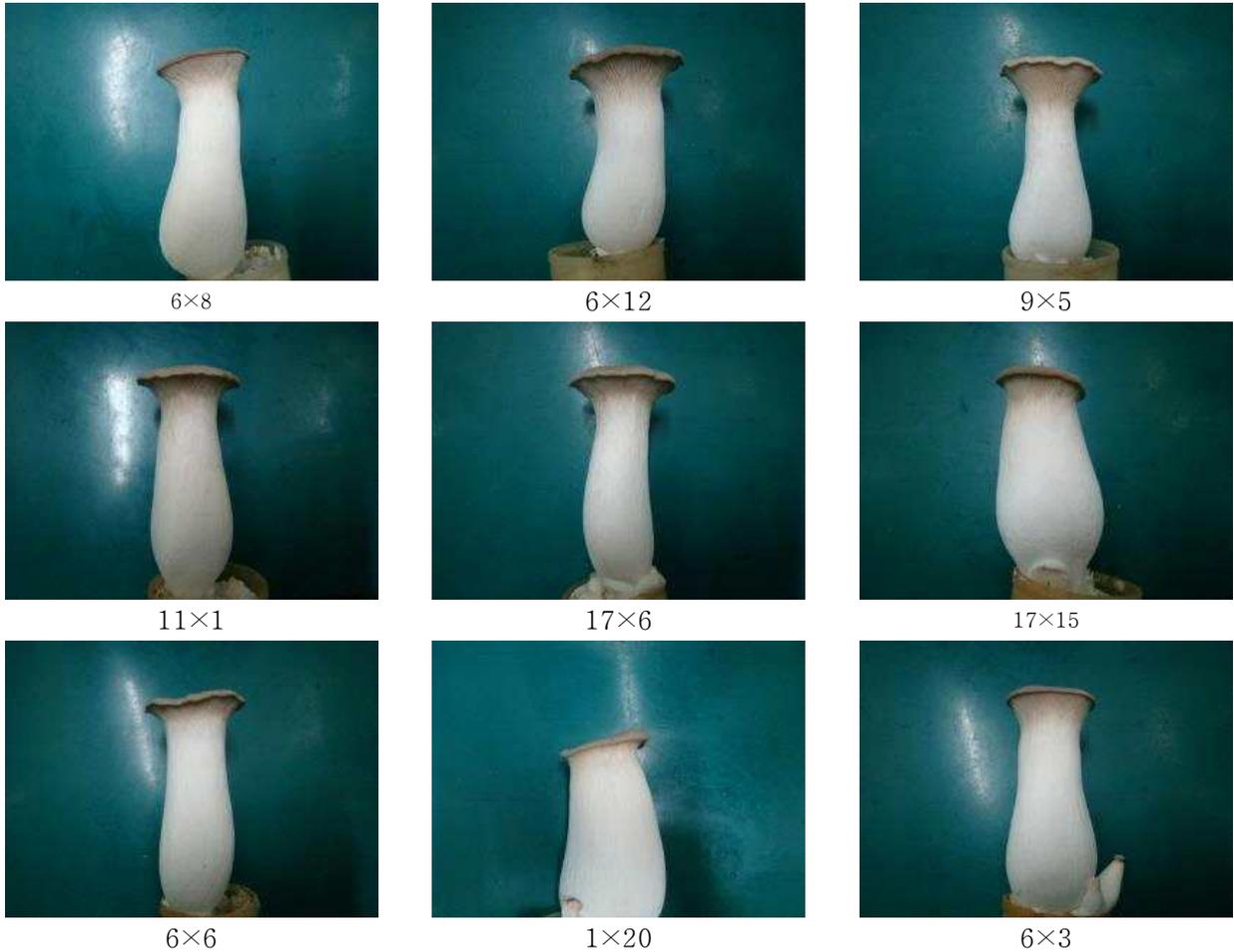


그림 5. (2-24×46)×KNR2539 교배조합의 품질 우수 자실체 모습

(다) 대량재배의 생육특성

자실체의 외형이 우수한 (KNR25102-24×새송이1호-46)×KNR2539 선발계통을 64병 이상 표준재배법에 의하여 생육특성을 조사하여 그 결과를 표 8에 나타내었다. 계통 중 6 × 13계통이 품질(7.2), 무게(85.9), 생육소요일(14.6)으로 대조품중의 무게(77.4), 품질(6.8), 생육소요일수(17.4)보다 우수하였다. 그 외 9 × 8계통도 우수한 특징을 보였다(표8, 그림 6).

표 8. 대량재배에 의한 (KNR25102-24×새송이1호-46)×KNR2539 선발계통 생육검증

조합명	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명도	배양일	발소일	생소일	
1	17	1.2	121.0	27.4	45.4	70.9	5.9	76.1	33.6	7.4	18.3
2	3	2.4	103.6	29.6	57.1	73.6	6.2	61.4	32.4	7.0	14.6
2	6	1.4	84.1	27.8	58.6	52.5	4.5	65.0	30.8	7.0	14.9
2	12	1.5	92.3	34.0	63.9	73.4	6.0	56.2	32.7	7.1	15.5
2	13	2.0	92.8	27.8	59.0	61.3	5.3	60.7	29.9	7.0	13.2
2	14	1.8	107.2	32.6	53.7	70.6	6.2	64.5	31.3	7.1	15.4
2	20	2.3	104.1	28.9	58.1	73.4	6.4	54.3	30.8	7.0	14.6
3	20	1.4	100.3	26.6	49.9	59.2	4.9	63.9	31.9	7.1	15.6
6	13	1.7	120.3	31.2	54.1	85.9	7.2	59.8	29.6	7.0	14.6
8	15	2.3	88.9	33.3	47.8	64.5	5.5	60.1	31.9	7.0	16.9
9	5	1.0	116.2	27.8	49.6	78.8	6.4	69.3	31.1	7.4	15.9
9	8	1.2	106.4	31.3	57.3	78.1	6.8	65.1	31.8	7.0	15.3
9	18	1.1	85.7	39.2	41.8	72.3	5.2	69.7	33.3	7.1	17.3
10	16	2.4	93.0	28.4	51.2	61.4	5.3	62.7	30.6	7.1	16.6
11	15	0.8	98.9	33.4	41.8	63.1	5.3	57.1	33.1	7.4	16.7
14	6	0.9	103.0	29.6	52.8	63.9	5.9	68.7	32.9	7.4	16.6
17	2	1.5	88.9	39.8	63.1	86.3	6.2	55.8	33.9	7.2	15.2
17	20	1.3	91.8	38.9	40.9	82.5	5.5	69.6	32.7	7.6	17.5
17	16	1.7	101.6	36.8	45.6	85.6	6.5	63.2	33.5	7.0	17.5
24***	46	1.3	108.3	27.9	48.7	67.2	5.7	55.4	30.8	7.1	16.6
KNR2539		3.4	99.3	28.7	59.3	69.3	6.4	57.8	33.4	7.0	16.1
큰느타리2호		1.9	109.6	29.4	56.3	77.4	6.8	66.4	35.0	7.2	17.4

※ \* : 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

\*\*\* : KNR25102×새송이1호



1×17



2×3



2×12



2×14



2×20



6×13



8×15



9×5



9×8



14×6



17×2



17×16



24×26



KNR2539



큰느타리2호

그림 6. (KNR25102-24×새송이1호-46)×KNR2539 선발계통 자실체 모습

다. 선발계통 애린이5(6×13)의 균학적 및 생육적 특성 구명

(1) 균학적 특징

우수한 형질을 보인 6×13계통을 선발하여 「애린이5」로 명명하여 온도에 따른 군사생장 속도와 가변특성을 조사하였다. 애린이5의 최적 군사 생장온도는 26℃내외로 큰느타리2호와 비슷하였으나, 큰느타리2호보다 27.5℃에서의 생장이 우수하였다(표 9). 자실체 발생온도와 자실체 발생형태는 대조품종과 비슷하게 16℃와 개체형으로 조사되었다. 특이하게도 선발계통이 30℃에서도 군사생장이 47mm로 대조품종의 42mm보다 우수하였다.

표 9. 선발계통의 고유특성

(‘13-’15, 경남농업기술원)

품 종 명	군사생장 최적온도	군사생장속도(℃, mm/7일)					자실체발생 최 적 온 도	자실체 발생형
		15	20	25	27.5	30		
애린이5(6×13)	26℃내외	21	43	64	64	47	16℃	개체형
큰느타리버섯2호	25℃내외	20	40	62	58	42	16℃	개체형

(2) 선발계통의 버섯특성

애린이5의 배양특성을 살펴보면 배양소요일이 29.6일, 발이소요일이 7.0일 생육소요일이 14.6일로 대조품종보다 각각 90%, 97%, 83.9%로 우수하였다. 생육특성은 품질이 7.2로 대조품종의 6.78보다 다소 우수하였고, 무게는 85.9g으로 대조구의 111%로 수확량이 많았다. 발이도는 비슷한 수준이었다(표 10). 수량성에 대한 추가적인 재배에서 애린이5는 평균 105g, 대조품종은 81.2g으로 129% 수준으로 수확량이 많은 것으로 조사되었다(표 11). 병해충저항성은 발병이 관찰되지 않아 측정할 수 없었다(표 12).

표 10. 선발계통의 가변 특성

(‘13-’15, 경남농업기술원)

조합명	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명 도	배양일	발소일	생소일
애린이5(6×13)	1.7	120.3	31.2	54.1	85.9	7.2	59.8	29.6	7.0	14.6
큰느타리2호	1.9	109.6	29.4	56.3	77.4	6.8	66.4	35.0	7.2	17.4

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

표 11. 선발계통의 수량성

(‘13-’15, 경남농업기술원)

품 종 명	생산량(g/병)*			평균 (g)
	1차	2차	3차	
애린이5(6×13)	101.0	105.0	85.9	105.0
큰느타리2호	70.5	95.6	77.4	81.17

\*850cc 슈음처리

표 12. 선발계통의 병해충 저항성

(‘13-’14, 경남농업기술원)

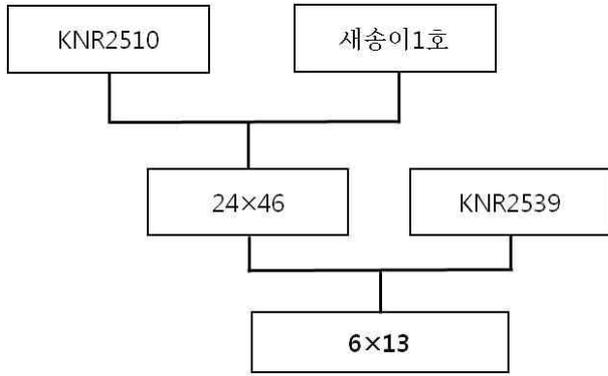
품 종 명	발병율(%)			평균
	1차	2차	3차	
애린이5(6×13)	0.0	0.0	0.0	0.0
큰느타리2호	0.0	0.0	0.0	0.0

표 13. 육성계통도

년도	1996 ~ 2013	2010 ~ 2013	2013 ~ 2014
세 대	유전자원 수집	교배	특성검증
육성계통수	KNR2312 등 120여 계통	(2-24×46)-17 × KNR2539)-12 등 20조합	(2-24×46)-6 × KNR2539-13
비 고		2-24×46 × KNR2539 등 400계통	(2-24×46)-6 × KNR2539-13 등 5계통

### (3) 육성품종의 경과 및 특징

국내 외국유래 품종을 대체할 수 있을 정도의 수확량과 품질을 가진 우수한 신품종 육성을 위해 고품질 계통 KNR2539와 2-24×46을 교배하였다. 선발계통 간 교잡체에 대한 실증시험을 통해 품질과 수확량이 우수한 계통을 20조합 선발하고 추가적인 특성검증을 통하여 수확량과 품질이 우수한 (2-24×46)-6 × KNR2539-13 계통을 선발하였다(표 13). 고품질이면서 수확량이 많고, 대가 곧고 백색으로 소비자 선호도가 높으며, 발이량이 적당하여 슈음 작업에 생력화와 슈아낸 “꼬마큰느타리” 판매가 가능할 것으로 사료된다. 22℃에서 35일 동안 배양한 후 균굽기 실시, 균굽기 이후 15℃에서 습도는 90-95%수준, 초발이 이후 80-85%로 낮추어 관리, 발이 이후 자실체 생육은 온도 15℃ 내외, 습도 75-80% 내외, 이산화탄소 농도 1,200- 1,400 ppm 수준에서 생육시키면 된다. 고유성검사결과 대조품종과 세포학적으로나 유전체학적으로 차이가 나는 것으로 밝혀졌다(그림 7).



육종계통도

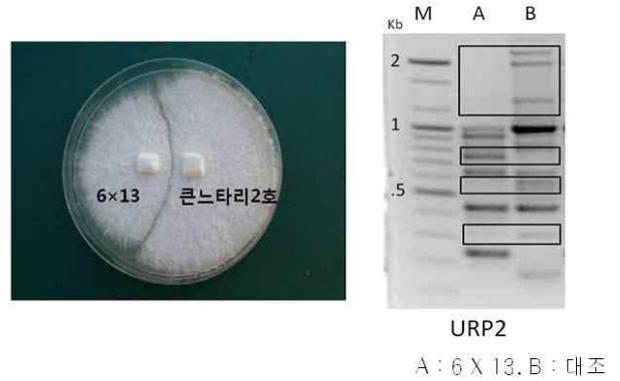


그림 7. 육종계통도 및 고유성 검사

## 2. 큰갓 큰느타리 품종 개발

### 가. 계통육성을 위한 계통별 자식 1세대 선발

1-2차년도 연구에서 수집한 큰느타리버섯 유전자원 200여개 이상의 형질을 평가한 후 각 형질별 우수한 특성을 보인 19개 계통을 선발하였다. 형질이 우수한 선발계통 19계통에서 단핵균사를 채취하여 20개의 단핵균사를 무작위로 선택하여 자식(selfing)을 실시하여, 각 계통별로 약 100개 조합씩 총1,900개 계통에 대한 생육특성을 조사하였다.

#### (1) KNR2637 자실계통의 특성

KNR2637은 갓모양이 미려하고 자실체가 균형이 잡혀 우수한 계통으로 선발되어 자식을 실시하여 주요 계통을 표 1에 표시하였다. 2×14는 길이가 138 mm로 대가 길고 주름이 발달되지 않은 특징이 있었고, 13×16은 갓직경이 54.5mm로 큰갓을 가진 특징이 있어 선발하였다(표 14). KNR2537의 자실체는 갓이 정원형이고 균형잡혀 완성도가 뛰어 났으나 자실계통은 이러한 특성이 강조된 형태를 많이 보여서 갓이 크거나 주름이 옆에서 붙은 형태를 보였다(그림 8).

표 14. KNR2637계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓색	특이점	
2	14	21.0	2.0	138.0	36.0	44.0	108.0	6.0	64.3	대가 길고 무주름
4	17	21.0	1.0	110.0	37.0	64.0	113.0	7.8	55.6	포자채취
9	13	20.0	1.8	92.5	34.5	41.5	69.0	4.8	62.1	포자채취
13	16	21.5	2.3	87.0	28.0	54.5	56.5	4.7	68.4	큰갓, 선발
13	20	18.0	3.0	120.0	29.0	55.5	74.0	6.5		포자채취
14	18	17.5	1.8	102.5	36.5	57.5	91.0	6.9	57.0	포자채취
14	19	18.0	1.5	123.5	27.0	66.5	81.5	6.3	57.4	포자채취

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

(2) KNR2678 자실체통의 특성

KNR2678은 갓이 크고 색깔이 진하여 선발하였다. 여기서 나온 일세대 자실체통 중 요즘 시장에서 선호하는 중형 자실체를 보인 계통이 9×16을 하였고, 6×16계통은 갓색이 아이보리색을 보여 선발하였다(표 15).

표 15. KNR2678계통 자실체통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명도	특이점	
2	17	16.0	2.3	100.5	36.0	59.5	83.5	6.3	58.8	포자채취
6	12	17.5	1.3	120.5	30.5	41.0	76.0	5.5	67.5	포자채취
6	16	18.0	2.0	93.0	34.5	47.5	77.5	5.5	69.4	갓 아이보리
7	17	16.0	2.5	86.5	24.0	57.5	48.5	4.3	68.7	포자채취
9	16	21.0	2.0	96.0	31.0	54.0	74.0	5.8	69.5	자실체 중형
12	18	19.5	1.8	99.5	25.0	44.0	54.0	4.2	67.7	나무대

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)



그림 8. KNR2637과 KNR2678의 모본과 선발균주 자실체

(3) KNR2699 자실체통의 특성

KNR2699는 자실체의 품질이 우수하여 선발하였다. 여기서 유래한 1차 자실체통 중 13×19는 대두께가 37mm로 두껍고 갓의 명도도 55.9로 낮아 선발하여 포자채취를 하였다. 19×20계통은 갓두께가 우수하고 품질이 6.0으로 우수하여 2차 검정선발대상으로 선발하고 단포자를 채취하였다(표 16, 그림 9).

표 16. KNR2699계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명도	특이점	
2	16	21.0	3.3	101.0	47.5	47.0	99.0	4.7	65.4	포자채취
6	11	16.0	3.3	108.5	32.0	52.5	79.5	5.9	63.9	포자채취
7	9	17.5	3.5	87.0	32.0	54.5	64.0	4.3	60.8	포자채취
8	17	19.0	2.3	92.5	31.5	53.5	69.5	5.3	57.6	포자채취
9	20	16.0	2.5	103.0	34.0	53.0	83.0	6.5	62.6	포자채취
12	20	19.5	2.0	100.0	33.5	59.5	76.5	5.8	71.7	포자채취
13	19	18.0	1.8	90.0	37.0	47.0	77.0	5.8	55.9	대 우수
19	20	19.5	1.0	102.5	34.0	55.0	84.5	6.0	62.8	갓 두께 우수

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

(4) KNR2717 자식계통의 특성

KNR은 대가 길고 갓직경이 크서 선발하여 1차 자식모본으로 사용하였다. 1차 자식계통의 품질은 비교적 높지 않은 특성을 보였고, 그 중에서 3×11계통은 발이도가 0.8, 무게가 73g, 길이가 87mm로 중형이고 갓직경이 65mm로 대형갓 특성을 보여 규모를 키워서 생육실험을 하는 대상으로 선발하였고 자식도 실시하였다(표 17, 그림 9).

표 17. KNR2717계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명도	특이점	
1	20	17.0	3.3	94.0	27.0	51.0	53.5	4.3	55.4	포자채취
2	7	19.0	.5	104.5	28.5	57.0	76.5	5.9	70.0	포자채취
3	11	22.0	.8	87.0	35.0	65.0	73.0	5.8	64.9	갓 대형, 선발
3	15	18.0	3.0	104.5	39.0	49.0	92.5	6.0		포자채취
3	20	17.5	3.0	113.0	29.0	54.0	71.5	5.9	57.0	포자채취
7	20	21.0	1.5	125.5	32.5	57.0	100.0	6.7	67.5	선발
9	12	18.0	2.5	109.0	43.0	39.0	104.0	6.5		포자채취

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)



KNR2699



KNR2699(3)13×19



KNR2699(3)19×20



KNR2717



KNR2717(3)3×11



KNR2717(3)7×20

그림 9. KNR2699와 KNR2717의 모본과 선발균주 자실체

#### (5) KNR2706 자실계통의 특성

KNR2706은 품질을 기준으로 우수하여 선발하였다. 1차 자식계통의 품질은 비교적 높은 편이었으며, 9×10은 품질이 7.3으로 우수하였다. 품질의 절대수치는 높지만, 자실체의 겉모습은 대자루 부분이 불룩하고 주름이 많이 발달하여 완성도는 높지 않은 편이었다. 품질기준이 무게에 연동하므로 이에 대한 보완이 필요성이 제기되었다. 9×16은 갓주름이 극히 적고 대가 39.7mm로 두꺼워 선발하였다(표 18, 그림10). 자식1세대는 대 가운데의 직경이 큰경우와 주름이 극단적으로 적은 경우가 관찰되었다(그림 10).

#### (6) KNR2539 자실계통의 특성

KNR2539계통은 품질을 기준으로 선발하였다. 1차 자식계통은 품질이 평균적으로는 상대적으로 높았지만 월등하게 높은 계통은 없었다. 7×12계통은 갓명도가 55.4이고 길이가 중형의 특징으로 선발하였다. 6×12계통도 중형자실체와 51.7mm의 대형갓의 특징으로 선발하였다(표 19, 그림 10).

표 18. KNR2706계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이(mm)	대두께(mm)	갯직경(mm)	무게(g)	품질**	갯명도	특이점	
9	10	21.0	3.3	116.7	37.3	60.3	119.7	7.3	62.9	무게 품질 선발
7	18	21.0	3.5	126.3	36.7	66.7	105.0	6.5	61.9	무게, 선발
6	14	21.0	0.5	90.5	45.0	59.5	95.0	6.4	65.5	
15	18	20.0	1.5	95.7	38.0	64.0	85.0	6.2	55.2	
9	16	18.0	2.8	90.3	39.7	50.7	85.0	6.2	62.6	중형 대후, 선발
9	19	17.3	3.3	88.7	38.3	56.3	78.7	6.0	62.3	
1	15	22.5	1.3	89.0	41.5	62.0	85.5	5.9	48.7	

♪인 \*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

표 19. KNR2539계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이(mm)	대두께(mm)	갯직경(mm)	무게(g)	품질**	갯명도	특이점	
6	10	18.3	2.7	109.0	39.7	46.3	97.7	7.1	68.4	
6	12	20.0	2.7	95.0	37.7	51.7	89.3	6.7	56.1	중형, 선발
6	11	20.0	2.3	97.7	43.0	39.7	105.7	6.4	64.6	
7	10	19.3	1.7	94.0	37.3	54.3	81.7	5.9	58.6	
7	11	20.7	1.5	99.7	39.3	47.3	92.7	5.9	53.8	
2	6	20.7	1.3	88.3	40.7	44.7	87.3	5.9	66.3	
7	12	20.7	2.0	89.7	38.0	52.7	83.3	5.7	55.4	갯명도 낮음 선발

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)



KNR2706



KNR27063-9 10



KNR27063-9 16



KNR2539



KNR25393-6 12



KNR2539-7 12

그림 10. KNR2706과 KNR2539의 모본과 선발균주 자실체

(7) KNR2555 자실계통의 특성

KNR2555는 중형자실체와 대의 특징을 기준으로 선발하였다. 1차 자식계통은 품질이 고루 게 분포되는 편이었으며, 갓의 특징이 우수한 계통이 다수있었다. 3×5는 소형자실체, 대가 두꺼운(31.5mm) 특성으로 선발하였고, 2×10, 2×12은 갓과육이 많고 우산형의 갓특성을 보여 선발 하여 2차 생육시험을 실시하였다. 대체적으로 생육소요일수가 18일에서 20일까지로 늦은 편이 었다. 이는 자식계통에서 공통적으로 나타나는 특징으로 자식약세의 한 현상일 것으로 추측된 다(표 20, 그림11).

(8) KNR2566 자실계통의 특성

KNR2566은 갓의 명도가 낮고 직경이 큰 특성을 지녀 선발하였다. 1×3계통은 갓끝이 말려 들어가는 특징이 있어 선발하였다. 보통 자실체를 수확기 이후까지 생육시키면 갓이 커지는데 비례하여 갓끝이 얇아지는 현상을 쉽게 볼 수 있는데, 이를 경우 무게는 늘어나지만, 대자루 아래부분이 질겨지고 갓끝이 유통중에 쉽게 부서지는 단점으로 작용하여 농업인이나 버섯유통 업체에서 요구하는 형질이 갓의 과육이 많고 갓끝이 안쪽으로 말려들어가는 것을 원하고 있다 (표 21, 그림 11).

표 20. KNR2555계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이(mm)	대두께(mm)	갓직경(mm)	무게(g)	품질**	갓명도	특이점
12	13	19.0	3.2	101.7	34.0	60.3	93.3	6.1	60.5
13	19	18.3	2.8	98.7	35.7	60.3	89.3	6.1	70.0
2	19	19.7	2.7	91.3	36.0	61.7	87.3	6.1	68.9
16	20	19.0	3.3	107.0	31.0	73.5	86.0	6.2	47.7
3	5	20.0	3.0	84.5	31.5	58.0	73.5	5.3	63.9 소형, 대후, 선발
2	10	18.0	3.5	89.7	30.7	70.7	72.0	5.4	60.1 갓특성우수, 선발
2	12	20.0	3.2	86.7	28.7	60.7	75.0	4.9	57.9 갓특성우수, 선발

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

표 21. KNR2566계통 자식계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이(mm)	대두께(mm)	갓직경(mm)	무게(g)	품질**	갓명도	특이점
6	10	20.3	2.7	100.0	39.3	53.7	91.0	6.1	59.9
4	10	19.0	3.0	94.0	39.0	50.0	85.0	6.0	56.5
1	13	17.3	2.8	101.0	30.7	55.0	74.0	6.0	66.5 갓끝이 말림, 선발
4	18	17.7	2.8	100.3	31.7	55.0	72.0	5.8	52.3
1	20	17.3	3.0	92.3	33.7	55.7	71.3	5.7	
2	10	20.7	2.0	92.7	43.0	46.7	84.7	5.5	58.7
3	11	20.3	1.8	94.0	27.0	44.3	50.3	3.8	59.1 소형, 선발



KNR2555



KNR25553-2 12



KNR25553-2 10



KNR2566



KNR25663-1 13



KNR25663-3 11

그림 11. KNR2555와 KNR2566의 모본과 선발균주 자실체

(9) KNR2696 자실계통의 특성

KNR2696계통은 대자루의 아래부분이 장방형이고 갓이 반우산형의 특징을 지녀 선발하였다. 4×19계통은 갓이 반우산형으로 선발하였다. 그 외 계통은 무게외에는 형질이 열악하였다 (표 22, 그림 12).

(10) KNR2713 자실계통의 특성

KNR2713은 대가 곧고 길며 갓이 반반구형으로 우수하여 선발하여 1차 자식을 실시하였다. 자식계통 중 3×11은 중형자실체이고 갓모양이 우산형으로 독특한 모양을 보였다. 크기에 비해 조직이 치밀하여 무게가 80.7g으로 우수하였고, 생육소요일수도 다른 계통에 비해 비교적 빠른 18.7일이었다. 그 외의 자식계통들은 품질이 열악하고 눈이 뛰는 특이성을 보여주지 못하였다(표23, 그림 12).

이상 설명한 10개 계통외에 9개 계통에서 추가적인 자식과 생육시험을 실시하였으나 2차 생육시험이나 단포자 채취에 의한 2차 자식과정을 거칠 만한 교배계통은 없는 것으로 조사되었다. 그중에서 여교배의 공여계통으로 활용할 만한 계통에서는 단포자를 채취하여 바로 사용할 수 있도록 동결하여 보관하였다.

표 22. KNR2696계통 자실계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질**	갓명도	특이점
15 19	18.0	3.2	101.0	40.0	58.7	85.3	6.5	62.6	
11 17	19.0	2.3	90.0	45.3	66.7	98.3	5.9	64.2	
8 14	17.7	3.5	86.0	37.3	54.7	80.0	5.8	51.8	
14 19	20.0	1.7	107.0	39.0	69.3	95.3	5.8	59.1	
9 10	20.0	3.5	96.5	32.5	59.0	71.5	5.7	63.3	
7 20	20.0	3.2	100.3	39.0	63.3	84.0	5.6	59.7	
4 19	20.0	3.5	96.0	31.7	64.7	81.0	5.2	68.7	갓우산형, 선발

표 23. KNR2713계통 자실계통의 생육특성

교배모본	생소일	발이도*	길이(mm)	대무게(mm)	갓직경(mm)	무게(g)	품질**	갓명도	특이점	
11	16	20.0	1.5	92.0	38.0	47.0	79.0	6.0		
6	20	20.7	0.5	100.7	44.3	59.0	88.3	5.9	65.8	
12	17	19.0	1.0	92.3	38.0	51.7	94.3	5.8	59.3	
10	16	19.3	3.0	100.0	37.0	53.3	91.0	5.8	62.8	
3	11	18.7	3.2	105.3	34.7	44.3	80.7	5.8	73.6	갓과육우수, 선발
11	19	21.3	0.5	87.3	35.0	56.3	75.3	5.7	69.6	
3	8	19.0	3.2	94.7	42.3	45.7	87.0	5.7	66.3	



KNR2696



KNR26963-4 19



KNR26963-15 19



KNR2713



KNR27133-3 11



KNR27133-3 8

그림 12. KNR2696와 KNR2713의 모본과 선발균주 자실체

나. 갓형질이 우수한 자식계통의 선발

19계통에서 유래한 단핵균사간의 자식계통 중에 갓형질을 중심으로 선발한 16계통과 대조 품종을 규모를 키워서 64병에서 생육특성을 조사하여 그 결과를 표 24에 나타내었다. KNR25553과 25133에서 유래한 1차자식계통들이 우수산 갓형질을 보였다. KNR25553-2×12는 7.1의 품질, 78.9g의 무게를 보여 대조계통인 큰느타리2호의 품질 5.4, 무게 60.2g보다 우수하였다. 2×3계통 품질이 6.4, 무게가 71.9g으로 대조품종을 능가하였다. KNR27133은 갓의 모양이 특이하여 소비자의 이목을 끌 수 있을 것으로 판단되었고 무게도 81.6g으로 선발계통 중 가장 높았다. 대무게와 갓무게의 비율은 2×12, 2×3, 3×11, 2×10이 대조계통보다 갓무게의 비율이 높았다. 특히 2×10은 갓무게와 대무게가 거의 1:1 비율에 가까웠다(그림 13).

표 24. 우수 자식계통의 생육특성

교배모본		생소일	길이 (mm)	대두께 (mm)	갓직경 (mm)	무게 (g)	품질	갓명도 (L)	대무게 (g)	갓무게 (g)	특이점
부	모										
25553	2×12	18.8	101.9	35.3	61.8	78.9±14. 9	7.1±1.3	65.1±0. 5	56	31	갓과육다, 대장
25553	2×3	18.3	99.0	32.9	58.3	71.9±1. 42	6.4±1. 4	68.8±0. 3	44	32	우산형갓, 대장
27133	3×11	18.0	108.3	32.6	53.9	81.6±11. 2	6.3±0.6	67.4±1. 9	57	20	갓우산형
26963	4×19	19.8	96.4	31.8	60.3	71.3±8. 6	6.1±0.7	63.2±0. 2			갓과육다, 대단
25393	7×12	20.8	90.8	33.0	52.3	68.2±1. 0.9	6.0±0. 8	53.0±0. 7			대장후
27063	9×10	19.9	88.3	34.8	52.4	72.9±10. 2	5.9±0.6	64.6±1. 8			대장, 자실체대
27063	9×16	13.3	88.8	37.1	54.4	70.1±13. 9	5.8±0.9	63.4±1. 1			자실체중
25393	6×12	20.2	87.7	32.6	53.8	65.3±1. 0.9	5.7±0. 9	62.9±0. 3			고품질, 다수확
25663	3×11	21.0	97.3	32.8	45.3	64.5±7. 1	5.3±0.7				갓우산형, 자실체소
25553	3×5	20.9	79.8	31.9	51.4	57.4±7. 6	5.0±0.7	72.2±0. 3			
27063	7×18	20.4	85.8	31.8	53.2	52.1±11. 5	4.7±0.8	58.4±0. 9			갓대, 다수확
25553	2×10	17.0	86.3	29.5	64.3	56.8±7. 3	4.6±0.9	65.8±3. 7	31	26	갓과육다, 대단
25663	1×13	17.0	94.7	29.9	56.3	57.5±1. 0.6	4.5±1. 0	74.0±2. 1			갓끝이 말림
26973	5×16	18.1	96.1	25.6	64.5	53.3±1. 1.7	4.5±1. 1	62.0±1. 5			갓후, 생소단
큰느타리2호		17.0	98.8	29.1	49.9	60.2±1. 4.5	5.4±1. 3	59.7±0. 5	48	17	



KNR25553-2×12



KNR25553-2×3



KNR27133-3×11



KNR26963-4×19



KNR25393-7×12



KNR27063-9×10



KNR27063-9×16



KNR25393-6×12



KNR25663-3×11



KNR27063-7×18



KNR25553-2×10



KNR25663-1×13

그림 13. 선발계통의 1차 자식계통의 자실체

갓모양이 우수한 선발계통의 단면을 잘라 이를 대족계통과 비교하였는데, 2×12, 2×3, 3×11, 2×10 모두 대족계통보다 갓부분이 많았는데, 갓의 길이나, 직경, 부피비보다 무게의 차가 더 대조적으로 나타났다(그림 14).

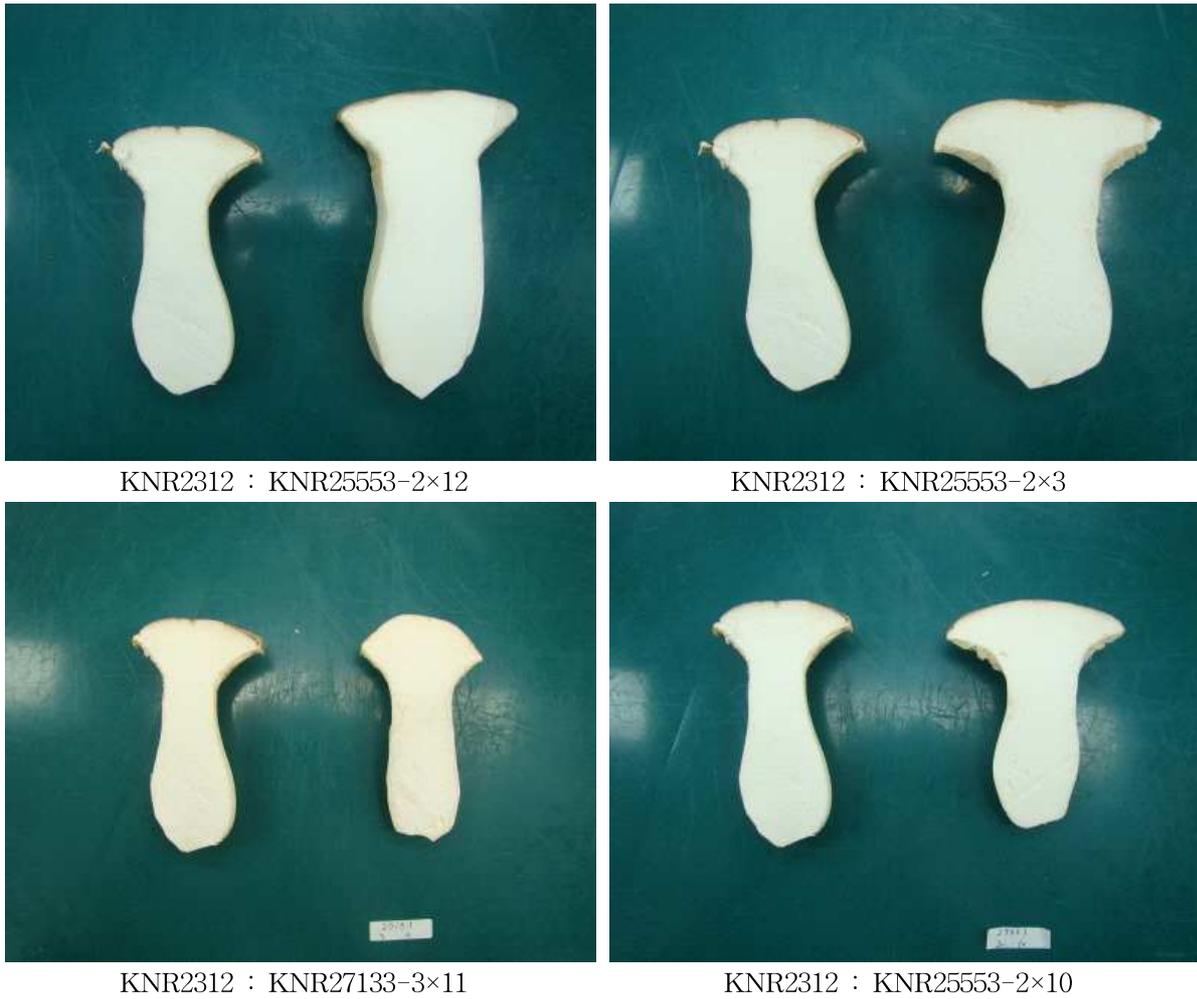


그림 14. 선발계통 자실체 단면모습

두 개의 계통, KNR25553-2×12, KNR25553-2×10계통을 최종적으로 갓우수 큰느타리버섯 신품종 후보로 선발하였다. 현재 경남농업기술원 실험농장에서 3차에 걸친 생육시험을 마쳤으며 마지막단계로 농가실증시험 단계를 마치고 외국인을 대상으로 품평회를 거쳐 품종보호 혹은 특허출원 예정이다. 품종의 이름은 갓이 특히 우수한 것에 착안하여 “갓애린이”로 정하였다. 이후 선발된 1차 자식계통에서 유래한 단핵군사를 다시 한번 자식하여 형질이 동형접합체화된 단핵군사 하나하나의 특성을 파악하여 단핵군사가 가진 형질이 상호보완되어 상승작용을 일으키는 복합우수형질 조합을 선발할 수 있을 것으로 사료된다.

다. 선발계통 갓애린이(17 × 15)의생육적 특성 구명

(1) 자실체 특성

신품종 갓애린이의 두 개의 계통, KNR25553-2×3, KNR25553-2×12계통을 최종적으로 갓우수 큰느타리버섯 신품종 후보로 선발하였다. 현재 경남농업기술원 실험농장에서 3차에 걸친 생육시험을 마쳤으며 마지막단계로 농가실증시험 단계를 마치고 KNR25553-2×3계통을 품종보호

출원하였다. 품종의 이름은 갯이 특히 우수한 것에 착안하여 “갯애린이”로 정하였다. 갯애린이는 생육소요일은 대조품종보다 다소 늦었으나, 무게, 품질이 우수하였고, 특히 갯의 무게의 비중이 42.1%로 대조품종의 26.2%보다 161%수준으로 높았다(표 25). 병충해 저항성을 발생이 되지 않아 측정이 불가하였다(표 26). 3회에 걸친 재배시험으로 수량성을 비교해 보니 갯애린이가 75.4g, 대조품종이 68.2g으로 비슷한 경향을 보였다(표 27).

표 25. 신품종 갯애린이 생육특성

(‘14-’16, 경남농업기술원)

품종명	생소일	길이 (mm)	대두께 (mm)	갯직경 (mm)	무게 (g)	품질	갯명도(L)	갯무게	
								(g)	(g)
갯애린이	18.8	99.0	32.9	58.3	76.0	6.4	57.1	44	32
큰느타리2호	17.0	98.8	29.1	49.9	65.0	5.4	59.7	48	17

\*: 1-4(1: 1/4면발이, 2: 반면발이, 3: 3/4면발이, 4: 전면발이), \*\*: 9점측정법(1: 나쁨, 9: 좋음)

표 26. 신품종 갯애린이 병해충 저항성

(‘14-’16, 경남농업기술원)

품종명	발병율(%)			평균
	1차	2차	3차	
갯애린이	0.0	0.0	0.0	0.0
큰느타리2호	0.0	0.0	0.0	0.0

표 27. 신품종 갯애린이 수량성

(‘14-’16, 경남농업기술원)

품종명	생산량(g/병)*			평균 (g)
	1차	2차	3차	
갯애린이	76.0	76.0	75.1	75.4
큰느타리2호	76.5	60.2	68.0	68.2

\*850cc 슈음처리

표 28. 신품종 갯애린이 육성계통도

년도	1996 ~ 2013	2013 ~ 2014	2014 ~ 2016
세 대	유전자원 수집	교배	특성검증
육성계통수	KNR2555 등 70여 계통	KNR25553-2 × KNR25553-3 등 7조합	KNR25553-2 × KNR25553-3
비 고	유전자원 평가	갯우수계통간 교배	선발 후 농가실증

유럽과 북미소비자들은 버섯의 갯을 주로 소비하므로 이에 착안하여 갯과육이 우수한 품종을 육성하고자 하였다. 국내외 수집종을 생육시켜 갯형태를 중심으로 평가 후 자식을 통하여 갯이 우수한 계통을 선발하였다. 1,000조합 이상 교잡하여 자실체를 평가하였고 그 중 KNR25553-2 × KNR25553-12의 갯과육의 무게가 대의 55.4%에 달하여 대조계통의 35.0%보다 우수하였다. 이 계통의 특징을 강조하기 위하여 “갯애린이”(가칭)라고 명명하였다.



그림 15. 신품종 갯애린이의 계보도

#### 라. 아시아 소비자 선호형 품종육성

##### (1) 아시아 소비자 선호형 모본 선발

아시아의 큰느타리버섯 시장이 유럽과 북미시장보다 크므로 아시아소비자가 선호하는 품종 개발도 필요하였다. 아시아 소비자들은 대가 길고 두터운 고품질, 단맛, 중형의 버섯형을 선호하고 농업인은 조생성을 선호하여 이러한 형질을 가진 새로운 품종을 교배하고자 하였다(그림 16).



그림 16. 아시아 소비자 선호형 품종육성용 모본 선발

이들 계통간의 복교배를 통하여 4개의 계통을 선발하여 생육특성을 조사하여 표 28에 나타내었다. 그중 17 × 15계통은 생육소요일과 무게, 품질 측면에서 대조품종과 타계통에 비해 우수한 특성을 보여주었다. 특히 갓색이 짙고 중형의 버섯형을 보였다. 17 × 15계통에는 조생성의 새송이1호, 고베타글루칸 KNR2510, 갓색이 진한 KNR2539의 형질이 포함되어 있다(그림 17).

표 28. 아시아시장 맞춤형 계통

교배모본*	생소일	길이(mm)	대두께(mm)	갓직경(mm)	무게(g)	품질	갓명도(L)	특징
14 × 13	18.0	87.8	29.0	55.8	58.0	5.4	62.0	대짧음
2 × 19	16.0	86.1	27.5	55.1	52.9	5.1	63.1	갓색 밝음
<b>17 × 15</b>	<b>15.4</b>	<b>92.3</b>	<b>34.1</b>	<b>56.9</b>	<b>81.5</b>	<b>7.5</b>	<b>56.4</b>	<b>갓색 짙고 중형</b>
큰느타리2호	17.0	98.8	29.1	49.9	60.2	5.4	59.7	

\* (KNR2510-24\*새송이1호-46)-17 × KNR2539-15, 2510 : 단맛, 새송이1호 : 조생성,

(2) 선발계통과 대조품종 자실체 모습

선발계통들의 자실체 모습은 대조품종과 비교하여 작고 아담한 중형의 버섯형태를 보여주고 있다(그림 17). 갓끝은 안으로 말려있어 유통시 갓과손이 적게 될것으로 예상되며, 주름부분도 적어 포자가 발생하는 면적이 적을 것으로 생각한다.



그림 17. 선발계통과 대조품종 자실체 모습

(3) 최종선발 계통

소비자 선호도 조사와 패널평가를 거쳐서 최종선발된 계통은 17×15 계통으로 모양이 미려하고 갓색이 진하며 중형의 길이를 보여 최근 소비선호도와 일치하였으며, 조직이 단단하여 저장성과 저작성이 우수할 것으로 보였다. 다만, 갓의 형태가 편평형으로 수확시기 경과시 가운데가 들어갈 가능성이 높았고, 지방시장에는 중형의 버섯에 대한 가치를 평가하지 않기 때문에 직거래나 수도권지역 공판장이나 매장에 출하해야 할 것으로 사료된다(그림 18).

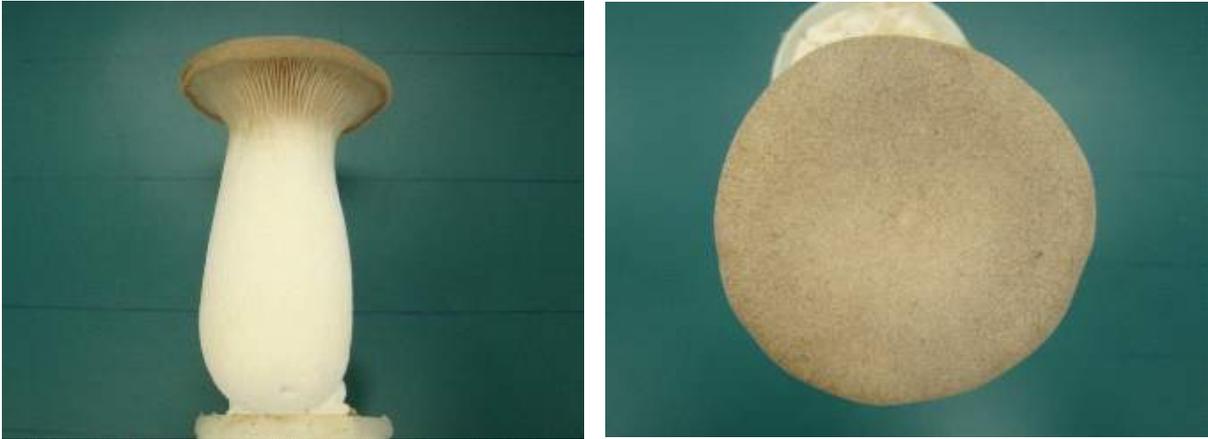


그림 18. 선발계통 17×15 자실체 모습

### 3. 큰느타리버섯 우수모본 선발

#### 가. 우수모본과 선발 단핵균사의 특징

모균주를 자식하여 자실체와 배양특성을 조사하여 농업적으로 중요한 형질이 배우자에 상관없이 꾸준히 관찰되는 계통을 선발하여 그 특성을 제시하였다(표 29). 대의 형태, 갓의 농담, 갓의 형태에 따라서 상중하의 기준을 두고 특징을 기술하였다. 어떤 계통과의 교배에서도 비교적 일관적인 표현형의 특징을 보였으므로, 그 형질의 도입이 필요한 경우에 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

표 29. 육종모본유래 단핵균사 특징분석(KNR2510 등 33계통에서 111개 우수 단핵계통)

번호	모균주	단핵균사번호	특징
1	KNR25102	6	대장, 갓검, 대얇
2	KNR25102	3	배추형, 일부 불발, 일부우수, 대짧
3	KNR2521	7	갓검, 대장, 주름소
4	KNR2521	2	갓검
5	KNR25393	6	대부드, 일부갓검
6	KNR25393	7	갓검, 갓끝말
7	KNR25393	12	중속, 대짧, 우수계통파트너
8	KNR25553	2	갓검, 우산, 갓끝말림
9	KNR25553	10	대짧
10	KNR25553	3	갓끝말림, 대짧
11	KNR25553	12	대짧, 갓백, 우수파트너
12	KNR25663	4	갓검, 대후, 대쭈
13	KNR25663	10	갓검, 대후, 아래오뚜기
14	KNR25663	6	대후, 갓검
15	KNR26963	19	갓대, 우산
16	KNR26973	1	갓검, 갓집

17	KNR26973	16	계통별품고, 갓검
18	KNR26973	10	계통별 품고, 갓검
19	KNR26973	13	대장, 갓검
20	KNR26973	5	선발파트너
21	KNR27063	18	갓검, 대짚, 대후
22	KNR27063	15	계통별 갓검
23	KNR27063	7	선발파트너갓검
24	KNR27073	17	대후, 갓중백, 대짚
25	KNR27073	20	대후, 갓중백, 대짚
26	KNR27073	9	갓백, 선발파트너
27	KNR27073	16	선발파트너
28	KNR27133	6	계통별갓검
29	KNR27133	11	오뚜기
30	KNR26373	14	계통별갓검, 갓얇
31	KNR26373	13	대장,갓검,대쪽
32	KNR26373	9	대쪽
33	KNR26373	4	갓색보통, 갓우산
34	KNR26783	12	대장
35	KNR26783	2	갓검편, 대쪽
36	KNR26783	6	대장, 대쪽
37	KNR26993	19	대쪽, 대백, 갓검
38	KNR27173	3	갓검, 대쪽, 빠진오뚜기
39	KNR27173	11	품질고
40	KNR26953	15	갓검, 대후
41	KNR25933	15	계통별갓검, 대후
42	KNR25933	13	계통별대쪽, 갓색보통
43	KNR26123	16	갓검
44	KNR26123	6	갓백이지만, 대장,대쪽
45	KNR26213	3	대쪽, 갓평범
46	KNR26853	9	일부고품, 갓검
47	KNR26853	14	대후, 갓검
48	KNR26803	2	계통별대장, 갓검
49	KNR26803	8	계통별갓검, 대쪽, 대후
50	KNR26803	1	형질중속, 대장, 대짚
51	KNR26863	10	계통별, 오뚜기
52	KNR26863	1	형질중속, 일부고품, 갓검
53	KNRKNR2553-2×3	19	갓색보통, 대보통, 대쪽, 갓끝말
54	KNRKNR2553-2×3	4	2*3유사, 갓백, 갓끝말, 일부대극짚

55	KNRKNR2553-2×3	7	2*3유사, 갓백, 갓끝말, 일부대극짧
56	KNRKNR2553-2×3	1	2*3유사, 갓색보통, 갓끝말
57	KNRKNR2553-2×3	3	2*3유사, 갓진한편, 일부발불
58	KNR2553-2×10	16	갓우산, 갓백, 일부대극짧, 갓끝말
59	KNR2553-2×10	6	다수대극짧, 갓색보통, 우산
60	KNR2553-2×10	18	일부갓우산, 갓백
61	KNR2553-2×10	20	갓검, 대짧, 갓끝얇
62	KNR25393 7×12	10	갓검, 일부배추, 주름소, 일부발불, 느림
63	KNR25393 7×12	5	갓검, 갓끝말, 일부대짧
64	KNR25393 7×12	9	주름소, 갓검, 일부대짧
65	KNR25393 7×12	18	갓강우산, 갓검, 대장
66	KNR25393 7×12	7	갓소, 갓색보
67	KNR25393 6×12	14	조름소, 아래오뚜기, 갓백, 대장
68	KNR25393 6×12	3	느림, 주름소, 일부대장
69	KNR27133 3×11	13	갓검, 일부느림, 일부갓끝말, 우산
70	KNR27133 3×11	15	주름소, 갓백, 대쪽,대후
71	KNR27133 3×11	20	갓검, 대후
72	KNR27133 3×11	6	아래오뚜기, 갓검, 느림
73	KNR27133 3×11	4	2312형, 일부갓검
74	KNR23123	100	갓색밝음
75	KNR23123	99	갓색밝음
76	KNR23123	8	무게,갓색, 품질
77	KNR23123	23	무게,갓색흑백, 우산갓, 품질, 대검
78	KNR23123	78	품질, 갓색질어 적당
79	KNR23123	54	길이짧음, 품질우수, 갓색밝음
80	KNR23123	91	무게, 우산갓, 갓색, 키름
81	KNR23123	47	무게, 갓색질음
82	KNR23123	72	갓색질음
83	KNR23123	12	
84	KNR23123	16	소형,오뚜기,대갈라짐.
85	KNR23123	17	대짧,대후, 갓회색
86	KNR23123	20	주름중, 갓회색
87	KNR23123	28	오뚜기형, 갓회색
88	KNR23123	3	오뚜기, 모양양호, 형
89	KNR23123	32	오뚜기형, 갓진
90	KNR23123	45	갓우산,진한편
91	KNR23123	48	2312형, 긴오뚜기, 갓색보통, 우산형
92	KNR23123	53	갓색진, 약간긴 배추형

93	KNR23123	60	대장, 갓중간
94	KNR23123	69	대후, 갓밝은편
95	KNR23123	7	2312형, 주름밑연검, 갓색진미려, 대장, 대얹
96	KNR23123	79	약간 진 배추형
97	KNR23123	97	오뎅이, 갓진한편, 우산형, 갓끝말림
98	KNR23124	45	갓우산,진한편,
99	KNR23124	11	대큼, 대짧, 갓우산, 갓색보통
100	KNR23124	185	갓색진
101	KNR23124	22	대장, 목잘록
102	KNR23124	30	갓진한편, 대짧, 균형우수
103	KNR23124	73	대짧,갓우산
104	KNR23124	83	대짧, 갓우산, 갓진
105	KNR23124	102	갓색진, 갓우수, 균형우수
106	KNR23124	127	갓색진, 주름소
107	KNR2594	15	갓검, 갓끝안, 갓얹
108	KNR2526	12	갓밝은편, 빗살, 대장
109	KNR2600	15	대장, 갓검
110	KNR2589	7	갓검, 갓끝안, 중형
111	KNR2736	17	

나. 선발 육종모본 자식계통의 생육특성

선발된 111개 단핵군사간 교배결과 6,049개 교배조합 생성되었으며, 교배계통 중 클램프킨 넥션 형성군주 1,603계통 생육조사하여 특성을 비교분석하였다. 단핵군사가 지닌 형질 중 교배 계와 상관없이 그 특성을 보여주는 것과 잃어버리는 경우가 있었는데, 형질을 지배하는 유전자의 우열성 관계에서 비롯된 것으로 추정된다. 우성을 보이는 것인 갓색으로 그림 19에 보여지듯이 25393-7 계통의 특성이 교배한 계통에 상관없이 일정부분 유지되는 것을 관찰할 수 있었다(그림 19)

- 25393-7(특징 : 갓색 질음)의 교배계통 갓색

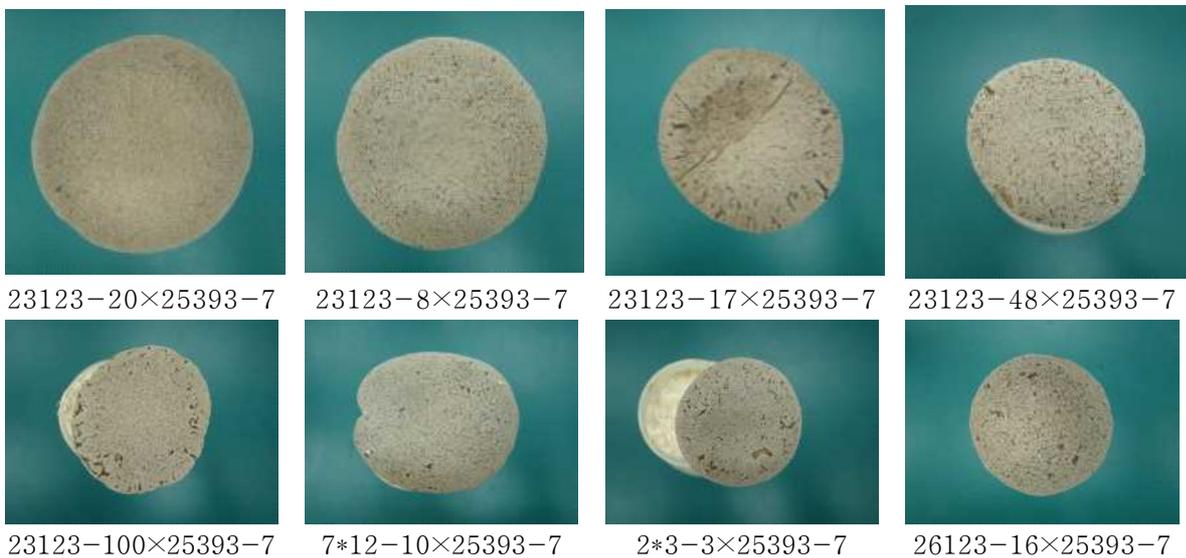


그림 19. 선발 육종모본 교잡계통의 갓색도(25393-7, 특징 : 갓색진함)

KNR25553\_2\*3-1은 갓이 우산형이고 갓끝이 안으로 말리는 특징이 있는데, 이 형질 또한 많은 조합에서 그 특성이 유지되어 우성성이 강함을 보여주었다(그림 20). 이러한 자실체 특징은 시장에서 요구하는 농업적 주요형질로 앞으로 소비자나 시장 주문형 품종을 육성하는 기초가 될 것으로 사료된다.



그림 20. 선발 육종모본 교잡계통의 갓형태(KNR25553\_2\*3-1, 특징 : 갓우산, 갓끝이 안으로 말림)

#### 4. 연구결과 요약

- 가. 국내시장 대체형 큰느타리 신품종 애린이5는 대조품종에 비해 생육소요일이 3일 단축되어 생산효율 증대(17.4 → 14.6일)되고, 수확량이 12% 증대(77→86g)되었으며, 품질이 6.8에서 7.2로 개선되었다. 대가 곧고 굵으며 갓색이 진하여 국내, 동남아 소비자 선호도가 높을 것으로 사료된다.
- 나. 유럽·북미시장용 신품종 갓애린이는 갓이 우산형이고 갓의 무게 비중이 42%로 높으며, 대조품종에 비해 수확량이 많으며(11%개선), 품질이 개선(20%) 되었다.
- 다. 아시아 시장용 17 × 15 계통은 생육소요일이 15.4로 대조구의 17.0보다 짧으며 갓색이 짙고 중형의 버섯으로 주변국으로의 수출시장 개척용으로 개발되었다.
- 라. 우수계통 자식을 통하여 형질을 검증한 우수모본 풀(단핵균사 111개)의 특성을 주요 농업형질을 지니고 있으며 많은 형질, 특히 갓색이나 우산형 갓은 교배상대와 상관없이 형질이 유지되는 특성을 보여 소비자 주문형 품종육성에 기초를 제공하였다.

### 제3-3절 저장성 강화 수출용 느타리 품종육성 및 보급

#### 1. 장기유통에 적합한 포장지 선발

##### 가. 시험균주 및 종균제조

장기유통에 적합한 포장지 선발을 위하여 저장성이 우수한 끈지7호를 이용하였다. 버섯연구소에 보관중인 느타리버섯 끈지7호를 PDA에 3회 계대 배양하여 25℃ 항온기에서 배양되었다. 3회이상 계대 배양이 되어 생육이 안정된 균주는 종균배지에 접종하였다. 종균배지는 톱밥과 미강을 80:20로 혼합하고 수분을 65%조절하여 900ml 병에 600~650g씩 종균배지를 입병하였다. 입병이 완료된 후 121℃에서 90분간 고압살균 한 후 25℃까지 냉각하여 종균을 병당 10g 내외로 접종하였다. 접종이 완료된 배지는 배양실로 옮겨, 온도 20℃, 상대습도 65%의 조건에서 25일간 배양하여 종균으로 사용하였다.

##### 나. 배지 조성 및 생육관리

버섯 생육을 위한 기본배지의 조성은 미루톱밥+비트필프+면실박 = 50:30:20(v/v) 기본 배지에 수분함량은 65~70%로 조절하여 900ml 병에 580~600g가 되도록 입병한 후 121℃에서 90분간 고압살균 한 후 냉각하여 종균을 병당 10g내외로 접종하였다. 접종이 완료된 배지는 온도 20℃, 상대습도 65%내외로 조절되는 배양실에서 30일간 배양한 후 병목 1cm 아래 부분에서 균긋기 후 생육실로 옮겨 재배하였다. 발이전 생육조건은 발이유도는 온도 20±1℃, 습도 95%내외, CO<sub>2</sub> 2,000ppm 이상 조건에서 실시 하였으며, 발이 후 생육중기에는 온도 18±1℃, 습도 95%내외로 조절하고 환기는 버섯형태에 맞추어 조절하였다. 수확기에는 온도 15±1℃, 습도 90%내외, CO<sub>2</sub> 700±100ppm 으로 재배하였다. 생육특성조사는 국립종자원의 느타리 신품종 특성조사요령에 준하여 조사하였다.

##### 다. 포장지 및 포장방법

저장기간에 따른 신선도 변화를 조사하기 위하여 수확된 버섯은 예냉 처리(0~2℃, 48시간)후 포장을 하여 저온저장고(4℃)에 35일간 저장하면서 수시로 품질변화를 조사하였다. 유공방담 필름 포장재는 두께 30μm 방담 OPP(Oriented Polypropylene)재질로 산소투과도를 2,000cc/m<sup>2</sup> 24h atm)으로 제작하여 사용하였으며, 무공방담 필름 포장재는 유공방담 필름과 두께 및 재질이 동일하며 산소투과가 없도록 제작하여 사용하였다. 랩포장은 일반적인 버섯 포장시에 이용되는 포장재로 PE(폴리에틸렌)재질로 만든 것을 이용하였다. 예냉처리가 완료된 버섯은 300g 내외로 PE용기에 담은 후 랩, 유공방담필름, 무공방담필름을 가지고 삼면포장기를 이용하여 포장하였다. 포장이 완료된 버섯은 20℃ 항온실로 옮겨 7일동안 버섯의 신선도 변화를 조사하였다.

##### 라. 저장기간중 자실체 품질변화 조사

중량감모율은 저장기간 중 변화한 무게를 초기무게를 기준으로 백분율로 계산하였으며 갓신장은 초기 갓신장율을 기준으로 저장 후 변화된 값을 백분율로 계산하였다. 색도는 갓색의 변화를 조사하기 위해 색차계 (Konica Minolta Spectrometer Cm-3600d, Japan)로 L,a,b값을 측정하였고, 물성분석기(SUN Rheo Meter COMPAC-100)로 대 중간부위에서 직경 10mm 원통

형으로 잘라 경도와 탄성을 측정하였다. 신선도는 냄새 및 버섯의 외관을 종합적으로 판하여 Minamide법에 의해 6단계로 달관조사하여 도표화하였다.

## 2. 수출 및 장기유통을 위한 느타리버섯 선도유지 기술개발

### 가. 시험균주 및 재배

생육온도에 따른 선도연장 연구를 위하여 해외에 수출중인 흑타리와 춘추2호 균주를 공시균주로 사용하였다. 배지조성, 생육관리는 시험1의 재료 및 방법과 동일하게 실시하였으며 생육된 버섯을 수확하여 선도연장 시험에 이용하였다.

### 나. 예냉 및 유통온도

저장 및 유통의 온도조건에 따른 신선도 변화를 조사하기 위하여 생육온도 13℃, 수확시기 잣크기 20mm이하 예냉온도 0℃, 예냉시간 처리는 0, 24, 48, 72시간 등 4처리하여 1℃ 저장, 30일간 저장하여 유통온도 15, 20℃에서 2일 간격으로 품질변화를 조사하였다. 포장재는 두께 30μm 방담 OPP(Oriented Polypropylene)재질로 산소투과도를 2,000cc/m<sup>2</sup> 24h atm)으로 제작하여 사용하였다. 250~300g내외로 PE용기에 담아 포장필름으로 포장하여 조사하였다.

## 3. 장기유통에 적합한 느타리버섯 모본선발

본 연구에 사용된 공시균주는 경기도농업기술원에 보존중인 100계통의 느타리 수집균주를 이용하였다. 종균제조, 배지 조성, 생육관리, 저장기간 중 자실체 품질변화 조사는 시험1과 동일하게 실시하였다. 신선도 변화를 조사하기 위하여 수확된 버섯은 예냉 처리(0~2℃, 48시간) 후 포장을 하여 저온저장고(4℃)에 35일간 저장하면서 수시로 품질변화를 조사하였다. 포장방법은 예냉처리가 완료된 버섯을 200g 내외로 PE용기에 담은 후 랩으로 2중으로 포장하여 저장고에 보관하였다.

## 4. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성

### 가. 단포자 분리 및 선발

수집 및 선발계통의 자실체에서 포자를 받아 멸균수로 10<sup>4</sup>~10<sup>6</sup> 배로 희석하여 PDA에 도말하였다. 독립적으로 발아한 포자를 선별하여 살균된 백금으로 떼어내어 새로운 PDA배지에 한 개의 균총씩 옮겨 독립적으로 배양하였다. 배양된 균사는 현미경으로 클럼프 유무와 균사생장상태를 확인하여 단핵균주임을 확인하였고, 균사생장속도, 운문형성, 균사 부상 유무 등의 기준으로 선별하여 교잡에 이용하였다.

### 나. 공시균주 및 교배조합

수출 및 장기유통용 느타리 버섯 계통육성을 위하여 수집 및 선발 계통을 이용하여 14년도에는 P11005-18(A) × K20180-36(B) 등 78조합 400교배 실시하였으며, 15년도 GMPO20209×장안7호 등 126조합 600교배, 16년도 수한1호 × 하성 등 105조합 875교배를 실시하였다. 또한 Di-Mono 교배는 P11005-18(A) × 춘추2호(B) 등 60조합 200교배를 실시하였다(표1).

표 1. 교배조합도

교배년도	단핵균주(A)	단핵균주(B)
2014	P11005(18, 29), P11056(5, 11, 40, 52, 54, 61) P11224(21, 80), DM11732(35, 56, 57, 60, 66, 75) P10222(41, 56), P10168(14, 28) (6균주 20점)	K20180(36), K20226(14, 28, 44) K20276(5, 23), K20208(4, 41), 삼강(37, 42), P09781(38) K20331(43), MT07156(8), X4, 끈지7호(6, 29), 농민59(8, 39), 장풍(95), 춘추2호(88) (13균주 20점)
	GMPO20182(24, 29, 32), GMPO20209(17, 23, 34, 46) GMPO20210(19, 35), GMPO20244(27, 35) GMPO20333(25, 49), GMPO20262(11, 28, 46) GMPO20268(13, 15, 40), GMPO20285(20) (7균주 20점)	끈지1호(6), 수한1호(12, 43, 80), 신농46(25, 68, 77), 장안7호(14), 장풍(95), 춘추2호(88) DM11732(57, 72, 75), GMPO20180(36) GMPO20226(28), GMPO20276(5, 23) GMPO20208(41), 삼강(37), P09781(38), MT07156(8) 농민59호(8), 김제7호(2), P11056(11, 52, 54), P10222(21, 56), P10168(14, 28) (18균주 30점)
2016	수한1호(5단핵균주), 신농46호(5단핵균주) 장안7호(5단핵균주), GMPO20407(5단핵균주) GMPO20104(5단핵균주), 삼구8호(5단핵균주) 흑타리(5단핵균주) (7균주 35점)	하성(16), 치약3호(36), 춘추2호(88), 장풍(95) 장안7호(14), 수한1호(41), 농민59호(8, 40, 39, 102), 끈지1호(6), MT07156(8, 97), LT05144(7, 33, 41) CG(88), CF(75), CD(11, 40, 52, 54), BI(43), BF(7, 8) (15균주 25점)

	단핵균주(A)	이핵균주(B)
2014 (Di-Mbno)	P11005(18, 29), P11056(5, 11, 40, 52, 54, 61) P11224(21, 80), DM11732(35, 56, 57, 60, 66, 75) P10222(41, 56), P10168(14, 28) (6균주 20점)	흑타리, 끈지7호, 끈지5호, 끈지2호 끈지1호, 삼강, 수한1호, 치약3호 장안5호, 장안7호(10균주)

#### 다. 재배 및 선발방법

계통육성을 위하여 단핵균사체는 PDA 배지에서 증식되었으며, 단핵균사간 또는 단핵균사와 이핵균사간 교잡을 표 2와 같이 실시하였다. 클램프가 형성된 새로운 교배계통들은 종균제조 후 재배용 배지인 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20)배지를 접종하였다. 재배방법은 병재배법 기준에 맞추어 실시하였으며, 생육조사는 농사시험연구 조사기준에 준하였다.

우수계통 선발기준은 버섯연구소 품질조사기준(표 2)에 의거, 갓색, 대색, 균일성, 물리성, 수량 등을 조사하여 3등급이상의 우수한 품질을 가진 계통을 선발하였다. 선발된 계통은 조직분리하여 PDA배지에 접종 및 증식하여 냉장 보관하면서 특성검정시 계대배양하여 이용하였다.

표 2. 품질조사기준(병재배)

등급	합 계	품 질					
		갓색	대색	갓길이 균일성 ♪	대두께 균일성 ♫	대길이 균일성 ♬	파손 정도
1	25이상	진회색	백색	상	상	상	하
		5	5	5	5	5	5
2	19~24	-	-	-	-	-	-
3	13~18	회색	연회백색	중	중	중	중
		3	3	3	3	3	3
4	7~12	-	-	-	-	-	-
5	6 이하	연회색	회백색	하	하	하	상
		1	1	1	1	1	1

♪ 갓길이 균일성 : 병재배 갓길이 30mm내외의 갓의 분포정도

♫ 대두께 균일성 : 병재배 대두께 8~12mm인 대의 분포정도

♬ 대길이 : 병재배 대길이 장 : 70~100mm인 대의 분포정도

#### 5. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 특성검정

계통육성에서 선발된 계통들은 특성검정을 위하여 병재배를 실시하였다. 배지재료는 톱밥+비트펠프+면실박(50:30:20)비율로 혼합하여 수분 65%로 조절하였으며, 배지량은 900ml 병에 600g을 입병하였다. 기존 병재배법 기준에 맞추어 3회이상 재배를 실시하였으며, 생육조사는 농사시험연구 조사기준에 준하였다.

#### 6. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정

특성검정을 통하여 선발된 우수계통들은 1,000병씩 재배접종하여 생산력검정을 실시하였다. 재배방법 및 저장성 조사는 상기의 방법에 준하였다.

#### 7. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 육성품종 및 농가실증

가. 만타리(P14280)

‘만타리’는 갓색이 진하여 대가 긴 형태를 나타내는 ‘DM11732’와 다발성이며 생육이 균일한 특성을 가지고 있는 ‘춘추2호’를 단포자 교배하여 육성한 품종이다.

단포자 교배에 사용된 단핵균주는 모본인 ‘DM11732’와 ‘춘추2호’로 부터 포자를 받아 희석배양하고, 현미경 검정을 통하여 클램프 유무에 따라 단핵균주를 선발하였다. 선발된 단핵균주중 ‘DM11732’의 85번균주와 ‘춘추2호’의 88번 균주를 2014년에 단포자 교배하여 ‘만타리’를 육성하였다. 2014년부터 2015년까지 주요특성 및 생산력 검정, 농가실증시험을 거쳐 농촌진흥청 품종심의위원회에서 신품종으로 선정되었다(그림. 1).



그림 1. 육성경과(육성 계통도)

재배방법 및 저장성 조사는 상기의 방법에 동일하게 실시하였으며, 생육특성조사는 국립종자원의 느타리 신품종 특성조사요령에 준하여 조사하였다. 농가실증시험은 병재배농가인 여주 1(A), 양평(B), 여주2(C), 용인(D) 지역에서 실시하였으며, 배지조성 및 재배는 지역농가방식에 준하여 재배하였다.

DNA 다형성 검정은 ‘만타리’의 교배 단핵균주, 단핵균주의 모본인 이핵균사체를 PDA(Potato Dextrose Agar)배지상에서 배양하여 균사체로부터 염색체 DNA를 분리하였다. 이를 주형으로 하여 3개의 random primer인 UFPF2, UFPF3, UFPF4 을 이용하여 각 PCR 반응에서 200 bp에서 3000 bp 범위의 크기를 가진 DNA 밴드를 관찰하였다.

나. 산타리(GB219)

‘산타리’는 갓이 둥근형이며 대가 긴 형태인 ‘GMPO20404’와 갓색이 진갈색인 특성을 가지고 있는 ‘호산’을 ‘14년도에 교배하여 육성한 품종이다.

단포자 교배에 사용된 단핵균주는 모본인 ‘GMPO20404’와 ‘호산’으로 부터 포자를 받아 희석 배양하고, 현미경 검정을 통하여 클램프 유무에 따라 단핵균주를 선발하였다. 선발된 단핵균주 중 ‘GMPO20404’의 19번균주와 ‘호산’의 47번 균주를 2014년에 단포자 교배하여 ‘산타리’를 육성하였다. 2014년부터 2016년까지 주요특성 및 생산력 검정, 농가실증시험을 거쳐 농촌진흥청 품종심의위원회에서 신품종으로 선정되었다(그림. 2).

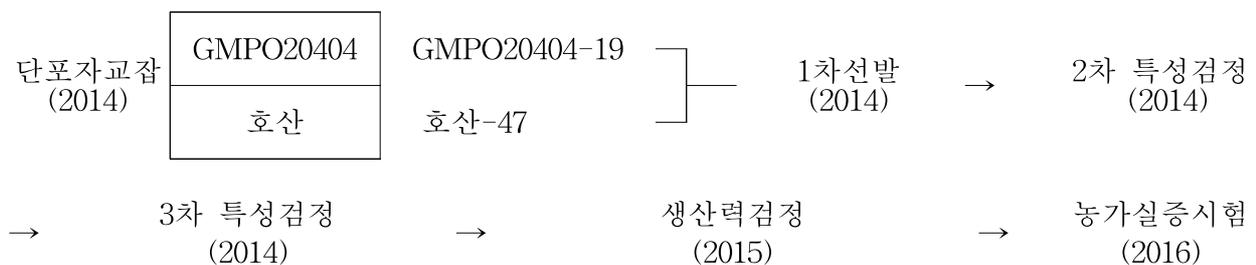


그림 2. 육성경과(육성 계통도)

생육방법 및 저장성은 상기의 방법과 동일하게 실시하였으며, 농가실증시험은 병재배농가인 여주1(E), 여주2(F), 용인(G) 지역에서 실시하였으며, 배지조성 및 재배는 지역농가방식에 준하여 재배하였다.

DNA 다형성 검정은 ‘산타리’의 교배 단핵균주, 단핵균주의 모본인 이핵균사체를 PDA(Potato Dextrose Agar)배지상에서 배양하여 균사체로부터 염색체 DNA를 분리하였다. 이를 주형으로 하여 3개의 Random primer인 URP3, URP10, URP12 을 이용하여 각 PCR 반응에서 200 bp에서 2000 bp 범위의 크기를 가진 DNA 밴드를 관찰하였다.

### 1. 장기유통에 적합한 포장지 선발

상온유통시 포장지에 따른 중량감모율 및 신선도를 조사하였다. 랩포장은 유통 3일째에 1.9%의 중량감모율을 보였으며, 방담필름(유공)과 방담필름(무공)은 7일째에 1%정도의 중량감모율을 나타내었다(표 3, 그림3).

표 3. 상온유통시 포장지에 따른 중량감모율

(단위: %)

보관일수 포장지	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
랩포장	0.3	1.2	1.9	2.7	4.9	4.1	4.9
방담필름(유공)	0.3	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	1.0
방담필름(무공)	0.2	0.5	0.7	0.7	0.7	0.9	1.0

※ 유통온도 : 20℃



랩포장

방담필름(유공)

방담필름(무공)

그림 3. 포장유형

신선도에 있어서 랩포장은 3일째까지 판매가능한 상태였으며, 방담필름(유공)과 방담필름(무공)은 4일째까지 판매가능한 상태였다. 상온유통 6일째에 전체적으로 대색택이 탁해지고 대에 많은 수분을 보유하고 있었다. 특히, 랩포장 처리구에서는 갓표면에 버섯균사가 형성되었고, 방담필름(무공)에서는 내외부의 가스 유통이 없어 이취발생이 심하고 갓표면이 물러지는 현상을 나타내었다(표 4, 그림4).

표 4. 상온유통시 포장지에 따른 신선도 등급

(단위 : 점수)

보관일수 포장지	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
랩포장	10.0	8.0	6.0	4.0	3.0	2.0	0.0

방담필름(유공)	10.0	8.0	8.0	6.0	4.0	3.7	3.7
방담필름(무공)	10.0	8.0	8.0	6.0	5.0	4.5	3.0

※신선도(Minamide 법) : 10; 매우신선, 8; 신선, 6; 판매가능, 4; 식용가능, 2; 식용불가, 0; 변질



랩포장

방담필름(유공)

방담필름(무공)

그림 4. 상온유통 6일째 상태

## 2. 수출 및 장기유통을 위한 느타리버섯 선도유지 기술개발

밀폐된 공간안에 버섯을 200g 내외(팩 단위)로 소포장하여 공간내에 탄산가스센서를 위치하여 경시적으로 탄산가스농도를 측정된 결과 그림 5와 같다. 흑타리는 유통온도 15℃에서는 예냉 48시간이 19.6~34.6% 가장 낮은 농도를 보였고 유통온도 20℃에서는 15℃보다 높은 농도를 보였다. 춘추 2호는 유통온도 15℃에서는 예냉 0시간이 가장 낮은 농도를 보였고 유통온도 20℃에서는 흑타리와 같은 경향을 보였다. 품종별로는 춘추 2호가 흑타리보다 호흡량이 낮으며 이는 저장력과 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다(전 등, 2014).

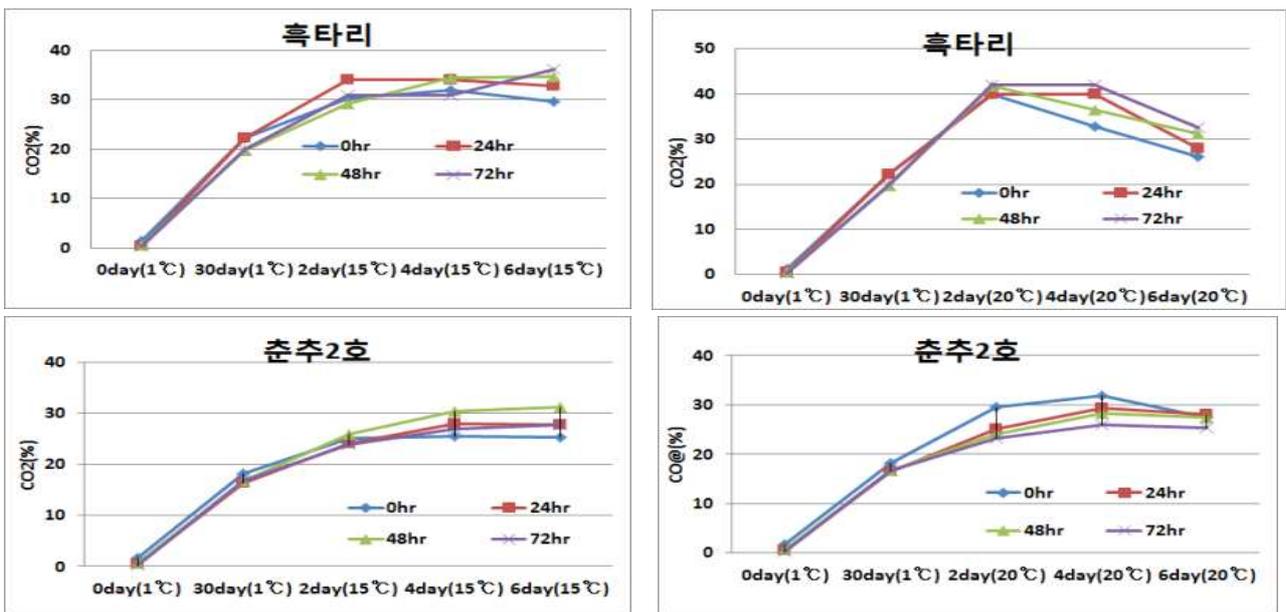


그림 5. 예냉시간 및 유통온도별 탄산가스농도 변화

흑타리는 유통온도 15℃에서는 예냉 48시간이 8.3~9.6%로 가장 낮은 감모율을 보였고 유통온도 20℃에서는 15℃보다 높은 감모율을 보였다(그림 6). 춘추 2호는 유통온도 15℃에서는 예냉 24시간이 9.3~10.5%로 가장 낮은 농도를 보였고 유통온도 20℃에서는 유통기간이 길수록 증가하는 경향이있

다. 이는 온도상승에 따른 호흡량 증가에 기인한 것으로 해석되고 예냉처리가 호흡과 증산을 감소시킨 결과라고 추정된다. 한편, 품종별로는 춘추 2호가 흑타리보다 감모율이 낮으며 이는 저장유통 기간 연장과 관계가 있을 것으로 추정된다(이 등, 2013).

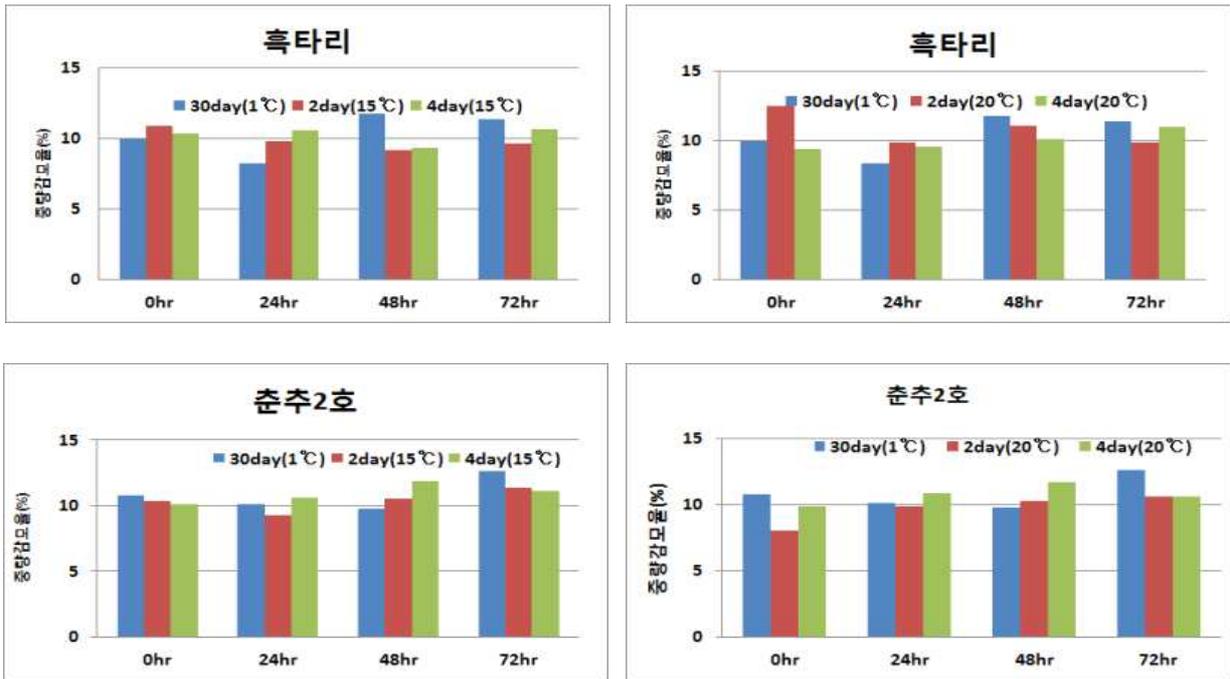


그림 6. 예냉시간 및 유통온도별 중량감모율의 변화

흑타리는 유통온도 15°C에서는 예냉 24시간이 2.3~6.4%로 갓 신장이 가장 낮았고, 유통 기간이 길수록 갓신장이 증가하는 경향이었고 유통온도 20°C에서는 15°C보다 높은 갓신장율을 보였다(그림 7). 춘추 2호는 유통온도 15°C에서는 예냉 48시간이 4.5~5.7%로 가장 낮은 신장율을 보였고 유통온도 20°C에서는 15°C보다 높은 갓신장율을 보였다. 품종별로는 춘추 2호가 흑타리 보다 갓 신장율이 낮으며 이는 저장력 및 품질과도 관계가 있을 것으로 추정된다(이 등, 2013).

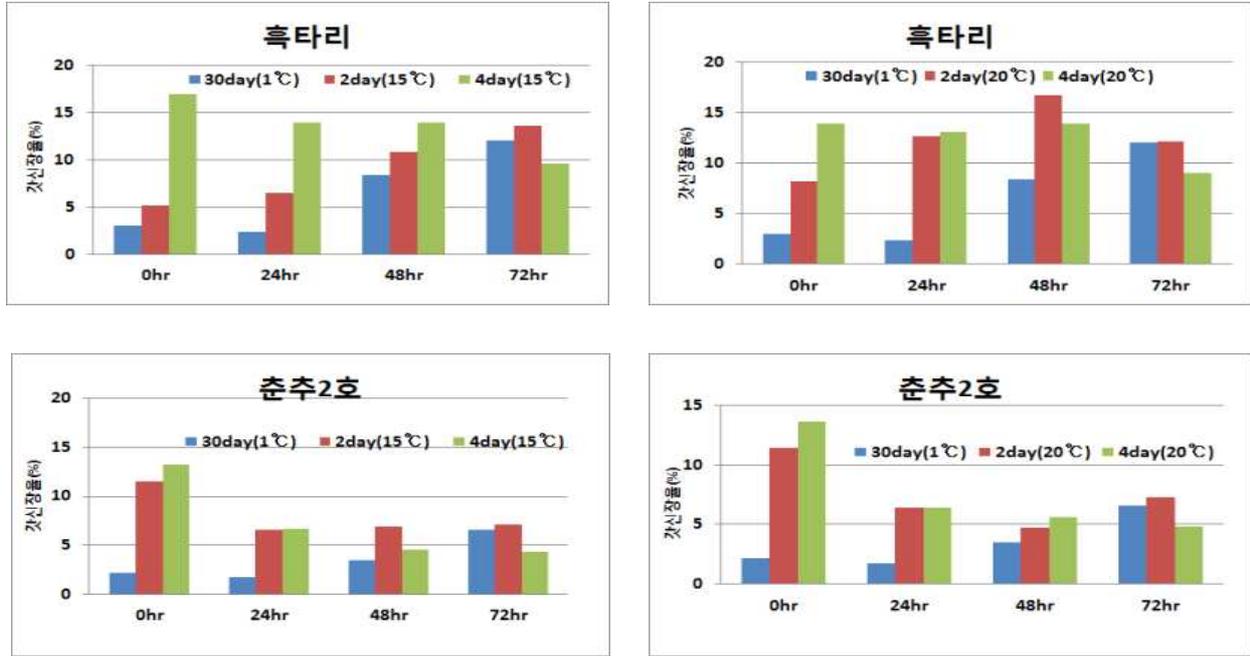


그림 7. 예냉시간 및 유통온도별 갓신장율의 변화

흑타리의 경우 적정 예냉시간 및 저장후 유통기간별 자실체의 명도 및 색도의 변화를 조사한 결과(표 5) 저장 후 유통온도는 15°C보다 20°C가 갓의 명도값이 증가하는 경향을 보였고 유통기간이 길수록 명도 값도 증가하는 경향을 보였다. 춘추 2호는 흑타리보다 명도값이 높은 값을 보였으며 유통온도 및 유통기간도 흑타리와 같은 경향을 보였다. 이는 본래 갓색은 흑색 또는 흑회색으로 저장기간이 길어지면서 갓색이 연해지는 특성이 반영되어서 나타나는 현상으로 추정된다. 저장 후 유통온도는 15°C보다 20°C가 갓의 채도값 a, b의 값이 증가하는 경향을 보였고 유통기간이 길어지면서 서서히 증가하지만 예냉시간이 길어지면 갓의 채도 a, b의 채도값이 빠르게 증가한다. 춘추2호는 흑타리보다 a의 값이 낮은 경향을 보였고 b값은 춘추 2호가 흑타리보다 높은 경향을 보였다. 갓색은 a의 값이 b값에 비하여 더 높은 것이 특징적이며 갓의 색변화는 적색보다는 노랑색의 변화가 더 큰 것이라고 할 수 있다.

표 5. 예냉시간 및 유통온도별 색도의 변화

품 종	예냉 시간	유통 온도 (°C)	색 도								
			2일			4일			6일		
			L	a	b	L	a	b	L	a	b
흑타리	0hr	15	28.2	4.2	9.8	34.8	5.2	11.6	40.8	5.5	14.9
		20	29.8	5.1	11.7	35.5	5.4	12.7	37.7	5.6	14.4
	24hr	15	28.8	4.8	10.4	30.9	5.1	10.9	40.6	5.6	13.6
		20	32.9	5.6	12.4	33.7	5.9	13.7	46.7	6.0	16.3
	48hr	15	25.7	4.6	9.8	34.9	5.9	11.4	41.3	6.2	14.4
		20	24.2	5.1	9.7	37.5	5.8	13.9	41.5	6.5	16.1
72hr	15	27.7	4.9	9.0	32.4	5.9	12.8	42.3	6.0	14.3	

		20	26.3	5.1	9.5	33.9	5.8	13.5	39.8	6.0	14.4
춘추 2호	0hr	15	53.5	3.1	13.2	56.3	3.3	14.9	59.8	4.2	16.0
		20	54.5	3.1	13.3	56.2	3.3	14.4	60.4	3.8	15.5
	24hr	15	55.4	3.5	13.6	56.1	3.8	14.6	61.5	4.9	16.7
		20	50.5	4.0	14.6	54.3	4.8	16.8	57.8	5.3	16.9
	48hr	15	49.4	4.1	14.9	51.5	4.9	16.4	53.3	5.3	18.1
		20	50.5	4.0	14.6	54.3	4.8	16.8	57.8	5.3	16.9
	72hr	15	51.5	4.1	14.5	53.3	4.7	15.7	54.5	5.3	16.8
		20	55.6	4.3	15.2	56.2	4.6	15.8	57.4	4.7	16.7

흑타리의 경우 적정 예냉시간 및 저장후 유통온도별 자실체의 경도 및 탄성의 변화를 조사한 결과(표 6) 저장기간에 따라 낮아지는 경향을 보였고 유통온도는 15℃보다 20℃가 낮아지는 경향이였다. 예냉시간별 차이는 보이지 않았으나 품종간에는 춘추2호가 흑타리보다 높은 것으로 나타났다. 탄력성도 저장기간이 경과함에 따라 낮아지는 경향을 보였고 유통온도 및 품종간에는 일정한 차이가 없었다.

표 6. 예냉시간 및 유통온도별 물성의 변화

품 종	예냉 시간	유통 온도 (℃)	물 성						
			경도(kg/cm <sup>2</sup> )			탄력성(%)			
			2일	4일	6일	2일	4일	6일	
흑 타 리	0hr	15	1.1	1.1	1.1	92.1	90.8	90.6	
		20	1.2	1.2	1.1	94.2	92.2	90.8	
	24hr	15	1.6	1.1	1.0	95.1	94.7	91.0	
		20	1.4	1.1	1.0	96.5	91.5	84.0	
	48hr	15	1.4	1.2	1.2	99.1	90.5	90.0	
		20	1.2	1.1	0.8	95.5	94.3	87.1	
	72hr	15	1.4	1.1	1.1	96.0	91.0	88.2	
		20	1.1	1.0	0.9	96.4	91.5	85.7	
	춘 추 2 호	0hr	15	2.9	2.8	2.5	92.9	90.3	89.7
			20	2.9	2.8	2.4	91.0	90.7	90.1
24hr		15	2.9	2.5	2.0	95.2	92.3	91.0	
		20	3.0	2.6	2.5	94.2	93.1	92.1	
48hr		15	2.8	2.7	2.4	98.5	93.5	88.8	
		20	2.9	2.6	2.3	96.9	94.3	89.1	
72hr		15	2.5	2.0	1.8	93.9	92.7	92.5	
		20	2.6	2.4	2.3	94.9	94.2	94.1	

예냉시간 및 저장후 유통온도별 자실체의 이취 및 신선도 관능검사결과는 표 7에서 나타내었는데 예냉시간이 길수록 신선도가 연장되었으나 예냉시간이 적을수록 신선도가 낮아지는 경향을 보였다.

표 7. 예냉시간 및 유통온도별 이취 및 신선도

품 종	예 냉 시 간	유통 온 도 (°C)	이 취 정 도(1-5) <sup>↓</sup>			신 선 도(0-10) <sup>♯</sup>		
			0일	2일	4일	0일	2일	4일
흑 타 리	0hr	15	5	3	3	8	6	6
		20	5	3	3	8	6	6
	24hr	15	5	3	3	8	6	6
		20	5	3	3	8	6	6
	48hr	15	5	3	3	8	8	6
		20	5	3	1	8	6	4
72hr	15	5	3	3	10	6	6	
	20	5	3	1	10	6	4	
춘 추 2 호	0hr	15	5	3	3	10	10	6
		20	5	3	3	10	8	6
	24hr	15	5	3	3	10	10	6
		20	5	3	3	10	6	6
	48hr	15	5	3	3	10	8	6
		20	5	3	3	10	6	6
72hr	15	5	3	3	10	8	6	
	20	5	3	3	10	6	6	

※ 산소투과도 2,000cc/m<sup>2</sup>24h atm, 두께 30 $\mu$ m 방담 OPP(Oriented Polypropylene)

↓ 이취정도 : 5: 무, 3: 판매가능한 이취발생, 1: 매우심하여 판매불가

♯ Minamide법(0-10) : 10:매우신선, 8:신선, 6:판매가능, 4:식용가능, 2:식용불능, 0:변질

그러나 유통온도 상온에 경과될수록 예냉시간이 길수록 갈변 및 갓 끝 갈라짐 증상이 나타나 신선도 유지 및 품질에 변화가 발생되었다. 또한 품종별로는 앞서 논술한 바와 같이 춘추 2호가 흑타리보다 호흡량이 적어 같은 예냉시간과 비교하여 보면 선도유지 기간 연장에 유리한 요인을 갖고 있다고 볼 수 있다. 특히 저온에 민감한 원예작물은 저온에 예냉한 후 상온으로 옮기게 되면 저온 저장기간 동안 축적된 대사물질을 해독하거나 손상된 세포막 및 세포 소기관을 복구하려는 세포자체의 노력에 의해 비정상적으로 호흡속도가 증가되어 상품성이 급격히 하락하게 된다(농촌진흥청, 2007)는 보고와 같이 버섯에서도 수확 후 예냉처리에 의한 호흡량을 감소를 유도하여 선도유지기간이 연장되는 효과를 볼 수 있었다.

따라서, 느타리버섯 예냉처리 후 저온저장(1°C) 30일후 유통과정중 선도 유지에 적합한 방법은 흑타리는 예냉 48시간, 유통온도 15°C, 4일까지 판매가 가능하였고, 춘추 2호는 예냉 24시간 15°C, 4일까지 판매가 가능한 것으로 판단되었다(그림 8).



【흑타리 예냉 0, 48시간, 저장 30일후 유통온도(15°C) 4일차】



【춘추2호 예냉 0, 24시간, 저장 30일후 유통온도(15℃) 4일차】



【흑타리 예냉 0, 24시간, 저장 30일후 저장온도(1℃) 저장기간 45일차】



【춘추2호 예냉 0, 24시간, 저장 30일후 저장온도(1℃) 저장기간 55일차】

그림 8. 예냉시간 및 유통온도처리에 따른 저장기간중 버섯 품질변화 모습

### 3. 장기유통에 적합한 느타리버섯 모본 선발

장기유통에 적합한 느타리버섯 육종을 위하여 버섯연구소에 보존하고 있는 100계통을 재배하여 재배 특성 및 저장성을 조사하였다. 느타리 수집계통 100계통의 저장성을 검정한 결과, 저장기간 20일 미만인 32계통, 20~29일이 45계통, 30~33일이 11계통, 33일이상이 12계통이었다(표 8).

표 8. 수집계통의 저장성 검정 총괄표

(단위 : 계통수)

계	저장기간			
	20일 미만	20~29일	30~33일	33일이상
100	32	45	11	12

※ 저장기간 검정 기준 : Minamide법에 의한 신선도 6(판매가능), 저장온도 4℃

저장성의 우수한 12개의 수집균주의 재배적 특성은 표 9와 같다. GMPO20005등 3계통이 진한 회갈색을 나타내었으며, GMPO20033 등 4계통이 연회갈색을 나타내었다. 대굵기는 GMPO20005등 8계통이 8mm 이상으로 굵은 형태를 나타내었으며, GMPO20072 등 4계통이 8mm이하로 가는 형태를 나타내었다. GMPO20072등 4계통은 유효경수가 40개 이상이었으며 GMPO20052등 5계통의 병당수량이 140g으로 높은 편이었다.

표9. 저장기간 33일이상 계통의 재배적 특성

계통명	갓 색				갓직경 (mm)	대굵기 (mm)	대길이 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병 ♪)
	육안	L J	a	b					
GMPO20005	진회갈색	27.5	3.8	5.4	37.3	10.8	67.8	18.8	123.8
GMPO20033	연회갈색	45.5	3.2	6.9	29.4	9.9	98.3	19.2	116.1
GMPO20052	연회갈색	49.7	3.2	7.3	22.3	8.0	96.4	28.1	142.0
GMPO20053	연회갈색	53.7	3.3	10.7	28.1	10.0	83.2	18.0	100.8
GMPO20072	회색	45.4	2.7	5.7	25.5	7.5	79.0	43.3	164.4
GMPO20073	진회갈색	34.0	3.5	5.6	24.2	7.3	81.6	43.3	169.2
GMPO20074	진회갈색	31.2	2.8	4.3	23.7	6.7	75.5	44.2	148.6
GMPO20082	회갈색	49.0	2.6	5.6	28.8	7.9	93.4	46.8	189.9
GMPO20094	청회색	40.2	1.7	3.8	26.6	10.0	75.1	20.9	104.5
GMPO20102	청회색	49.6	0.3	2.9	28.2	9.5	73.4	19.1	106.8
GMPO20104	청회색	43.3	1.9	3.7	26.7	9.4	81.8	20.8	118.8
GMPO20117	연회갈색	50.1	1.3	6.3	28.0	8.9	72.3	16.8	91.9
곤지7호(대조)	회갈색	43.1	3.9	4.8	30.0	11.5	81.9	30.8	167.4

J Hunter 색채값, ♪ 병크기 : 900ml, ∅ 65mm

저장성이 우수한 12 계통은 33일 이상 저장하여도 신선도가 6점으로 판매가능한 형태였으며, 특히, GMPO20052와 GMPO20104계통은 39일에서 신선도가 6점으로 저장성이 매우 우수하였다(표 10).

표 10. 주요계통의 저장기간별 신선도

저장기간(일) 주요계통	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
GMPO20005	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6	6	4	2	0	0	0
GMPO20033	10	10	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	4	2	0	0
GMPO20052	10	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6	6	6	4	2	0
GMPO20053	10	10	8	8	8	8	8	8	6	6	6	4	2	0	0	0
GMPO20072	10	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6	4	2	0	0	0
GMPO20073	10	10	10	10	8	8	8	6	6	6	6	4	2	0	0	0
GMPO20074	10	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6	4	2	0	0	0
GMPO20082	10	10	8	8	8	8	6	6	6	6	6	6	4	2	0	0
GMPO20094	10	10	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	4	2	0	0
GMPO20102	10	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6	4	2	0	0
GMPO20104	10	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6	4	2	0
GMPO20117	10	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	4	2	0	0
근지7호(대조)	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6	4	2	0	0	0	0

※ 신선도(Minamide법) : 10 ; 매우신선, 8 ; 신선, 6 ; 판매가능 4 ; 식용가능, 2 ; 식용불가, 0 ; 변질.

※ 저장조건 : 200g 랩포장으로 4℃ 저장.

중량감모율은 저장기간이 길어질수록 점차 증가하였으며, 33일 저장기간의 중량감모율은 평균 4.9%를 나타내었으며 전체적으로 유사한 경향을 나타내었다.

표 11. 저장기간별 중량감모율

(단위 : %)

저장기간(일) 주요계통	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
GMPO20005	0.6	1.0	2.0	2.5	2.8	3.1	3.6	3.8	4.0	4.3	4.9	5.0	5.3	5.5	5.5	6.7
GMPO20033	0.5	1.0	2.0	2.0	2.9	3.2	3.5	3.6	4.1	4.4	4.5	5.1	5.2	5.4	5.8	6.0
GMPO20052	0.8	1.5	1.5	2.0	2.8	3.1	3.6	3.8	4.0	4.3	4.9	5.0	5.3	5.3	5.6	5.9
GMPO20053	0.7	1.0	2.0	2.0	2.6	3.1	3.6	3.8	4.0	4.5	4.7	5.1	5.5	5.8	6.0	6.7
GMPO20072	0.4	1.5	2.0	2.0	2.5	3.1	3.6	3.8	4.0	4.3	4.9	5.0	5.3	5.4	5.5	6.0
GMPO20073	0.5	1.5	2.0	2.4	2.5	3.2	3.5	3.7	4.3	4.9	5.0	5.3	5.9	6.0	6.5	6.9
GMPO20074	0.6	1.0	1.5	2.0	2.0	2.9	3.6	3.9	4.2	4.5	4.9	5.0	5.0	5.2	5.8	6.0
GMPO20082	0.6	1.0	1.5	2.0	2.3	2.9	3.6	3.6	4.3	4.3	4.9	5.2	5.4	5.4	5.7	6.1
GMPO20094	0.7	1.5	1.5	2.0	2.0	2.8	3.7	3.8	4.0	4.4	4.9	5.0	5.3	5.4	5.5	5.8
GMPO20102	0.5	1.0	1.5	2.0	2.0	2.9	3.6	3.9	4.3	4.3	4.8	5.0	5.3	5.5	5.5	5.5
GMPO20104	0.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.8	3.6	3.8	4.0	4.3	4.9	5.1	5.3	5.4	5.5	5.8
GMPO20117	0.4	1.5	2.0	2.5	2.5	2.9	3.0	3.5	4.1	4.5	4.9	5.0	5.4	5.5	5.6	5.8
근지7호(대조)	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	3.1	3.8	3.8	4.0	4.3	4.9	5.2	5.3	5.4	6.0	6.9
평균	0.6	1.2	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	3.8	4.1	4.4	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	6.2

저장기간별 갓과 대의 색도값 변화를 측정하였다. 색도값에서 명도값(L)과 적색도(a)는 저장기간에 따른 변화에 대하여 일정한 경향치를 나타내지 못하였다. 하지만 황색도(b)는 저장기간이 길어질수록 황색도값이 증가하는 경향을 보였다.

갓의 황색도값은 저장기간 0일에 평균 6.4를 나타내었으며, 저장기간 30일에서는 평균 10.2를 나타내었다. 저장기간 30일에서 GMPO20072계통의 황색도값은 8.2로 가장 낮았으며, GMPO20053계통은 15.3으로 가장 높았다.

표 12. 갓의 b값(황색도)

저장기간(일) 주요계통	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
GMPO20005	6.5	7.3	8.8	10.1	9.4	8.4	9.5	9.0	8.9	9.7	9.4	8.8	8.4	9.5	9.7	10.2	10.3
GMPO20033	6.4	7.8	9.1	9.9	9.0	8.9	9.2	9.7	9.9	8.3	9.4	9.0	8.7	9.3	10.4	9.1	10.3
GMPO20052	7.4	8.6	9.1	9.5	9.7	8.8	8.1	9.2	9.0	9.9	10.0	9.4	10.3	10.7	11.0	10.7	11.6
GMPO20053	11.0	12.3	13.4	12.8	12.8	15.3	14.3	14.0	15.8	15.2	15.3	16.0	16.4	15.7	16.0	16.4	16.4
GMPO20072	7.8	7.0	7.7	7.9	7.7	8.8	7.4	8.0	8.1	7.8	8.2	9.1	8.3	9.0	8.9	9.0	9.3
GMPO20073	8.3	8.0	7.9	8.1	8.0	8.4	7.8	7.9	8.1	8.8	8.6	9.0	8.0	8.7	9.3	9.3	9.0
GMPO20074	4.9	7.3	6.2	8.0	7.2	8.0	7.8	8.4	8.6	8.9	9.5	8.8	9.2	9.7	10.2	9.9	10.7
GMPO20082	5.1	6.8	7.4	9.4	8.3	8.8	9.3	8.7	9.4	9.0	9.1	9.0	10.4	10.0	9.9	10.7	10.8
GMPO20094	5.8	6.1	6.8	7.5	9.4	8.0	8.8	9.4	9.0	9.4	10.6	10.4	10.7	10.7	11.3	11.0	11.8
GMPO20102	3.2	4.2	6.6	5.3	6.6	9.3	8.4	8.9	9.4	9.0	10.0	9.0	10.4	10.8	10.7	11.0	10.9
GMPO20104	4.9	5.3	7.0	8.4	10.2	9.5	9.0	8.8	10.2	9.8	10.7	10.0	10.7	11.2	10.4	11.0	11.4
GMPO20117	7.0	8.0	7.6	7.9	10.2	12.2	11.6	12.4	13.0	12.7	13.6	13.0	13.8	14.2	13.4	14.1	14.3
곤지7호(대조)	5.4	5.8	7.6	7.3	7.6	6.8	7.0	7.3	8.0	7.4	8.8	8.0	8.9	9.0	8.7	9.1	9.6
평균	6.4	7.3	8.1	8.6	8.9	9.3	9.1	9.4	9.8	9.7	10.2	10.0	10.3	10.7	10.8	10.9	11.3

대의 황색도값은 저장기간 0일에 평균 11.4를 나타내었으며, 저장기간 30일 13.9를 나타내었다. 저장기간 30일에서 GMPO20005계통은 12.4로 가장 낮았으며, GMPO20033계통은 15.9로 가장 높았다.

표 13. 대의 b값

저장기간(일) 주요계통	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
GMPO20005	10.3	11.3	11.9	11.4	11.0	11.8	12.0	11.9	12.2	12.2	12.4	12.7	12.0	12.3	12.6	12.4	12.6
GMPO20033	12.4	12.9	13.9	14.0	14.8	14.1	14.5	15.0	14.9	15.1	15.9	15.2	15.7	16.1	16.2	16.0	16.4
GMPO20052	11.1	12.8	13.8	14.9	13.8	14.8	14.2	14.0	14.9	14.4	14.5	15.0	15.1	14.1	14.6	15.0	15.9
GMPO20053	12.0	11.6	12.6	12.2	11.8	14.1	13.7	14.0	14.6	14.9	15.0	14.4	15.4	15.2	14.9	15.7	15.4
GMPO20072	14.3	12.6	11.3	13.2	13.6	13.8	12.9	13.4	14.0	13.5	14.2	13.4	14.0	14.3	15.0	14.9	15.1
GMPO20073	13.0	13.0	12.7	13.9	13.7	12.9	13.4	13.7	14.0	13.4	13.7	14.0	14.1	13.9	14.8	14.5	14.8
GMPO20074	12.7	12.4	11.4	13.3	13.2	13.6	13.0	13.8	14.7	13.7	14.3	14.0	14.2	15.1	14.2	15.3	15.7
GMPO20082	11.3	12.3	12.6	12.8	12.7	12.0	12.9	12.0	13.1	13.1	13.0	13.8	13.2	13.9	14.0	13.8	13.8
GMPO20094	10.7	11.7	12.0	13.2	12.7	12.5	13.2	12.9	13.7	13.1	13.7	13.8	13.4	14.0	14.8	14.3	14.9
GMPO20102	10.4	9.9	10.2	11.5	13.3	13.6	12.8	13.0	14.0	13.4	14.6	15.2	14.6	14.7	15.7	15.0	15.2
GMPO20104	10.1	11.0	11.6	10.8	13.5	13.9	12.8	13.7	14.9	14.2	14.9	15.0	14.2	14.7	15.4	15.8	15.7
GMPO20117	10.0	10.8	11.0	11.1	12.7	13.4	12.0	13.1	13.8	14.3	14.3	14.6	14.0	15.4	15.0	15.7	15.3
곤지7호(대조)	9.3	8.8	9.8	9.5	10.1	9.8	9.8	9.9	10.4	10.7	10.7	10.5	11.1	10.7	10.5	11.1	11.2
평균	11.4	11.6	11.9	12.4	12.8	13.1	12.9	13.1	13.8	13.5	13.9	14.0	13.9	14.2	14.4	14.6	14.8

저장기간별 대의 경도는 저장기간이 길어질수록 감소되어 대의 경도가 낮아지는 경향을 보였다. 대의 경도는 저장기간 0일에 평균 658g/cm<sup>2</sup>를 나타내었으며, 저장기간 30일 506g/cm<sup>2</sup>를 나타내었다. GMPO20094계통과 GMPO20102은 저장기간 0일에 각각 714, 928을 나타내었으며 저장기간 30일에 각각 620, 803로 변화되어 각각 13%씩 낮게 감소하였다. 반면에, GMPO20104계통과 GMPO20117은 저장기간 0일에 각각 999, 989에서 저장기간 30일에 657, 612로 변화되어 각각 34, 38%씩 높게 감소하였다.

표 14.. 저장기간별 대의 물리성(경도) 변화

(단위 : g/cm<sup>2</sup>)

저장기간(일) 주요계통	0	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
GMPO20005	396	336	410	330	351	320	372	323	300	314	299	304	293	294	210	242
GMPO20033	395	428	393	430	351	320	322	319	314	287	280	304	293	294	211	273
GMPO20052	547	433	567	568	435	453	430	412	425	431	409	400	356	398	393	341
GMPO20053	834	629	754	675	635	702	630	694	603	590	503	540	498	403	387	387
GMPO20072	552	435	406	664	435	453	430	422	425	431	402	400	376	398	377	364
GMPO20073	581	500	476	560	534	501	483	513	467	495	432	450	420	396	324	380
GMPO20074	499	457	475	498	435	453	430	422	425	431	418	400	376	398	377	344
GMPO20082	656	612	541	645	603	584	583	531	548	520	499	473	441	460	413	400
GMPO20094	714	782	689	736	700	670	721	689	604	620	587	548	521	503	421	492
GMPO20102	928	939	827	979	832	869	798	861	735	803	720	746	707	678	613	615
GMPO20104	999	803	727	672	731	644	700	687	650	657	639	597	600	539	564	537
GMPO20117	989	706	821	745	701	793	720	652	690	612	594	573	600	531	500	517
곤지7호(대조)	462	450	531	487	407	417	490	404	412	387	399	413	371	401	323	307
평균	658	578	586	615	550	552	547	533	508	506	475	473	450	438	393	400

※ 물리성은 Sun rheo meter(COMPAC-100)(Sun scientific co.)로 측정.

저장기간 36일 이상에서 저장성이 우수한 계통은 GMPO20033, GMPO20052, GMPO20082, GMPO20094, GMPO20102, GMPO20104, GMPO20117 7계통으로 장기유통에 적합한 느타리버섯 육종모본으로 선발하였다.

계통명	GMPO20033	GMPO20052	GMPO20082	GMPO20104	곤지7호(대조)
자실체 형태					
	수량 116g/병	수량 142g/병	수량 190g/병	수량 119g/병	수량 167g/병
저장 품질 상태 ↓					
	저장 36일차	저장 39일차	저장 36일차	저장 39일차	저장 30일차

↓ Minamide법에 의한 신선도 6(판매가능) 기준

그림 9. 저장력 우수 주요계통 자실체 및 저장 품질 상태

#### 4. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성

‘14년 단핵균주간 교잡은 P11005-18(A) × K20180-36(B) 등 78조합 400교배를 실시하여 252계통을 육성하였으며, 단핵균사와 이핵균사간 교잡은 P11005-18(Mono) × 흑타리(Di) 등 60조합 200교배를 실시하였으며 117계통을 육성하였다. ‘15년 단핵균주간 교잡은 GMPO20209×장안7호 등 126조합 600교배 실시하여 331계통을 육성하였으며, ‘16년 단핵균주간 교잡은 수한1호(A)×곤지1호(B) 등 105조합 875교배를 실시하여 601계통을 육성하였다. 품질조사기준에 의거 육성계통을 5등급으로 분류하였으며, 맛색, 조직 탄력성 및 생육균일성 등이 양호한 1~3등급 243계통을 선발하여 특성검정을 실시하였다.

표 15. 교배 육성계통 총괄표

(단위:균주수)

교배 년도	총 계	등 급					미발이
		1	2	3	4	5	
2014	252	7	32	32	86	95	148
2014 (Di-Mono)	117	4	17	9	27	60	83
2015	331	9	49	95	100	78	269
2016	875	19	173	97	207	105	274
계	1,575	39	271	233	420	338	774

#### 5. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 특성검정

가. ‘14년도 우량계통 특성검정

DM12021등 맛색이 진하고 조직이 탄력있는 계통을 중심으로, 종합적으로 우수한 형질을 보유한 25계통에 대하여 특성검정을 실시하였다.

CD122과 CD261계통은 대가 굵은 형태로 대굵기는 각각 12.0, 13.0를 나타내었다. 수량은 각각 159.2g/병, 149.6g/병 이었다. CG221과 CD252계통은 맛색이 진회색으로 맛색도(L)는 각각 28.8, 29.4를 나타내었다. 수량은 각각 162.4g/병, 168.2g/병 이었다. CF256과 CF275계통은 다수성 계통으로 생육이 균일하며 맛색이 진하였다. 맛색도(L)는 각각 29.2, 35.0이며, 수량은 각각 183.7g/병, 185.0g/병 이었다.

표 15. 14년 우량계통특성검정

계통명	갓직경 (mm)	갓색도			대형태	대직경 (mm)	대길이 (mm)	유효 경수 (개)	수량 (g/병 <sup>1</sup> )
		L <sup>1</sup>	a	b					
흑타리	27.4	30.5	1.0	1.6	굵고짧은형	10.6	84.4	29.0	161.8
춘추2호	30.4	48.9	2.4	8.4	가늘고짧은형	7.4	88.4	32.0	161.6
DM12021	28.2	47.6	2.4	3.8	가늘고긴형	7.4	99.4	35.3	174.5
CB218	32.8	26.0	2.8	4.8	가늘고짧은형	8.8	88.0	21.6	158.2
CD205	32.0	31.4	3.2	5.2	"	8.2	75.6	36.7	182.4
CD122	25.6	36.6	3.8	6.2	굵고짧은형	12.0	84.2	28.0	159.2

표 15. '14년 우량계통특성검정(계속)

계통명	갓직경 (mm)	갓색도			대형태	대직경 (mm)	대길이 (mm)	유효 경수 (개)	수량 (g/병 <sup>1)</sup> )
		L <sup>1</sup>	a	b					
CD152	28.6	28.6	3.6	4.6	가늘고짧은형	8.8	89	29.4	177.1
CD211	32.2	39.4	4.0	7.6	가늘고긴형	9.2	92.8	29.7	166.2
CD252	32.6	29.4	3.4	5.6	굵고긴형	11.0	96.4	31.7	168.2
CD261	33.4	39.6	3.0	6.2	굵고짧은형	13.0	80.8	20.0	149.6
CE180	24.8	27.8	2.8	3.6	가늘고짧은형	8.2	88.0	34.4	154.9
CF156	30.4	35.8	3.4	5.0	"	7.0	83.6	33.0	180.1
CF157	26.6	42.2	3.0	5.2	"	8.0	81.0	26.2	179.2
CF256	28.0	29.2	2.6	3.4	가늘고긴형	6.4	90.0	37.2	183.7
CF275	34.2	35.0	3.0	6.6	굵고짧은형	9.2	89.4	25.0	185.0
CG221	29.2	28.8	3.0	4.2	가늘고짧은형	8.8	78.0	35.5	162.4
CG256	33.6	40.2	4.0	8.6	굵고짧은형	9.8	83.6	25.6	159.7
CI114	32.6	30.2	3.0	4.8	굵고긴형	10.2	98.6	28.9	174.6
CI128	29.6	26.2	2.2	3.0	"	12.8	99.8	22.4	168.4
DC129	31.8	39.2	4.2	9.2	굵고짧은형	9.6	79.0	29.8	167.1
DM216	27.0	24.8	1.0	2.0	가늘고짧은형	8.0	89.6	27.6	149.3
DM220	36.4	46.6	3.0	6.0	굵고긴형	12.2	119.8	24.3	154.9
DM224	35.2	33.4	2.0	3.0	"	12.0	97.6	17.2	155.5
DH120	306	47.2	3.6	8.2	가늘고짧은형	8.4	81.6	29.8	171.5
DG134	39.8	35.4	0.2	8.6	굵고긴형	11.4	104.2	37.7	172.4
DO244	28.0	36.4	4.0	7.8	가늘고긴형	8.4	98.0	21.5	170.0
P12312	36.2	45.0	4.0	8.2	굵고긴형	11.2	101.4	29.2	172.4

<sup>1</sup> Hunter 색채값, <sup>2</sup> 병크기 : 900ml, ∅ 65mm

※ 재배조건 : 습도 95±2%, 발이CO2 : 6,000±200ppm, 생육CO2 : 700±200ppm

○ 굵은형(대직경 11mm 이상)



CD122



DM220

○ 진회색(L값 30이하)



CG221



CD252

○ 다수성(160g이상)



CF256



CF275

그림 10. 14년 우수선발계통 사진자료

나. '15년도 우량계통 특성검정

DM14036등 깃색이 진하고 조직이 탄력있는 계통을 중심으로, 종합적으로 우수한 형질을 보유한 20계통에 대하여 특성검정을 실시하였다. P14050와 P14071은 깃색이 진회색으로 색차값(L)이 각각 27.6, 24.4를 나타내었다. 수량은 각각 164g/900ml병, 170g/900ml병 이었다. P14280과 P14287은 다수성이며 대는 굵은 긴형으로 각각 10.2/92.7mm(대굵기/대길이)와 12.8 /96mm를 나타내었다. 수량은 각각 195g/900ml병, 171g/900ml병 이었다. DM14036과 DM14106은 자실체 형태가 양호하고 생육이 균일한 계통으로, 수량은 각각 161g/900ml병, 156g/900ml병 이었다. 여름느타리 계통인 EI109, EK247은 생육이 균일한 계통으로, 수량은 각각 104g/900ml병, 119g/900ml병 이었다.

표 16. '15년 우량계통 특성검정

계통명	발이 일수 (일)	생육 일수 (일)	깃직경 (mm)	깃색도			대굵기 (mm)	대길이 (mm)	대 형태	유효 경수 (개)	수량 (g/병 <sup>1)</sup> )
				L <sup>1</sup>	a	b					
수한1호	4	4	35.6	31.2	2.6	4.4	15.4	95.4	굵고긴형	22.7	156.2
흑타리	5	5	29.0	38.2	3.6	6.2	11.2	96.6	굵고긴형	26.7	167.9
DM14023	5	5	31.6	41.4	3.2	7.2	9.6	83.4	가늘고짧은형	30.7	182.1
DM14036	4	4	25.6	32.4	2.2	2.6	11.2	80.4	굵고짧은형	27.7	161.5
DM14085	5	5	30.0	29.4	2.0	2.8	13.4	83.8	굵고짧은형	22.3	145.7
DM14106	4	4	29.4	36.0	2.6	2.2	9.2	60.0	가늘고짧은형	33.5	156.3
DM14129	4	4	36.4	47.8	3.0	6.8	13.2	99.0	굵고긴형	29.2	174.9
P14050	5	5	26.1	27.6	2.8	4.4	8.6	86.1	가늘고짧은형	38.0	164.0
P14071	5	5	26.2	24.4	2.8	4.8	11.0	84.8	굵고짧은형	37.9	170.3
P14093	4	4	14.8	19.2	2.2	3.0	4.6	68.4	가늘고짧은형	50.1	156.3
P14095	4	4	17.6	21.0	2.8	3.8	7.4	96.2	가늘고굵은형	45.5	153.9
P14215	4	4	29.8	33.0	2.4	5.6	9.2	79.4	가늘고짧은형	36.9	156.6
P14220	5	5	25.2	21.6	1.4	0.8	11.4	78.4	굵고짧은형	44.8	162.4
P14239	4	4	35.0	30.2	1.8	3.0	11.0	92.2	굵고긴형	36.4	160.9
P14259	4	4	28.0	31.6	1.8	1.6	9.2	65.6	가늘고짧은형	34.5	164.8
P14280	4	4	30.9	32.2	2.2	3.8	10.2	92.7	가늘고긴형	36.6	195.0
P14285	4	4	34.2	32.8	3.2	5.4	11.6	96.2	굵고긴형	30.7	183.3
P14287	4	4	37.4	28.6	3.8	6.2	12.8	96.6	굵고긴형	29.3	171.0
P14306	4	5	16.4	26.8	2.8	5.0	7.8	93.6	가늘고굵은형	42.0	177.4
호산	3	3	34.8	43.4	5.0	11.2	9.0	84.4	가늘고짧은형	30.2	113.1
EI109	3	3	34.6	34.3	2.9	7.4	12.4	85.8	굵고짧은형	28.3	104.8
EK247	3	3	33.0	41.4	4.0	8.0	9.5	86.7	가늘고짧은형	33.3	119.1
GB134	3	3	36.4	37.9	3.9	8.0	8.2	73.9	가늘고짧은형	41.9	141.5
GB219	3	3	35.9	53.4	3.5	10.7	9.1	79.7	가늘고짧은형	40.1	175.5

※<sup>1</sup> Hunter 색차값, <sup>2</sup> 병크기 : 900ml, Ø65mm

※ 재배조건 : 습도 95±2%, 발이CO<sub>2</sub> : 4,000±200ppm, 생육CO<sub>2</sub> : 700±200ppm

○ 진회색(L 값 30이하)



P14050



P14071

○ 다수성(170g이상) , 굵은형(대직경 11mm 이상)



P14280



P14287

○ 생육균일형



DM14036



DM14106

○ 산느타리(생육균일형)



EI109



EK247

그림 11. 15년 우수선발계통 사진자료

다. ‘16년도 우량계통 특성검정

CE180 등 갓색이 진하고 조직이 탄력있는 계통을 중심으로, 종합적으로 우수한 형질을 보유한 20계통에 대하여 특성검정을 실시하였다. CE180, P15478계통은 생육균일하며 유효경수는 각각 43.9개, 33.3개를 나타내었다. 수량은 1100cc 병당 각각 183g/병, 178g/병 이었다. P15288와 P15482은 갓색이 진회색으로 색차값(L)이 각각 27.6과 26.8를 나타내었다. 수량은 1,100cc 병당 각각 174g/병, 180g/병 이었다. DJ215와 P15476은 다수성이며 대가 굵은 계통으로, 대형태는 굵고긴형으로 각각 13.6/97mm 와 10.8/95mm 를 나타내었다. 수량은 1,100cc 병당 각각 190g/병, 217g/병 이었다. 산느타리버섯 계통인 GB134와 GB219계통은 생육이 균일하면 조직 탄력이 우수한다. GB134계통의 갓색도(L)는 37.9로 진갈색을 나타내며, 가늘고 짧은형태로 8.2/73.9mm(대길이/대굵기)를 나타내었다. 유효경수는 41.9개이며 수량은 141.5g/병이었다. GB219계통의 갓색도(L)은 53.4로 회갈색을 나타내며 가늘고 짧은형태로 9.1/79.7mm 를 나타내었다. 유효경수는 40.1개로 다발성이며 수량은 175g/1,100ml로 다수성이었다.

표 17. ‘16년 우량계통 특성검정

계통명	갓직경 (mm)	갓색도			대직경 (mm)	대길이 (mm)	대형태	유효 경수 (개)	수량 (g/병 <sup>1)</sup> )
		L <sup>1)</sup>	a	b					
수한1호 흑타리	35.6	37.8	2.6	4.4	12.4	95.4	굵고긴형	22.7	156.2
CE180	23.6	38.4	4.2	7.6	8.4	99.4	가늘고긴형	38.5	185.4
DJ215	29.2	32.0	2.8	4.8	8.8	84.6	가늘고짧은형	43.9	183.1
ED265	34.0	42.2	2.6	3.4	13.6	97.0	굵고긴형	29.8	190.9
EE192	30.0	29.0	3	4.2	12.6	96.2	굵고긴형	44.2	217.0
EE212	23.0	34.2	1.6	2	11.8	74.4	굵고짧은형	35.8	183.5
	25.6	34.0	3	4.4	6.6	64.6	가늘고짧은형	48.4	171.7

EE257	26.8	30.2	3	3.2	7.8	74.2	가늘고짧은형	49.9	177.6
FA238	25.0	34.0	2.6	3.2	8.2	107.6	가늘고긴형	32.9	184.6
FD139	26.4	30.0	3.8	6.2	9.6	83.4	굵고짧은형	24.1	185.8
FD239	27.0	32.2	4	7	11.2	78.2	굵고짧은형	25.7	180.6
FD289	29.6	29.0	2	2.6	8.8	79.2	가늘고짧은형	32.8	169.9
P15288	22.0	27.4	2	2.4	8.0	92.0	가늘고긴형	41.7	174.3
P15337	27.6	25.2	3	4	11.6	102.6	굵고긴형	32.6	190.6
P15476	32.2	37.4	3	5	10.8	95.8	굵고긴형	35.5	217.8
P15477	25.8	45.0	3.2	6.6	8.6	88.0	가늘고짧은형	56.3	186.4
P15478	27.0	37.4	3.8	6.2	9.8	89.0	굵고긴형	33.3	178.1
P15479	24.2	29.0	3.6	5	9.8	94.2	굵고긴형	30.9	193.5
P15481	25.6	43.4	3.6	6.4	10.2	99.6	굵고긴형	30.6	181.3
P15482	27.6	26.8	3.2	4.2	10.2	93.2	굵고긴형	35.5	182.0
호산	36.1	50.7	4.9	12.0	8.5	77.2	가늘고짧은형	27.9	116.9
GB134	36.4	37.9	3.9	8.0	8.2	73.9	가늘고짧은형	41.9	141.5
GB219	35.9	53.4	3.5	10.7	9.1	79.7	가늘고짧은형	40.1	175.5

※ J Hunter 색채값, L\* 명크기 : 1100ml, Ø 70mm

※ 재배조건 : 습도 95±2%, 발이CO2 : 4,000±200ppm, 생육CO2 : 700±200ppm

○ 진회색(L=30이하)



P15288



P15482

○ 굵은형(대직경 10mm이상)



DJ215



P15476

○ 생육균일형



CE180



P15478

○ 여름느타리(생육균일형)



GB134



GB219

그림 12. '16년 우수선발계통 사진자료

## 6. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정

CD252계통은 갓색이 진회색(L=27.8)이며, 대가 굵고 긴형(9.9/94.8mm)이다. 유효경수는 32개이며, 수량은 176g/900ml병 으로 갓과 대의 탄력이 우수하였고 생육이 균일하였다. CE180계통은 갓색이 진회색(L=23.3)이며, 대가 굵고 긴형(11.7/91.5mm)이다. 유효경수는 29개이고 수량은 176g/900ml병이었다. CF275계통은 대가 곧고 백색이며 굵고 긴형(11.6mm/94.6mm)이다. 유효경수는 30개이며, 수량은 174g/병이었다.

표18. 느타리 우수계통 생산력검정

계 통	갓특성		대특성		유효경수 (개)	수 량 (g/병)
	갓색도 (L)	갓직경 (mm)	대굵기 (mm)	대길이 (mm)		
CD252	27.8	31.2	9.9	94.8	32.1	176.4a
CE180	23.3	30.5	11.7	91.5	29.0	176.5a
CF275	29.4	32.4	11.6	94.6	30.8	174.7a
흑타리	29.1	29.7	11.2	93.9	26.7	172.7a

※ 병크기 : 900ml, Ø65

※ 재배조건 : 습도 95±2%, 발이CO<sub>2</sub> : 4,000±200ppm, 생육CO<sub>2</sub> : 700±200ppm



CD252

CE180

CF275

그림 13. 생산력검정계통 사진자료

CD252, CE180, CF275은 저장성이 우수한 계통으로 2℃, 28일 저온저장에서 감모율이 7%정도이며, 신선도는 판매가능한 6이상을 나타내었다. 또한, 저온저장후 상온보관 3일째에는 감모율이 1%이하로 나타냈으며, 신선도는 식용가능한 4를 나타내었다. 하지만, CF275는 신선도 3을 나타내었다.

표 19. 저장기간에 따른 중량감모율 및 신선도 조사

계통명	중량감모율(%)		신선도	
	저온저장(2℃) 28일	상온보관(15℃) 3일	저온저장(2℃) 28일	상온보관(15℃) 3일
CD252	7.6	-0.6	8.0	4.0
CE180	7.6	0.1	7.0	4.0
CF275	7.3	0.5	6.0	3.0

※ 포장방법 : 플라스틱 용기에 200g씩 랩으로 이중포장

※ 신선도(Minamide 법) : 10; 매우신선, 8; 신선, 6; 판매가능, 4; 식용가능, 2; 식용불가, 0; 변질



그림 14. 생산력검정계통 저장품질

CD252 색도변화에 있어 28일 저온저장시 갓색차( $\Delta E$ )는 1.5, 대색차( $\Delta E$ )는 6.5을 나타내었으며, 저온 저장후 상온 보관시 갓색차( $\Delta E$ )는 6.1, 대색차( $\Delta E$ )는 14.0을 나타내었다. CE180 계통은 색도변화에 있어 저온저장시 갓색차( $\Delta E$ )는 3.7, 대색차( $\Delta E$ )는 1.2을 나타내었으며, 저온저장후 상온보관시 갓색차( $\Delta E$ )는 2.0, 대색차( $\Delta E$ )는 15.9를 나타내었다. CF275 계통은 색도변화에 있어 저온저장시 갓색차( $\Delta E$ )는 7.9, 대색차( $\Delta E$ )는 4.7을 나타내었으며, 저온저장후 상온보관시갓색차( $\Delta E$ )는 4.7, 대색차( $\Delta E$ )는 6.3을 나타내었다.

표 20. 저장기간에 따른 색도 변화

계통명	갓								대							
	$\Delta L$		$\Delta a$		$\Delta b$		$\Delta E$		$\Delta L$		$\Delta a$		$\Delta b$		$\Delta E$	
	저온 28일	상온 3일														
CD252	1.0	5.7	-0.3	1.3	1.0	1.7	1.5	6.1	-6.3	14.0	0.0	-0.3	-1.7	0.3	6.5	14.0
CE180	3.3	-1.0	-1.0	-0.3	-1.3	-1.7	3.7	2.0	-1.0	15.7	-0.7	0.0	-0.3	-2.7	1.2	15.9
CF275	7.7	4.7	-0.3	0.3	1.7	0.3	7.9	4.7	3.7	3.7	-1.7	1.3	-2.3	5.0	4.7	6.3

※ 저온28일 저장  $\Delta L$  = 수확후 L1 - 저온 28 저장후 L2

상온3일 보관  $\Delta L$  = 수확후 L1- 상온3일저장 L3

색차  $\Delta E(L^*, a^*, b^*) = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$

국내육성품종인 미소 느타리를 대조로 하여 백색느타리 계통을 육성하였다. 선발된 백색느타리는 기존품종보다 생육이 균일하고 수량이 높으면 포장시 파손이 적은 계통이다. GE235 계통은 갓색이 백색(L=96.0)이며 대가 굵고 긴형(9.0/93mm)으로 수량은 175g/1,100ml병 으로 생육이

균일하고 조직탄력이 우수하였다. GE297 계통은 갓색이 백색(L=98.4)이며 대가 굵고 짧은형(8.2/82mm)으로 수량은 163g/1,100ml병이었다.

표 21. 백색느타리 우수계통 생산력검정

계통	갓특성		대특성		유효경수(개)	수량(g/병)
	갓색도(L)	갓직경(mm)	대굵기(mm)	대길이(mm)		
GE235	96.0	33.6	9.0	93	33.4	175.0a
GE297	98.4	34.6	8.2	82	24.3	163.7a
미소	96.2	32.8	8.2	74	35	139.8b

※ 병크기 : 1100cc,  $\phi$ 75

※ 재배조건 : 습도 95±2%, 발이CO2 : 4,000±200ppm, 생육CO2 : 700±200ppm



GE235

GE297

그림 15. 생산력검정계통 사진자료

2℃, 28일 저장시 GE235, GE297의 중량감모율은 각각 0.44, 0.47% 로 낮은편이었다. 신선도는 각각 7.5, 7.6로 판매가능한 상태였다. 2℃, 28일 저장후 20℃, 3일 상온보관시 GE235, GE297의 중량감모율은 각각 0.77, 0.79% 로 낮은편이었다. 신선도는 각각 4.4, 4.8로 식용가능한 상태였다.

표 22. 백색느타리의 저장기간에 따른 중량감모율 및 신선도 조사

계통명	중량감모율(%)		신선도	
	저온저장(2℃) 28일	상온보관(20℃) 3일	저온저장(2℃) 28일	상온보관(20℃) 3일
GE235	0.44	0.79	7.5	4.4
GE297	0.47	0.79	7.6	4.8
미 소	0.47	0.82	7.5	4.2

※ 포장방법 : 플라스틱 용기에 200g씩 랩으로 이중포장

※ 신선도(Minamide 법) : 10; 매우신선, 8; 신선, 6; 판매가능, 4; 식용가능, 2; 식용불가, 0; 변질

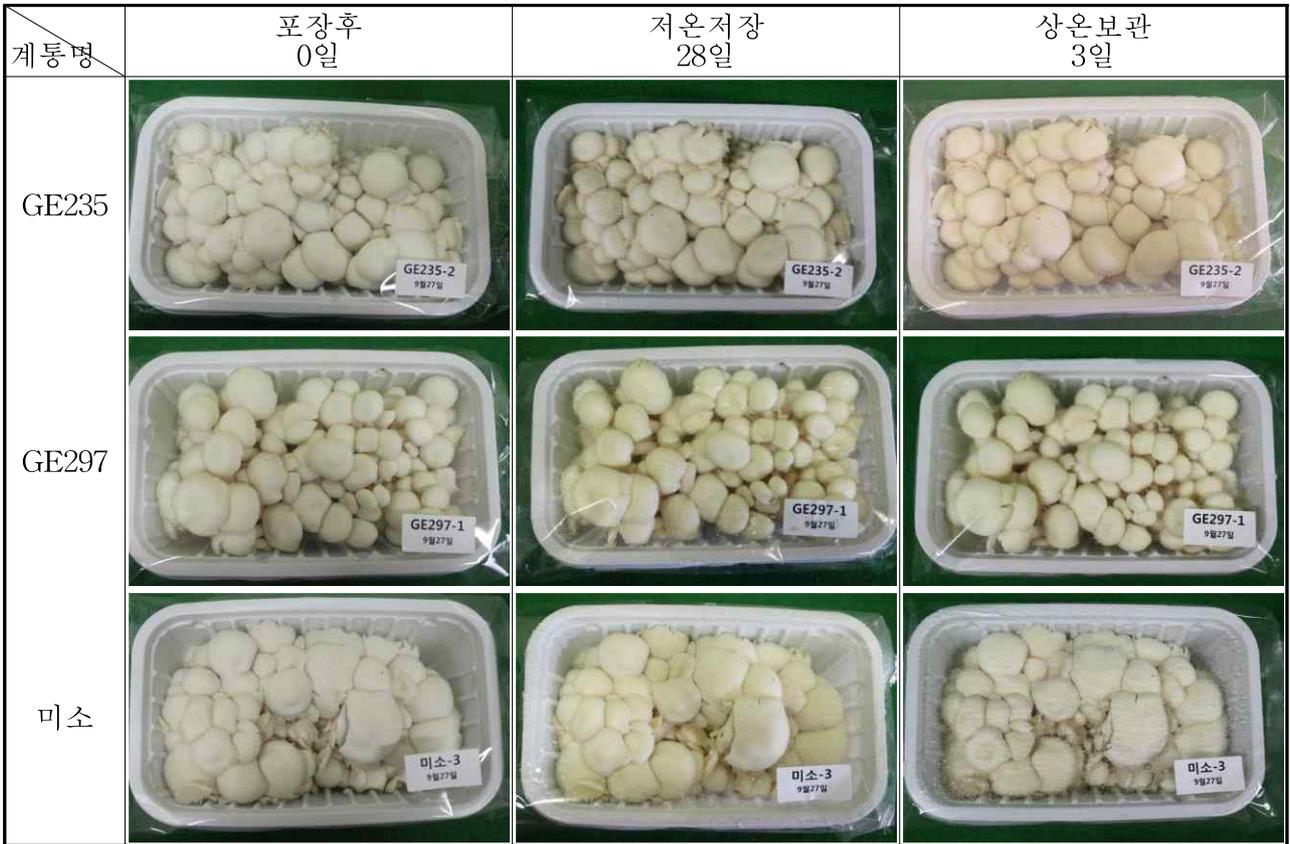


그림 16. 생산력검정계통 저장품질

2℃, 28일 저장시 GE235, GE297의 잿 색차값(ΔE)은 4.9, 5.2를 나타내었다. 2℃, 28일 저장후 20℃, 3일 상온보관시 GE235, GE297의 잿 색차값(ΔE)은 5.4, 3.5를 나타내었다.

표 23. 백색느타리의 저장기간에 따른 색도 변화

계통명	잿								대							
	ΔL		Δa		Δb		ΔE		ΔL		Δa		Δb		ΔE	
	저온 28일	상온 3일														
GE235	-6	-6	0.7	1.2	-2.6	-3.6	6.5	7.9	0.4	3.6	-0.2	-0.2	-2.2	-5	2.2	6.1
GE297	4.2	2	-0.2	1.0	-4.6	-4.6	6.2	5.1	0	0	0	0.1	-4.2	-2.4	4.2	2.4
미 소	-1.4	-5	0.0	0.19	-4.6	-1	4.8	5.1	5.2	5.6	0	-0.7	-5.4	-3.2	7.5	6.4

※ 저온28일 저장 ΔL = 수확후 L1 - 저온 28 저장후 L2

상온3일 보관 ΔL = 수확후 L1- 상온3일저장 L3

색차  $\Delta E(L^*, a^*, b^*) = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$

## 7. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 품종육성 및 농가실증시험

### 가. 다수성 느타리 ‘만타리’

#### 1) 고유특성

PDA배지에서 균사생장적온은 26~29℃이고, 생육배지에서 버섯발생온도는 19℃, 버섯생육온도 16℃로 ‘춘추2호’와 유사한 경향을 보였으며, 형태적 특징에 있어 갓의 형태는 깔대기형이며, 발생은 다발형이다(표 24).

표 24. 고유특성

계 통	균사생장적온(℃)	버섯발생 및 생육온도(℃)	형 태	발생형
만타리	26-29	19/16	깔대기형	다발형
춘추2호	26-29	19/16	깔대기형	다발형

‘만타리’는 PDA배지에서 균사생장 최적온도가 26~29℃로 배양온도 26℃에서 7일간 배양시 77mm정도 성장하였으며, ‘춘추2호’는 26℃에서 82mm를 나타내었다. ‘만타리’와 ‘춘추2호’는 29℃에서 균사생장이 다소 감소하는 경향을 나타내었으며, 32℃에서는 균사생장이 급격히 줄어드는 경향을 보였다(표 25).

표 25. 배양온도별 균사생장

(단위: mm/7일)

계 통	배양온도별 균사생장					
	17℃	20℃	23℃	26℃	29℃	32℃
만타리	30	57	58	77	73	53
춘추2호	36	74	74	82	78	51

※ 배지 : PDA(potato dextrose agar)

#### 2) 재배 및 형태적 특성

재배적 특성으로 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20 v/v) 배지에서 배양온도 20±1℃로 유지하였을 때, 배양기간이 32일이었고, 초발이 소요일수는 20℃±1에서 4일, 자실체 생육일수는 14~16℃에서 3일로 총 39일이었으며, 대조품종 ‘춘추2호’의 43일에 비하여 재배기간 4일정도 짧았다(표 26).

표 26. 재배적 특성

계 통	배양일수(일)	초발이소요일수(일)	자실체 생육일수(일)	총재배일수(일)
만타리	32	4	3	39
춘추2호	35	4	4	43

※ 온도 : 배양온도 20℃±1, 발이온도 20℃±1, 생육온도 14~16℃

※ 배지조성 : 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20 v/v)

버섯 생육형태는 온도 16℃±1, 습도 93%±2, CO2 800ppm±50에서 갓직경 30.9mm, 대직경 10.2mm, 대길이 97.2mm로 대조품중에 비하여 갓이 작고 대가 가늘며 긴형태를 나타내었다. 갓색은 진회색으로 명도값(L) 32.0, 적색값(a) 2.2, 황색값(b) 3.8를 나타내어 ‘춘추2호’에 비하여 명도값이 11.8 정도 낮아 갓색이 진하게 나타났으며 적색값과 황색값이 낮아 진한 회색을 나타냈다. 대는 ‘만타리’와 ‘춘추2호’ 모두 회백색을 나타내었다(Table 4).

표 27. 형태적 특성

계 통	갓직경 (mm)	대직경 (mm)	대길이 (mm)	갓색도			대색택
				L	a	b	
만타리	30.9	10.2	92.7	32.0	2.2	3.8	회백색
춘추2호	33.4	10.8	87.2	43.8	4.0	10.2	회백색

※ 생육온도 : 16℃±1

### 3) 생산력 검정

배지는 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v), 생육조건은 온도 16℃±1, 습도 93%±2, CO2 800ppm±50에서 수량은 평균 179.3g(900ml, ϕ65mm)으로 춘추2호의 170.7g에 비하여 5% 증수되었으며 생육이 균일하고 안정적이었다(Table 5).

표 28. 생산력 검정시험 결과

(단위: g/병)

계통	수량(g/900cc 병)			C.V (%)	평균 (g)	수량지수 (%)
	1차	2차	3차			
만타리	183	172	183	3.5	179.3a	105
춘추2호	165	175	172	3.0	170.7a	100

※ 병크기 : 900ml, ϕ65mm, 생육온도 16℃, DMRT at 5% level

### 4) 물리성

대의 물리성 조사결과는 표6에서 보는바와 같이, 탄력성이 96%로 ‘춘추2호’보다 높았으며, ‘만타리’의 대를 직접 만져보면 대조직이 유연하여 부러지지 않으며 원상 회복력이 높은편이다. 또한, 씹음성이 160g으로 ‘춘추2호’의 325g에 비하여 조직이 연하고 부드러워 수확 및 포장시 유리하다고 판단된다(Table 6).

표 29. 자실체 대의 물리성

재배법	계 통	탄력성(%)	응집성(%)	씹음성(g)	깨짐성(kg)
병재배	만타리	96	76	160	15
	춘추2호	82	75	325	26

※ 측정부위 : 대굵기 10mm

5) 저장성

‘만타리’의 저장기간에 따른 중량감모율은 저온저장시 7.8%, 상온보관시 0.2% 이었으며, 신선도는 저온저장시 6점, 상온보관시 4점을 나타내어 대조품종인 ‘춘추2호’와 유사한 경향을 나타내었다(Table 7).

표 30. 저장기간에 따른 중량감모율 및 신선도 변화

계통명	중량감모율(%)		신선도	
	저온저장 28일	상온보관 3일	저온저장 28일	상온보관 3일
만타리	7.8	0.2	6.0	4.0
춘추2호	7.6	0.5	6.0	4.0

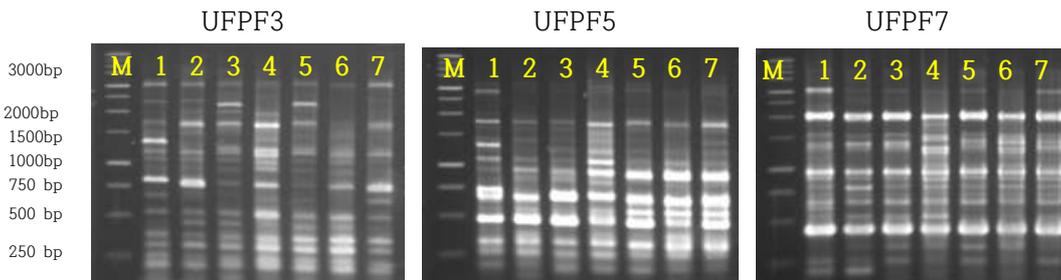
※ 28일동안 2°C저장 후 → 3일동안 15°C보관

※ 포장방법 : 프라스틱 용기에 200g씩 넣어 방담필름으로 포장

※ 신선도(Minamide 법) : 10: 매우신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불가, 0: 변질

6) DNA다형성 분석

‘만타리’는 UFPF3, 5, 7 프라이머에서 ‘DM11732-85’ 단핵균주와 유사한 밴드형태를 나타내었으며, UFPF3 프라이머에서 ‘춘추2호-88’ 단핵균사의 DNA밴드가 600bp와 1400bp부근에서 혼합된 형태로 나타났다. UFPF3등 3종류의 프라이머를 통하여 ‘DM11732-85’와 ‘춘추2호-88’ 균주 간 교배가 이루어졌음을 확인할 수 있었다(Fig. 2).



M: Marker, 1 : 흑타리, 2 : 수한1호, 3 : 춘추2호 4 : 춘추2호-88(단핵균주), 5: 만타리(P14280), 6: DM11732-85(단핵균주), 7: DM11732

그림 17. DNA 다형성 검정

7) 농가실증시험

여주 등 4개 지역 재배농가에서 생육 및 자실체 특성을 조사하였다(Table 8). A농가(여주1)는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 41.8mm, 10.4mm, 93.2mm로 ‘곤지7호’에 비하여 갓개산이 느리고, 대가 가늘고 긴 형태를 나타내었다. 유효경수는 50개로 곤지7호의 40개 보다 10개 이상 많았으며, 수량은 241.1g(1,100ml, ϕ70mm)으로 ‘곤지7호’에 비하여 6%정도 증수되었다.

B농가(양평)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 25.2mm, 7.6mm, 101.2mm로 ‘수한1호’에 비하여 대가 가늘고 짧은 형태를 나타내었다. 유효경수는 40개로 ‘수한1호’에 비하여 7개 이상

많았으며, 수량은 203.0g(900ml, φ65mm) 으로 ‘수한1호’에 비하여 15% 증수되었다.

C농가(여주2)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 26.8mm, 9.2mm, 112.2mm로 ‘흑타리’에 비하여, 대는 굵고 긴 형태를 나타내었다. 유효경수는 흑타리와 유사하였으며 수량은 236.7g(1,100ml, φ70mm) 으로 ‘흑타리’에 비하여 21% 증수되었다.

D농가(용인)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 28.6mm, 9.4mm, 96.0mm로 ‘흑타리’에 비하여, 대는 굵고 짧은 형태를 나타내었다. 유효경수는 ‘흑타리’와 유사하였으며, 수량은 212.3g(1,100ml, φ70mm) 으로 ‘흑타리’에 비하여 14% 증수되었다.

표 31. 농가실증시험 생육 및 수량

시험 장소	계 통	생육 일수 (일)	갓특성		대특성		유효 경수 (개)	수 량 (g/병)
			갓색도 (L)	갓직경 (mm)	대직경 (mm)	대길이 (mm)		
A (여주1)	만타리	3	41.8	28.4	10.4	93.2	50	241.1
	곤지7호	4	46.6	31.0	11.2	92.0	40	226.1
B (양평)	만타리	3	47.8	25.2	7.6	101.2	40	203.0
	수한1호	3	47.1	26.2	9.6	103.0	33	175.8
C (여주2)	만타리	3	39.2	26.8	9.2	112.2	33	236.7
	흑타리	4	34.2	23.4	8.2	97.0	35	195.1
D (용인)	만타리	3	35.0	28.6	9.4	96.0	36	212.3
	흑타리	4	38.4	23.6	8.4	99.4	38	185.4

※ 양평 병크기(900ml, φ65mm)

여주1, 여주2, 용인 병크기(1,100ml, φ70mm)

DMRT at 5% level



A (여주1)

B (양평)

C (여주2)

D (용인)

그림 18. 농가별 재배사진자료

## 나. 산타리 버섯 ‘산타리’

### 가. 고유특성

PDA배지에서 군사생장적온은 26~29℃이고, 생육배지에서 버섯발생온도는 22℃, 버섯생육온도 20℃로 ‘호산’과 유사한 경향을 보였다. 형태적 특징에 있어 갓의 형태는 깔대기형이며, 발생형은 다발형으로 호산의 개체형과 다른경향을 보였다.

표 32. 고유특성

계 통	군사생장적온 (°C)	버섯발생 / 생육온도(°C)	형 태	발생형
산타리	26-29	22/20	깔대기형	다발형
호산	26-29	22/20	깔대기형	개체형

‘산타리’는 PDA배지에서 군사생장 최적온도가 26~29℃로 배양온도 29℃에서 7일간 배양시 72mm정도 성장하였으며, ‘호산’은 29℃에서 77mm를 나타내었다. ‘산타리’와 ‘호산’은 32℃ 에서 는 군사생장이 급격히 줄어드는 경향을 보였다.

표 33. 배양온도별 군사생장

(단위: mm/7일)

계 통	배양온도별 군사생장					
	17℃	20℃	23℃	26℃	29℃	32℃
산타리	41	60	64	70	72	27
호산	40	56	68	76	77	32

※ 배지 : PDA(potato dextrose agar)

### 나. 재배 및 형태적 특성

톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20 v/v) 배지에서 배양온도 20±1℃로 유지하였을 때, 배양기간이 28일이었고, 초발이 소요일수는 22℃±1에서 3일, 자실체 생육일수는 18~20℃에서 3일로 총 34일이었으며, 대조품종인 ‘호산’과 총재배일수가 동일하였다.

표 34. 재배적 특성

계 통	배양일수 (일)	초발이소요일수 (일)	자실체 생육일수(일)	총재배일수 (일)
산타리	28	3	3	34
호산	28	3	3	34

※ 온도 : 배양온도 20℃±1, 발이온도 22℃±1, 생육온도 18~20℃

※ 배지조성 : 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20 v/v)

버섯 생육형태는 온도 18℃±1, 습도 93%±2, CO2 800ppm±50에서 갓직경 35.9mm, 대직경 10.1mm, 대길이 79.2mm로 대조품종에 비하여 갓이 작고 대가 굵으며 긴형태를 나타내었다. 갓색은 회갈색으로 명도값(L) 53.7를 나타내어 ‘호산’에 비하여 명도값이 3 정도 낮아 갓색이 다소 연하게 나타났으며 대색택은 백색으로 명도값(L) 93를 나타내어 ‘호산’에 비하여 명도값이 10 정도 높았다.

표 35. 형태적 특성

계 통	갓크기 (mm)	대굵기 (mm)	대길이 (mm)	갓색택 (명도값=L)	대색택 (명도값=L)
산타리	35.9	10.1	79.7	회갈색(53.7)	백색(93)
호산	36.1	7.5	67.2	흑갈색(50.7)	회백색(83)

※ 생육온도 : 18℃±1

다. 생산력 검정

배지는 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v), 생육조건은 온도 18℃±1, 습도 93%±2, CO2 800ppm±50에서 수량은 평균 172g(1100ml, ϕ75mm)으로 호산의 119g에 비하여 43% 증수되었고, 발이 및 생육이 균일하고 안정적이었다.

표 36. 생산력 검정시험 결과

(단위: g/병)

계통	수량			C.V (%)	평균 (g)	수량지수 (%)
	1차	2차	3차			
산타리	175	161	180	4.7	172a	143
호산	124	117	118	2.6	119b	100

※ 병크기 : 1,100ml, ϕ75mm, 생육온도 18℃, DMRT at 5% level

라. 산타리 자실체 물리적 특성

대의 물리성 조사결과는 표6에서 보는바와 같이, 탄력성이 87%, 씹음성 193g, 깨짐성 16.8kg으로 ‘호산’보다 낮게 나타났으며, 응집성은 82%로 ‘호산’ 보다 2%정도 높게 나타났다.

표 37. 자실체 대의 물리적 특성

재배법	계 통	탄력성(%)	응집성(%)	씹음성(g)	깨짐성(kg)
병재배	산타리	87	82	193	16.8
	호산	90	80	204	18.4

※ 측정부위 : 대굵기 8mm

마. 저장성 조사

‘산타리’의 저장기간에 따른 중량감모율은 호산과 거의 차이가 없었으며, 신선도는 저온저장 시 28일 경과후 7점, 저온 28일 저장후 상온 3일 보관시 6점을 나타내어 대조품중인 ‘호산’ 보다 저장성이 우수하였다.

표 38. 저장기간에 따른 중량감모율 및 신선도 변화

계통명	중량감모율(%)		신선도	
	저온저장 28일	상온보관 3일	저온저장 28일	상온보관 3일
산타리	0.3	-0.4	7.0	6.0
호산	0.3	-0.6	8.0	4.0

※ 28일동안 2℃저장 후 → 3일동안 15℃보관

※ 포장방법 : 플라스틱 용기에 200g씩 넣어 방담필름으로 포장

※ 신선도(Minamide 법) : 10; 매우신선, 8; 신선, 6; 판매가능, 4; 식용가능, 2; 식용불가, 0; 변질

‘산타리’의 저장기간에 따른 맛색의 변화는 저온 28일 저장시 ΔE는 10.2, 저온 28일 저장후 상온보관시 12로 맛색이 진하게 변화되었으며. 대색의 변화는 저온 28일 저장시 ΔE는 2.1, 저온 28일 저장후 상온보관시 4.0을 나타내어 저온저장이 맛색이 진해지고 대색은 백색을 유지하였다.

표 39. 저장기간에 따른 색도 변화

계통명	맛								대							
	ΔL		Δa		Δb		ΔE		ΔL		Δa		Δb		ΔE	
	저온 28일	상온 3일														
산타리	10.2	11.8	-1	-1	-1	-2	10.2	12.0	-1.4	-4	0.5	0.2	-1.6	-0.6	2.1	4.0
호산	6.4	-1.8	-0.8	-0.8	-4.6	-5.2	7.9	5.5	-1.6	5.6	0.9	-1.5	-4	-7	4.1	8.1

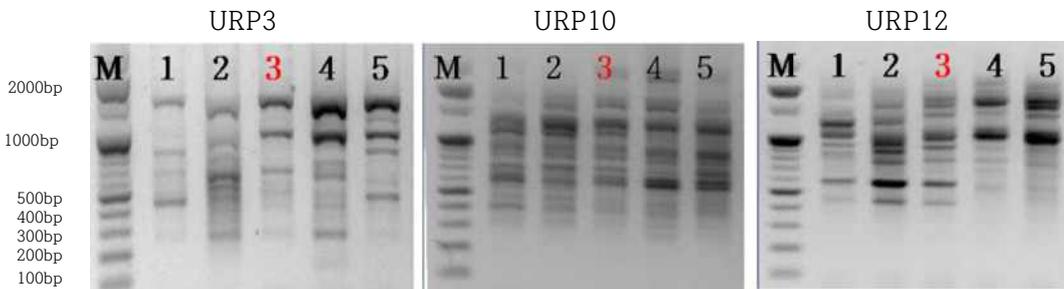
※ 저온28일 저장 ΔL = 수확후 L1 - 저온 28 저장후 L2

상온3일 보관 ΔL = 수확후 L1- 상온3일저장 L3

색차  $\Delta E(L^*, a^*, b^*) = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$

#### 바. DNA다형성 분석

‘산타리’는 URP3, 10, 12 프라이머를 이용하여 유연관계를 분석하였다. URP3과 URP10 프라이머에서 GMPO2040 균주와 유사한 경향을 나타내었으며, URP12프라이머에서는 호산과 유사한 DNA 밴드를 형성하여 호산-48 단핵균주와 GMPO2040-19 단핵균주간 교배가 이루어졌음을 확인할 수 있었다(그림. 2).



M : Marker, 1 : 호산, 2 : 호산-47(단핵균주), 3 : 산타리 4 : GMPO2040-19(단핵균주)  
5 : GMPO2040

그림 2. DNA 다형성 검정

사. 농가실증시험 생육 및 수량

여주 등 3개 지역 재배농가에서 생육 및 자실체 특성을 조사하였다. E농가(여주1)는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 44.4mm, 11mm, 98mm로 ‘호산’에 비하여 갓개산이 빠르고, 대가 굵고 긴형태를 나타내었다. 유효경수는 14개로 ‘호산’의 25.6개 보다 10개 이상 적었으며, 수량은 120.8g(900ml,  $\phi$ 65mm)으로 ‘호산’에 비하여 52%정도 증수되었다.

F농가(여주2)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 31.6mm, 8.2mm, 81.4mm로 ‘호산’에 비하여 대가 굵고 긴형태를 나타내었다. 유효경수는 28개로 ‘호산’에 비하여 6개 이상 많았으며, 수량은 165.2g(900ml,  $\phi$ 65mm) 으로 ‘호산’에 비하여 44% 증수되었다.

G농가(용인)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 34.4mm, 11mm, 73.4mm로 ‘호산’에 비하여, 대는 굵고 긴형태를 나타내었다. 유효경수는 28.5개로 ‘호산’에 비하여 8개 이상 많았으며, 수량은 141.7g(900ml,  $\phi$ 65mm) 으로 ‘호산’에 비하여 24% 증수되었다.

표 40. 농가실증시험 생육 및 수량

시험 장소	계 통	갓색도 (L)	갓크기 (mm)	대굵기 (mm)	대길이 (mm)	유효 경수 (개)	수 량 (g/병)
E (여주1)	산타리	40.8	44.4	11	98	14.1	120.8
	호산	39.4	23.8	6.8	65.2	25.6	79.4
F (여주2)	산타리	45.2	31.6	8.2	81.4	28.0	165.2
	호산	43.2	28.4	7.2	61.2	22.2	114.5
G (용인)	산타리	38.2	34.4	11	73.4	28.5	141.7
	호산	37.2	27.0	7.6	55.6	19.2	113.9

※ 병크기(900ml,  $\phi$ 65mm)  
DMRT at 5% level



E (여주1)



F (여주2)



G (용인)

그림 18. 농가별 재배사진자료

## 제3절 결과 요약

### 1. 장기유통에 적합한 포장지 선발

- 가. 상온유통기간 중 랩포장이 방담필름(무공,유공)보다 중량감모율이 높았으며, 랩포장은 상온 유통기간 3일, 방담필름(유공)과 방담필름(무공)은 4일까지 판매가능한 신선도를 유지하였다.
- 나. 상온유통 6일 랩포장은 갓표면에 균사가 형성되었고, 방담필름(무공)은 갓표면 무름증상과 이취발생이 심하였다.

### 2. 수출 및 장기유통을 위한 느타리버섯 선도유지 기술개발

- 가. 흑타리는 유통온도 15℃에서는 예냉 48시간 처리에서 20~35% 농도를 보였고 유통온도 20℃에서는 15℃보다 높은 31~42%의 농도를 보였다. 춘추 2호는 유통온도 15℃에서는 예냉 24시간이 24~28%의 농도를 보였고 유통온도 20℃에서는 예냉 48시간에서 25~28% CO<sub>2</sub> 농도를 보였다.
- 나. 중량감모율 변화를 보면 흑타리는 예냉처리를 하지 않을 경우 상온(15, 20℃) 2일에서 10.9~12.4%로 가장 높았고, 예냉 24시간에서 9.8~9.9%로 가장 낮았으며 상온(15, 20℃) 4일까지 예냉 24시간 9.6~10.6%로 낮게 나타났다. 춘추2호는 무예냉 처리에서 예냉 24시간 처리후 상온 15, 20℃에서 다소 낮은 감모율을 보였고 유통온도 20℃에서는 유통기간이 길수록 증가하는 경향이였다.
- 라. 갓 개산율의 변화를 보면 흑타리는 예냉처리를 하지 않을 경우 상온 2일에서 5.1~8.2%였고 예냉 24시간처리에서 6.4~12.7%로 대등한 결과를 나타내었다. 춘추2호는 예냉 처리를 하지 않을 경우 상온 2일에서 11.4~11.5%로 높았고, 예냉 48시간 4.7~6.9%로 낮았다.
- 마. 명도값은 저장기간이 길수록 증가하는 경향을 보였고 예냉시간에 따른 차이는 보이지 않았다. 춘추 2호는 흑타리보다 명도값이 높은 값을 보였으며 저장기간에 따른 차이는 없었다. 채도값은 적색보다는 노란색의 변화가 더 큰 것으로 나타났으며 품종별로는 흑타리가 춘추2호에 비해 채도값(b)의 변화가 컸다.
- 바. 경도와 탄력성은 예냉시간별 차이는 보이지 않았고 저장기간이 경과함에 따라 낮아지는 경향을 보였으나 품종간에는 일정한 경향이 없었다
- 사. 느타리버섯 예냉처리 후 저온저장(1℃) 30일후 유통과정중 선도 유지에 적합한 방법은 흑타리는 예냉 48시간, 유통온도 15℃, 4일까지 판매가 가능하였고, 춘추 2호는 예냉 24시간 15℃, 4일까지 판매가 가능한 것으로 판단되었다.

### 3. 장기유통에 적합한 느타리버섯 모본 선발

- 가. 느타리버섯 수집 100계통에 대한 저장성 분석결과 저온저장기간 20일 미만 32계통, 20~29일 45계통, 30~33일 11계통, 33일이상 12계통이었다.
- 나. 36일이상 저장이 가능한 계통은 GMPO20033, GMPO20052, GMPO20082, GMPO20094, GMPO200102, GMPO20104, GMPO20117 등 7계통이었다.

#### 4. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성

- 가. '14년도 교배는 P11005-18(A) × K20180-36(B) 등 78조합 400교배 실시후 252계통을 육성하였다. 맛, 조직 탄력성 및 생육균일성 등이 양호한 1~3등급 71계통을 선발하였다.
- 나. '14년도 단핵균사와 이핵균사간 교잡은 P11005-18(Mono) × 흑타리(Di) 등 60조합 200교배를 실시하여 117계통을 육성하였다. 1~3등급인 우수계통을 30계통을 선발하였다.
- 다. '15년도 GMPO20209×장안7호 등 126조합 600교배 실시하여 331계통을 육성하였다. 1~3등급인 우수계통을 153계통을 선발하였다.
- 라. '16년도 수한1호 × 하성 등 105조합 875교배를 실시하여 601계통을 육성하였다. 1~3등급인 우수계통을 289계통을 선발하였다.

#### 5. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 우량계통 특성검정

- 가. '14년도 DM12021등 우수 선발 20계통에 대하여 특성조사를 실시하였다. CD122등 굵은형 2계통, CG221등 진회색 2계통, CF256등 다수성 2계통의 우수계통을 선발하였다.
- 나. '15년도 DM14036등 우수 선발 20계통에 대하여 특성조사를 실시하였다. P14050등 진회색 2계통, P14280등 다수성 2계통, DM14036등 생육균일형 2계통, EI109 등 산느타리 2계통의 우수계통을 선발하였다.
- 다. '16년도 P15482등 우수 선발 20계통에 대하여 특성조사를 실시하였다. P15288등 진회색 2계통, DJ215등 굵은형 2계통, CE180등 생육균일형 2계통, CB219등 산느타리 2계통의 우수계통을 선발하였다.

#### 6. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정

- 가. CD252 계통은 맛색이 진회색(L=27.8)이며 맛과 대의 탄력이 우수하였고 생육이 균일하였다. 수량은 176g/900cc병이었다. 색도변화에 있어 저온저장시 맛색은  $\Delta E = 1.5$ , 대색은  $\Delta E = 6.5$ 을 나타내었으며, 저온저장후 상온보관시 맛색은  $\Delta E = 6.1$ , 대색은  $\Delta E = 14.0$ 을 나타내었다.
- 나. CE180 계통은 맛색이 진회색(L=23.3)이며 대가 굵고 긴형(11.7/91.5mm)이다. 수량은 176g/병이었다. 색도변화에 있어 저온저장시 맛색은  $\Delta E = 3.7$ , 대색은  $\Delta E = 1.2$ 을 나타내었으며, 저온저장후 상온보관시 맛색은  $\Delta E = 2.0$ , 대색은  $\Delta E = 15.9$ 를 나타내었다.
- 다. CF275 계통은 대가 곧고 백색이며 굵고 긴형(11.6mm/94.6mm)이다. 수량은 174g/병이었다. 색도변화에 있어 저온저장시 맛색은  $\Delta E = 7.9$ , 대색은  $\Delta E = 4.7$ 을 나타내었으며, 저온저장후 상온보관시 맛색은  $\Delta E = 4.7$ , 대색은  $\Delta E = 6.3$ 을 나타내었다.
- 라. CD252, CE180, CF275은 저장성이 우수한 계통으로 2°C, 28일 저온저장에서 감모율이 7%정도이며, 신선도는 판매가능한 6이상을 나타내었다. 또한, 저온저장후 상온보관 3일째에는 감모율이 1%이하로 나타났으며, 신선도는 식용가능한 4를 나타내었다. 하지만, CF275는 신선도 3을 나타내었다.
- 마. GE235 계통은 맛색이 백색(L=96.0)이며 대가 굵고 긴형(9.0/93mm)이다. 수량은 175g/병이었다. 탄력성 88%, 응집성 80%, 씹음성 403g, 깨짐성 35kg을 나타내어, 대조구에 비하여 씹음성과 깨짐성이 높게 나타났다.
- 바. GE297 계통은 맛색이 백색(L=98.4)이며 대가 굵고 짧은형(8.2/82mm)이다. 수량은 163g/병이었다. 탄력성 88%, 응집성 81%, 씹음성 371g, 깨짐성 32kg을 나타내어, 대조구에 비하여 씹음성과 깨짐성이 높게 나타났다.

사. 저장성 평가에 있어 2℃, 28일 저장시 GE235, GE297의 중량감모율은 각각 0.44, 0.47% 로 낮은편이었다. 신선도는 각각 7.5, 7.6로 판매가능한 상태였다. 잣색의 색차값( $\Delta E$ )은 4.9, 5.2를 나타내었다. 2℃, 28일 저장후 20℃, 3일 상온보관시 GE235, GE297의 중량감모율은 각각 0.77, 0.79% 로 낮은편이었다. 신선도는 각각 4.4, 4.8로 식용가능한 상태였다. 잣색의 색차값( $\Delta E$ )은 5.4, 3.5를 나타내었다.

## 7. 수출 및 장기유통용 느타리버섯 품종육성 및 농가실증시험

가. 다수성 느타리 ‘만타리’

- 1) 군사생장적온은 26~29℃이고 버섯발생온도는 19℃, 버섯생육온도 16℃로 ‘춘추2호’와 유사하였다.
- 2) 병재배시 배양기간은 32일, 초발이 소요일수는 4일, 생육일수는 3일로 총재배기간은 39일이 소요되었다.
- 3) 잣직경은 30.2mm이며, 잣색도(L)는 32로 진회색을 나타냈었다. 대는 직경 10.2mm, 길이 92.7mm로 가늘고 긴형태이며, 대색택은 회백색을 나타내었다.
- 4) 수량은 생산력 검정시 900ml병에서 179g을 나타내었으며, 농가실증재배시 A(여주1) 241g/1100ml, B(양평) 203g/900ml, C(여주2) 236g/1100ml, D(용인) 212g/1100ml로 다수성을 나타내었다.
- 5) 대의 물리성에서 있어 탄력성, 응집성, 씹음성, 깨집성이 각각 96%, 76%, 160g, 15kg을 나타내었다.
- 6) DNA다형성을 비교 분석한 결과 UFPF3, UFPF7, UFPF7등의 primer에서 교배모본인 ‘춘추2호’와 ‘DM11732’의 DNA의 밴드가 혼합되어 있었으며 품종간, 균주간의 밴드 차이가 있었다.
- 7) 저장기간에 따른 중량감모율은 저온저장시 7.8%, 상온보관시 0.2% 이었으며, 신선도는 저온저장시 6점, 상온보관시 4점을 나타내어 대조품종인 ‘춘추2호’와 유사한 경향을 나타내었다.

나. 산느타리 버섯 ‘산타리’

- 1) 군사생장적온은 26~29℃이고 버섯발생온도는 22℃, 버섯생육온도 18℃로 ‘호산’과 유사하며, 발생형은 다발형태를 나타내었다.
- 2) 병재배시 배양기간은 28일, 초발이 소요일수는 3일, 생육일수는 3일로 총재배기간은 34일이 소요되었다.
- 3) 잣크기는 35.9mm이며, 잣색도(L)는 53.7로 회갈색을 나타내었고, 대는 직경 10.1mm, 길이 79.7mm로 ‘호산’에 비하여 굵고 긴형태이며, 대색택은 L=93으로 백색을 나타내었다.
- 4) 수량은 생산력 검정시 1100ml병에서 172g을 나타내었으며, 농가실증재배시 A(여주1) 120.8g/900ml, B(여주2) 165.2g/900ml, C(용인) 141.7g/900ml으로 대조구 대비 24%이상 증수 되었다.
- 5) 대의 물리성은 탄력성, 응집성, 씹음성, 깨집성이 각각 87%, 82%, 193g, 16.8kg을 나타냈다.
- 6) DNA다형성을 비교 분석한 결과 URP3, URP10, URP12의 primer에서 교배모본인 ‘호산’과 ‘GMPO20404’의 DNA의 밴드가 혼합되어 있었으며 품종간, 균주간의 밴드 차이가 있었다.
- 7) 저장기간에 따른 신선도는 저온저장시 7, 상온보관시 6 을 나타내어 대조품종인 ‘호산’보다 상온보관시 신선도가 우수하였다.

## 제3-4절 느타리 현장적응성 적합품종 개발

### 1. 대장3호

기존에 재배되었던 품종들이 새로운 품종들로 대체되고 있으나, 현재까지도 느타리 병재배에서 춘추2호는 버섯발생과 생육이 비교적 고르게 이루어져 꾸준히 재배되고 있다. 이에 춘추2호보다 대의 품질과 저장성이 좋으면서, 수확량이 좀더 높은 병재배용 품종을 육성코자 하였다.

#### 가. 재료 및 방법

##### (1) 균주 및 배양

모균주로 사용된 이핵균주는 대장1호, 장안5호 등이다. 화성1호와 장안3호, TO-01 계통을 다포자임의교배하여 만들어진 대장1호에서 단핵균을 분리하였다(Fig 1). 대장1호의 버섯에서 포자를 수집하여 4℃에서 냉장보관하였다. 담자포자 발아에 사용된 배지는 WA(water agar; Agar 20g, 증류수 1,000ml)이고, 단핵균주 배양 및 교배, 이핵균주의 배양에는 PDA(Potato Dextrose Agar: Potato g, Dextrose g, Agar 15g)를 사용하였다.

##### (2) 단포자 분리 및 선별

###### (가) 단핵균 분리

4℃ 냉장고에 보관한 모균주(대장1호)의 담자포자를 멸균수에  $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$ 배로 현탁하고 WA를 넣은 Petridish에 300 $\mu$ l씩 도말한 후 25℃의 항온배양기에서 7-10일간 배양하였다. 발아된 균사체를 PDA가 담긴 Petridish에 각각 분리하였으며 다시 항온배양기에서 7일간 배양하였다. 이렇게 분리된 균사체를 현미경(Olympus BX-40)을 사용하여 꺾쇠연결체(clamp connection)의 유무를 검경하여 단핵균사체(monokaryon)를 선별하였다.

###### (나) 단핵균 선별

대장1호의 단핵균주(SKB)로 176개를 분리하였다. clamp, 균사 성장 및 밀도 등의 특성을 조사하여 양호한 단핵균주 SKB 101개를 교배에 사용하였다. 균사가 고르게 자라지 않고 밀도가 매우 낮은 균사체는 단핵균주로서 사용하지 않았다.

##### (3) 교잡과 교잡균주 선발

###### (가) Di-mono 교배법

PDA배지에 배양된 단핵균사체(n)의 외곽부에서 직경 0.7cm의 크기로 자른 절편을 Petridish의 중앙에 위치시켰다. 장안5호(2n)도 동일한 크기로 자르고 단핵균과 1cm의 간격에 두어 대치시켰다. 5-7일간 배양후, 두 균사체가 접한 부분의 반대편에 있는 단핵균사체 방향에서 균사체를 분리하여 현미경 검경을 통해 꺾쇠연결체의 유무를 확인하였으며, 교잡균주(2n)를 분리하여 PDA배지에 계대배양 하였다. 이렇게 분리된 교잡균주는 10% glycerol이 담긴 cryovial에 보관하여 사용하였다.

###### ① 대장3호(SKB073s)의 육성

SKB단핵균의 모균주 대장1호는 대가 굵고 길며 갓색이 옅은 특징을 가졌다. 대가 단단하고 굵고 긴 장점과 갓색의 옅은 단점을 보완하고자 하였다. 장안5호는 갓색이 진하고 대가 약간 무르면서 굵고 곧은 특성을 가진다. 수량성이 좋으나 갈변에 약한 특성을 가지고 있다. 좀

더 갈변에 강하고 저장성과 수량성이 좋은 교잡균주를 육성하고자 하였다.

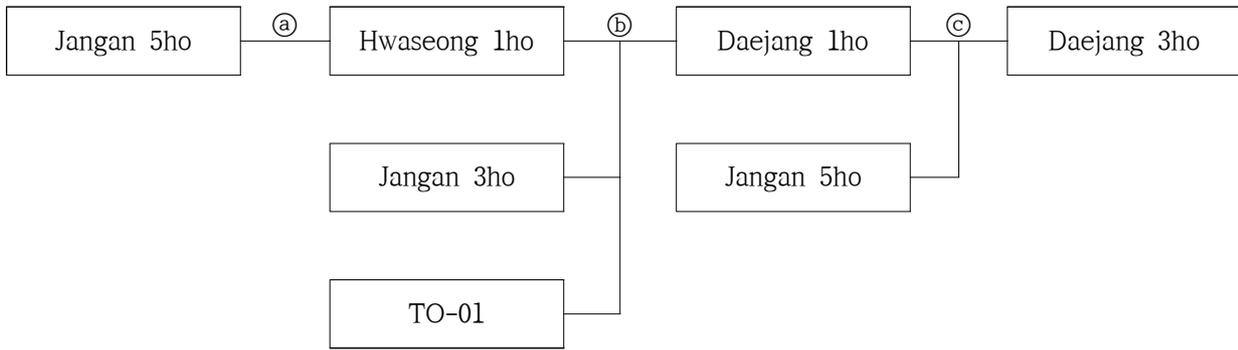


Fig. 1. 대장3호의 계통도

㉠ 자가교배와 다포자임의교배 ; ㉡ 다포자임의교배 ; ㉢ di-mono 교배

#### (4) 자실체 및 재배 특성검정

##### ① 시험재배 배지 및 배양, 생육 관리

자실체 특성은 병재배를 이용하여 검정하였다. 병은 내열성플라스틱재질의 850ml(병입구 직경 60mm)를 사용하였다. 병배지는 “포플라톱밥:면실피:면실박:비트펠트 = 12:5:3:2”의 배합비(v/v)로 혼합하여 121°C에서 50분간 살균하고 냉각시켰으며, 교잡균주를 접종하였다. 배양은 21°C에서 35-40일간 배양하였다. 발이유도는 19-19.5°C에서 하였고, 생육온도는 14~19°C에서 관리하며 자실체의 특성을 조사하였다.

##### ② 시험재배를 통한 교잡균 선발

###### ㉠ 대장3호의 시험재배

SKB단핵균과 장안5호(2n)간 di-mono 교배후 교잡균을 이용하였다. 병재배를 통해 교잡균주 선발시험을 하였다. 4차의 시험병재배를 통해 최종 선발하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### (1) 단포자 분리 및 선별

대장1호의 단핵균(SKB)으로 272개의 포자를 분리하였으며, 이중 176개의 단핵균을 현미경 검경을 통해 선별하였다. 이렇게 분리된 단핵균에 대하여 계대후 균사밀도와 생장, 그리고 균사 균일도에 대하여 상중하로 나뉘어서 조사하였다. 균일도가 낮은 것은 균사밀도나 균사생장이 고르지 않았다(Table 1).

##### (2) 교잡과 교잡균주 선발

(가) SKB단핵균과 S001이핵균간의 di-mono교배를 통해 101개의 교잡균을 분리하였다(Table 2). SKB255는 균사균일도가 낮았으며, 교잡균들은 대체로 균사 균일도가 낮지 않았다. 밀도, 생장 등에서 단핵균과의 비례성은 보이지 않았다(Table 2).

##### (3) 시험재배 및 교잡균주의 특성

###### (가) 시험재배를 통한 생육 및 특성조사

4차에 걸친 시험병재배를 통해 대장3호(SKB089s)를 최종 선발하였다..

① 형태적 특성

‘대장3호’는 갖의 형태는 깊은 깔때기형으로 춘추2호보다 좀 더 갖의 중심부가 깊게 파인 형태였다(Fig.4). 갖색은 진회색으로 춘추2호보다 좀 더 진한 편이었다. 대의 길이와 굵기는 77.4mm와 13.5mm로, 춘추2호의 61.5mm와 10.9mm보다 길고 두꺼운 편이다(Table 3).

<Table. 1> SKB 단핵균 특성표

SKB	<sup>a</sup> 균사 밀도	<sup>b</sup> 균사 생장	<sup>c</sup> 균일도	SKB	균사 밀도	균사 생장	균일도	SKB	균사 밀도	균사 생장	균일도	SKB	균사 밀도	균사 생장	균일도
4	3	3	3	88	3	3	3	159	3	3	3	220	2	3	2
5	3	2	3	89	3	3	3	160	3	2	2	221	2	2	1
7	2	3	2	90	3	3	3	163	3	2	2	222	3	3	3
9	3	3	3	91	3	3	3	165	3	3	3	223	3	3	3
10	3	3	3	93	2	3	2	166	2	2	2	224	2	3	2
12	3	3	3	95	3	2	3	167	3	2	3	226	1	2	2
13	3	3	3	97	3	3	2	170	3	3	3	229	3	3	2
15	3	3	3	98	3	3	3	171	3	3	3	230	3	3	3
16	3	3	3	101	3	3	3	172	3	3	3	231	3	3	3
18	1	2	2	105	3	3	3	173	3	3	3	232	3	3	3
20	2	3	2	106	3	3	3	174	3	3	3	233	2	3	2
21	1	2	1	107	2	3	2	176	2	1	2	234	3	3	3
23	1	2	1	108	3	3	3	179	1	2	1	236	3	3	3
27	3	3	3	109	1	3	3	180	1	2	2	238	2	2	2
30	1	2	1	110	3	3	3	181	3	3	2	239	3	3	3
32	3	3	3	111	3	3	2	182	2	3	2	241	2	2	2
33	3	2	2	113	3	3	3	183	2	2	2	242	3	3	3
35	2	3	2	114	2	3	2	184	3	3	3	243	2	2	2
37	2	2	2	116	3	2	2	186	3	3	3	244	2	2	2
38	3	3	3	117	3	3	3	187	3	3	3	245	3	3	2
39	1	2	2	118	1	2	2	190	3	3	2	247	3	3	3
43	3	3	3	119	3	3	3	191	3	3	3	248	3	3	3
44	2	2	2	120	1	3	2	192	2	3	2	249	3	3	3
47	2	2	2	125	3	3	3	193	2	3	2	250	2	2	2
50	3	3	3	129	2	3	3	194	3	3	3	252	3	3	3
58	3	3	3	131	3	3	3	195	2	2	2	253	3	2	2
59	3	1	2	132	2	3	3	196	3	3	3	254	3	3	3
60	2	2	2	133	3	3	3	198	3	3	3	255	3	3	3
61	3	3	3	135	3	2	3	200	1	3	1	256	3	3	3
62	3	3	3	136	3	3	3	201	3	3	3	257	3	3	3
63	3	3	3	137	2	2	2	202	3	2	2	258	3	2	3
65	3	3	3	142	2	3	2	203	2	2	2	259	3	3	3
67	3	3	3	143	3	3	3	204	3	3	3	260	3	3	3
70	3	3	3	144	3	3	3	206	2	2	2	261	3	3	3
72	2	2	2	145	2	2	2	207	1	2	2	262	3	2	2
73	3	3	3	147	2	2	2	208	1	3	2	263	3	3	3
76	3	3	3	148	3	2	3	209	3	3	3	264	3	3	3
77	2	2	2	150	1	2	3	210	3	3	3	265	3	3	3
78	2	3	2	151	3	3	3	212	3	3	3	268	3	3	3
80	3	3	3	152	3	2	2	213	3	3	3	269	3	3	3
81	2	3	1	153	2	3	2	214	3	3	3	272	3	3	3
83	3	3	3	154	3	3	3	215	3	2	3				
84	3	3	3	155	3	3	3	216	2	2	2				
85	3	3	3	156	3	3	3	217	3	3	3				
86	3	3	3	158	3	3	3	218	3	3	3				

<sup>a</sup>균사밀도 : 3(많다), 2(보통), 1(매우 낮다)

<sup>b</sup>균사생장 : 3(빠르다), 2(보통), 1(느리다)

<sup>c</sup>균일도 : 3(균일하다), 2(약간 불균일), 1(아주 불균일)

<Table. 2> SKB 교잡균 특성표

SKB-S	<sup>a</sup> 균사 밀도	<sup>b</sup> 균사 생장	<sup>c</sup> 균일도	SKB-S	균사 밀도	균사 생장	균일도	SKB-S	균사 밀도	균사 생장	균일도	SKB-S	균사 밀도	균사 생장	균일도
4	3	2	3	86	2	3	2	155	2	3	2	230	3	3	3
5	3	3	3	89	3	2	3	156	2	2	3	231	2	2	2
7	3	3	2	90	3	3	3	158	3	3	2	232	3	3	3
9	2	2	3	91	2	3	2	159	3	3	2	233	3	3	3
10	2	2	2	93	2	3	3	160	3	3	3	234	2	2	2
12	3	2	2	95	2	3	3	167	3	3	3	236	3	3	3
13	2	2	2	97	2	3	3	170	3	3	2	238	3	3	3
18	3	3	3	98	2	3	2	183	3	3	3	239	2	2	2
20	2	2	2	105	2	3	2	186	3	3	3	241	3	3	3
21	3	3	3	108	2	3	2	187	3	3	3	242	3	3	3
23	3	3	3	114	3	3	2	190	3	3	3	243	3	3	3
27	2	2	2	116	3	3	3	192	3	3	3	244	3	3	3
30	3	3	3	117	2	3	2	193	3	3	3	252	3	3	3
32	2	2	2	118	3	3	3	204	3	3	2	255	1	1	1
39	2	2	2	119	3	3	2	206	3	3	3	259	3	3	3
44	3	3	3	120	2	3	2	210	3	3	2	260	2	2	2
50	3	2	3	129	1	2	2	212	2	2	3	261	2	2	2
58	2	2	2	131	3	3	2	213	2	2	2	262	3	3	3
61	2	2	2	132	3	3	2	214	3	3	3	264	2	2	2
62	2	3	2	133	2	2	2	215	2	2	2	265	2	3	3
63	2	2	2	142	3	3	2	218	2	2	2	268	2	1	2
70	2	3	2	143	1	1	2	220	1	2	2	269	2	2	2
72	3	3	3	147	3	3	2	221	3	3	3	272	3	3	3
73	3	2	3	148	1	1	2	222	1	2	2				
80	2	3	2	150	2	2	3	223	2	3	2				
84	2	3	2	154	2	2	3	224	3	3	3				

<sup>a</sup>균사밀도 : 3(많다), 2(보통), 1(매우 낮다)  
<sup>b</sup>균사생장 : 3(빠르다), 2(보통), 1(느리다)  
<sup>c</sup>균일도 : 3(균일하다), 2(약간 불균일), 1(아주 불균일)

Table 3. 대장3호의 형태적 특징

균주명		갓길이 (mm)	대길이 (mm)	대굵기 (mm)	갓 색	갓 모양
대장3호	1st <sup>a</sup>	25.6 ± 1.1	76.2 ± 5.2	11.4 ± 0.6	진회색	깊은깔때기형
	2nd <sup>b</sup>	27.2 ± 2.3	76.0 ± 8.9	15.4 ± 0.6		
	3rd <sup>c</sup>	33.3 ± 3.7	80.1 ± 10.6	13.8 ± 1.3		
	avg.	28.7 ± 4.1	77.4 ± 2.3	13.5 ± 2.0		
춘추2호	1st	22.4 ± 2.0	57.0 ± 2.1	10.8 ± 1.1	회색	깔때기형
	2nd	26.4 ± 2.6	60.2 ± 4.2	13.8 ± 2.2		
	3rd	25.6 ± 4.2	67.2 ± 2.0	8.2 ± 0.8		
	avg.	24.8 ± 4.1	61.5 ± 5.2	10.9 ± 2.8		

\* 1st<sup>a</sup>, 2013.12 ; 2nd<sup>b</sup>, 2014.01 ; 3rd<sup>c</sup>, 2015.03

②재배적 특성

28일간 배양 후 균굵기를 하였으며, 원기형성 후 2일 후에 병배지 뒤집기를 하였다. 원기형성은 ‘대장3호’는 4-5일, 춘추2호는 3-5일로 춘추2호가 1일 빠르거나 비슷하였다. 버섯발생온도는 두 품종이 18-19℃에서도 원기형성이 잘 되었다. 적정 생육온도는 ‘대장3호’는 14-17℃이며, 춘추2호의 15-19℃ 보다는 낮게 관리하는 것이 좋았다(Table 2).

‘대장3호’의 850ml 병당 수량은 평균 167.1g으로, 춘추2호보다 13.9% 높은 수확량을 보였

다. 3번의 재배시험에서 춘추2호는 일정한 수확량을 보였으며, ‘대장3호’는 수확량의 편차가 있었으나 춘추2호보다는 수량이 좀 더 높았다(Table 4,5)(Fig 2).

Table 4. 대장3호의 재배적 특성

균주명	군사배양 온도	군사배양 기간	초발이 소요일수	초발이 발생온도	생육온도
대장3호	23~26℃	28 days	5-7 days	18~19℃	14~17℃
춘추2호	23~26℃	28 days	4-7 days	18~19℃	15~19℃

Table 5. 대장3호의 생산량

균주명	수확량 (g/850ml) <sup>a</sup>			평균	수량지표(%)
	1st (2013.12)	2nd (2014.01)	3rd (2015.03)		
대장3호	159.6 ± 11.0	174.2 ± 18.9	167.6 ± 24.8	167.1	113.9
춘추2호	144.8 ± 6.4	147.4 ± 6.7	147.8 ± 7.7	146.7	100.0

\* ( )<sup>a</sup>, 병용량, 병입구직경 60mm

Fig 2. 대장3호(SKBO89s)와 춘추2호의 비교



#### (나) DNA 다형성 분석

육종 선발된 교잡균주와 모균주 등에 대하여 RAPD 실험을 통하여 유전적으로 차이가 있음을 확인하고자 하였다.

##### ① URP primer를 이용한 대장3호의 PCR-RAPD

URP primer(#01-#12)를 사용하여 RAPD 분석을 하였다. 특히 URP primer #03, #08, #10, #11에서 대장3호가 다른 교잡균주들(SKBO50s, SKBO73s)간에도 유전적 차이가 있으며, 두 모균주와 교잡균주간에 동일한 밴드를 일부 가지지만 동일하지 않음을 확인할 수 있었다. 또한 대조품종과의 증폭밴드양상의 차이를 나타내었다(Fig 3).

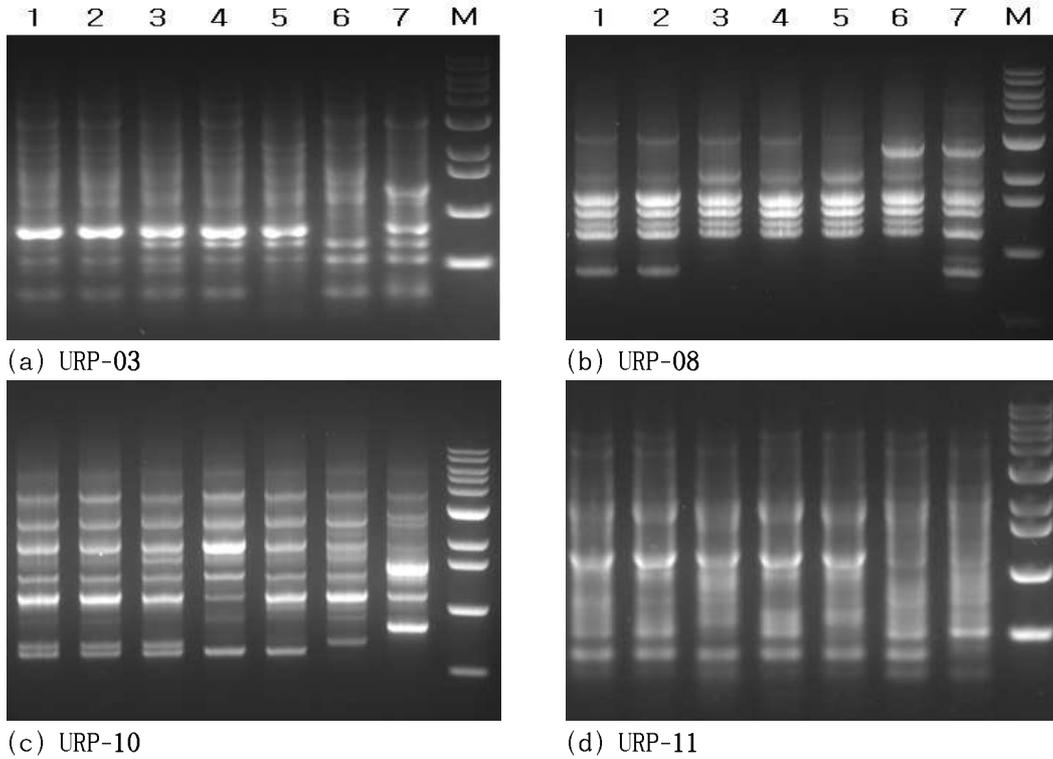


Fig. 3. Band patterns of DNA amplified by PCR with new cultivar 'Daejang 3ho' and reference cultivars using Primer URP

1: Suhan 1ho, 2: Jangan 5ho, 3: SKB050s, 4: SKB073s,  
5: Daejang 3ho, 6: Daejang 1ho, 7: Chunchu 2ho, M: marker 1kb

(다) 가변특성

① 육성품종 대조직의 물리적 특성

'대장3호'는 강도는 567.8g/cm<sup>2</sup>, 경도는 1884.5g/cm<sup>2</sup>, 씹힘성은 489.5g으로 춘추2호보다는 작게 나왔다. 깨짐성과 응집성은 각각 50.3kg과 109.3%로 높게 나왔으며, 탄력성은 102.9%로 큰 차이를 보이지 않았다(Table 6). '대장3호'는 춘추2호보다는 단단하지 않으면서 잘 깨지지 않는 특성이 있다는 것을 알 수 있었다.

Table 6. 대장3호 대의 물리적 특성

군주명	강도 (g/cm <sup>2</sup> )	경도 (g/cm <sup>2</sup> )	탄력성 (%)	응집성 (%)	씹음성 (g)	깨짐성 (kg)
대장3호	567.8 ± 74.7	1884.5 ± 263.1	102.9 ± 1.1	109.3 ± 2.8	489.5 ± 66.3	50.3 ± 7.2
춘추2호	620.4 ± 81.4	2108.3 ± 287.5	102.7 ± 1.2	102.2 ± 4.1	507.6 ± 81.4	37.1 ± 9.4

\* 대의 직경 : 20mm. 측정기기: rheometer(COMPAQ-100), Sun scientific co.

다. 총평

갓색이 진한 장안5호와 기존에 다포자임의교배법으로 육성된 대가 길고 두꺼운 특징을 가지는 대장1호를 Di-mon교잡하여 '대장3호'를 육성하였다. 갓색은 진회색이며 갓모양은 깊은갈매기형이다. 대길기와 대굵기는 각각 77.4mm와 13.5mm로 춘추2호보다 두껍고 길었다. 초발이는 4-5일로 춘

추2호와 비슷하였으며, 생육온도는 14-17℃로 조금 낮은 편이었다. 춘추2호와 비교하여 수량은 13.9% 높았다. 생육시 습도가 높으면 춘추2호와 ‘대장3호’는 대표면이 회백색을 띄기도 하였다.

URP-primer를 사용하여 RAPD를 하였으며, URP primer #03, #08, #10, #11에서 ‘대장3호’와 모균주, 그리고 다른 교잡균주들과 동일하지 않음을 알 수 있었다. 대조직의 물리적 특성은 깨짐성과 응집성은 춘추2호보다 컸으며, 강도와 경도, 씹힘성은 춘추2호보다 낮았으나 통계적 유의성을 나타내지 않았다.

## 2. 화성6호

농가에서 선호하는 느타리버섯은 재배가 까다롭지 않으면서 시장에서 선호하는 고품질의 버섯이다. 고품질의 버섯은 갓색이 진하고 대가 곧고 백색의 특징을 가진다. 이에 재배조건이 까다롭지 않으면서 품질이 우수한 느타리버섯 품종을 육성코자 하였다.

### 가. 재료 및 방법

#### (1) 균주 및 배양

모균주로 사용된 이핵균주는 화성1호, 곤지7호 등이다. 화성1호 단핵균 중에서 보관중인 MST247(n)을 선발하여 사용하였다. 곤지7호의 버섯에서 포자를 수집하여 4℃에서 냉장보관하였다. 담자포자 발아에 사용된 배지는 WA이고, 단핵균주 배양 및 교배, 이핵균주의 배양에는 PDA를 사용하였다.

#### (2) 단포자 분리 및 선별

##### (가) 단핵균 분리

담자포자를 멸균수에  $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$ 배로 현탁하고 WA를 넣은 Petridish에 300 $\mu$ l 씩 도말한 후 25℃의 항온배양기에서 7-10일간 배양하였다. 발아된 균사체를 PDA가 담긴 Petridish에 각각 분리하였으며 다시 항온배양기에서 7일간 배양하였다. 분리된 균사체를 현미경을 사용하여 껍쇠연결체의 유무를 검경하여 단핵균사체를 선별하였다.

##### (나) 단핵균 선별

곤지7호의 단핵균(HGS) 189개를 분리하였다. clamp, 균사 생장 및 밀도 등의 특성을 조사하여 양호한 단핵균주 HGS 132개를 교배에 사용하였다. 균사가 고르게 자라지 않고 밀도가 매우 낮은 균사체는 사용하지 않았다.

#### (3) 교잡과 교잡균주 선발

##### (가) Mono-mono 교배법

PDA배지에 배양된 HGS단핵균사체의 외곽부에서 직경 0.7cm의 크기로 자른 절편을 Petridish의 한쪽에 위치시켰다. MST247 단핵균사체도 동일한 크기로 자르고 HGS단핵균과 1cm의 간격에 두어 대치시켰다. 7일간 배양후, 두 균사체가 접한 부분 및 반대편에 있는 단핵균사체를 현미경 검경을 통해 껍쇠연결체의 유무를 확인하였으며, 교잡된 균주를 분리하여 PDA배지에 계대배양 하였다. 이렇게 분리된 균주는 10% glycerol이 담긴 cryovial에 보관하여 저장하였다.

##### ① 화성6호(M7HGS172)의 육성

MST247의 모균주 화성1호는 갖색이 진하고 대가 약간 탄력이 있으며 길지 않고 굵기는 보통인 특징을 가지고 있다. 곤지7호는 대가 약간 굵고 곧으며 다발성이 좋은 특징을 가지고 있다. 화성1호의 보관된 단핵균중 MST247을 선발하여 사용하였으며, 새로 분리한 곤지7호의 단핵균(HGS)과 교배하였다. 다발성이 좋고, 대가 굵으며, 무르거나 단단하지 않는 품종을 육성하고자 하였다.

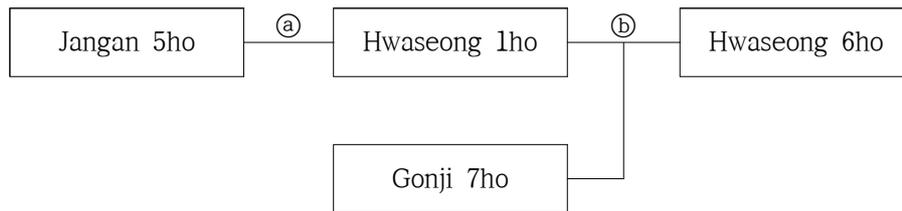


Fig. 1. 화성6호의 계통도

ⓐ, 자가교배와 다포자임의교배 ; ⓑ, mono-mono 교배교배

#### (4) 자실체 및 재배 특성검정

##### ① 시험재배 배지 및 배양, 생육

자실체 특성은 병재배를 이용하여 검정하였다. 병은 내열성플라스틱재질의 850ml(병입구 직경 60mm)를 사용하였다. 병배지는 “포플라툽밥:면실피:면실박:비트펠트 = 12:5:2:2”의 배합비(v/v)로 혼합하여 121℃에서 50분간 살균하고 냉각시켰으며, 교잡균주를 접종하였다. 배양은 21℃에서 35-40일간 배양하였다. 발이유도는 19-19.5℃에서 하였고, 생육온도는 14-19℃에서 관리하며 자실체의 특성을 조사하였다.

##### ② 시험재배를 통한 교잡균 선발

##### ㉗ 화성6호의 시험재배

MST247단핵균과 곤지7호 단핵균(HGS)를 mono-mono 교배후 교잡균을 이용하였다. 교잡균의 특성을 조사하여 군사 생장이 양호한 것들을 이용하여 시험재배를 하였다. 각 시험재배에서 특성있는 것들을 선별하였으며 4차에 걸친 시험재배를 통하여 M7HGS172를 최종 선발하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### (1) 단포자 분리 및 선별

① 곤지7호의 단핵균(HGS)의 포자 189개를 분리하였으며 검경을 통해서 단핵균 132개를 선별하였다. PDA배지에 계대후 군사생장, 밀도, 공중군사 등의 특성을 상중하로 나눠서 조사하였다. 군사생장이 좀더 빠른 것들은 4로 표시하였으며, 군사생장과 밀도가 비례하지는 않았다(Table 1).

##### (2) 교잡과 교잡균주 선발

① MST247단핵균과 HGS단핵균들간의 mon-mon교배를 통해 99개의 교잡균 분리하였다. 이중 군사생장이 불량한 것들을 제외하고 시험재배를 준비하였다(Table 2).

② HGS단핵균사들 중에서 군사생장 및 밀도가 낮은 것들도 교잡에 사용하였다. Di-mon 교배시에는 단핵균의 군사생장이 불량하면 교잡후 균분리가 어려움으로 제외하였으나, 단핵균간 교배에서는 교잡을 통해 이핵균 분리가 가능하다고 생각되어 최대한 교잡을 하고자 하

였다. ③ HGS단핵군 중에서 058, 083, 102, 172, 174등은 단핵군에서 군사생장 및 밀도 등이 낮았으나, MST247교잡군주와의 교잡후 군사생장 및 밀도 등이 높았다. HGS단핵군 010, 011, 019, 034, 062, 066, 092, 151, 171 등은 단핵군에서는 높았으나 교잡군에서 낮았다. HGS단핵군 048, 104, 163, 164, 166, 174는 단핵군과 교잡군에서 낮았으며, HGS단핵군 002, 006, 007, 025, 060, 067, 087, 088, 091, 096, 098, 115, 141, 180 등은 단핵군과 교잡군에서 높았다. 단핵군의 군사 특성이 교잡군에서와 동일하지 않음을 알 수 있다.

Table 1. HGS 단핵군 특성조사

HGS	<sup>a</sup> 군사 생장	<sup>b</sup> 군사 밀도	<sup>c</sup> 꽃줄 군사	HGS	<sup>a</sup> 군사 생장	<sup>b</sup> 군사 밀도	<sup>c</sup> 꽃줄 군사	HGS	<sup>a</sup> 군사 생장	<sup>b</sup> 군사 밀도	<sup>c</sup> 꽃줄 군사
2	3	2	3	64	2	2	3	130	3	2	3
3	3	3	3	66	2	3	3	131	2	1	1
4	2	3	3	67	4	3	3	132	2	2	3
6	4	3	3	68	1	3	2	133	2	2	3
7	4	3	3	69	2	2	3	134	2	2	3
10	3	3	3	71	1	2	2	135	4	3	3
11	3	3	3	73	2	2	2	138	2	3	3
12	2	2	2	79	2	3	2	139	2	1	1
13	4	3	3	82	2	3	2	140	2	3	2
17	2	3	3	83	1	1	1	141	4	3	3
18	3	2	2	84	2	2	3	142	2	3	3
19	4	3	3	85	4	3	3	144	4	3	3
20	2	2	1	86	2	2	3	146	3	2	3
21	3	3	3	87	4	3	3	147	3	2	3
22	1	2	2	88	4	2	3	148	2	2	3
23	4	3	3	89	2	1	3	151	3	2	3
24	2	1	1	90	2	2	3	152	4	3	3
25	4	3	3	91	4	3	3	154	4	3	3
27	3	3	3	92	2	3	2	155	2	2	2
28	3	2	3	93	4	3	3	156	2	2	3
31	2	3	2	95	1	1	1	159	2	3	3
32	1	3	2	96	3	3	3	160	3	1	1
34	2	3	3	98	3	3	3	161	2	3	2
36	3	2	3	99	2	2	2	162	2	2	2
37	3	2	3	100	2	3	3	163	1	1	1
38	2	2	2	102	1	1	1	164	2	1	1
40	3	3	3	103	4	3	3	166	1	1	1
42	2	2	3	104	1	2	2	167	2	3	2
43	3	3	3	107	3	2	2	168	1	1	1
45	3	1	2	112	2	2	3	169	4	3	3
46	2	2	3	113	2	1	2	171	2	3	3
47	1	1	1	114	1	1	2	172	1	1	1
48	1	2	2	115	4	3	3	173	1	1	1
50	2	3	3	116	1	2	3	174	1	1	1
52	2	3	2	117	2	3	2	175	1	2	3
53	2	2	2	118	2	2	1	176	4	3	3
54	1	0	0	119	2	2	2	177	2	2	3
56	3	2	2	120	2	3	3	178	2	2	2
57	2	2	2	121	2	2	3	179	1	1	1
58	1	1	1	122	3	1	2	180	3	3	3
60	3	3	2	123	4	3	3	185	1	1	1
61	3	2	2	125	4	3	3	186	2	2	2
62	4	3	3	127	3	2	3	187	1	2	2
63	4	3	3	128	3	2	3	189	4	3	3

<sup>a</sup> : 4(매우빠르다), 3(빠르다), 2(중간), 1(느리다)

<sup>b</sup> : 3(높다), 2(중가), 1(낮다)

<sup>c</sup> : 3(많다), 2(중간), 1(적다)

Table 2. M7HGS 교잡군 특성조사

M7 HGS	<sup>a</sup> 규사 생장	<sup>b</sup> 규사 밀도	<sup>c</sup> 꽃줄 규사	M7 HGS	<sup>a</sup> 규사 생장	<sup>b</sup> 규사 밀도	<sup>c</sup> 꽃줄 규사	M7 HGS	<sup>a</sup> 규사 생장	<sup>b</sup> 규사 밀도	<sup>c</sup> 꽃줄 규사
2	4	3	3	63	3	1	2	125	3	2	3
3	1	2	2	66	1	1	1	128	2	2	3
6	4	3	3	67	4	3	3	131	2	3	2
7	4	3	3	69	2	2	3	133	1	1	1
10	1	1	1	79	2	2	3	135	3	2	3
11	1	1	1	83	3	2	2	138	2	2	2
12	2	3	2	84	3	2	3	139	3	2	3
13	3	2	2	85	3	2	2	140	1	2	2
18	3	2	2	86	1	1	1	141	4	3	3
19	1	1	1	87	3	3	3	142	1	1	2
20	4	3	3	88	4	3	3	144	3	2	3
23	3	2	3	89	2	3	3	146	2	2	2
24	4	3	3	91	3	3	3	148	1	1	1
25	4	3	3	92	1	1	1	151	1	1	1
27	2	2	3	93	3	2	3	152	3	2	3
28	2	2	2	96	4	3	3	154	3	2	2
31	1	2	3	98	4	3	3	155	1	3	2
34	1	1	1	99	2	2	2	159	1	2	2
36	3	2	3	100	2	2	3	160	2	3	3
40	2	2	3	102	4	3	3	161	3	2	2
42	2	2	2	103	2	3	2	162	2	3	2
45	3	2	3	104	1	1	1	163	1	1	1
46	1	2	1	107	4	3	3	164	1	1	1
47	2	2	2	112	2	3	2	166	1	1	1
48	1	1	1	113	4	3	3	167	2	2	2
50	2	3	3	114	1	2	2	168	1	2	2
53	2	2	2	115	4	3	3	169	3	2	3
56	1	2	2	117	1	2	2	171	1	1	1
57	4	3	3	118	3	3	3	172	3	3	3
58	3	3	3	119	2	3	2	174	1	1	1
60	3	3	3	121	3	2	2	176	3	2	2
61	2	2	3	122	4	3	3	179	1	1	2
62	1	1	1	123	2	2	3	180	4	3	3

<sup>a</sup> : 3(빠르다), 2(중가), 1(느리다)

<sup>b</sup> : 3(높다), 2(중가), 1(낮다)

<sup>c</sup> : 3(많다), 2(중간), 1(적다)

### (3) 시험재배 및 교잡군주의 특성

#### (가) 시험재배를 통한 생육 및 특성조사

① 시험재배는 병재배를 하여 특성조사 및 선발하였다. 4차의 시험재배를 하였으며, 각 시험재배시마다 특성이 좋은 교잡군주를 선발하였다.

② 1차시험재배에서 M7HGS 045, 060, 084, 115, 141, 172 교잡군주를 선발하였다. 갯색이 진하고, 대가 굵은 것들 중에서 생육이 양호한 것들을 선발하였다. 1차선발에서는 대가 굵고 갯색이 진한편이며 생육이 불량하지 않은 것들을 선발하였다. 수량성이 높은 일부 교잡군주들은 대가 가늘고 유효경수가 많거나 대 표면이 매끄럽지 않는 특징들을 보였다(Table 3).

Table 3. . M7HGS 교잡균 1차시험병재배 생육특성

M7HGS	<sup>a</sup> 초 발이	<sup>a</sup> 수 확일	갯색	갯단면	<sup>b</sup> 갯 길이	<sup>b</sup> 갯 넓이	<sup>b</sup> 대 굵기	<sup>b</sup> 대 길이	유효 경수	대 단다 하기	대 탄력 성	질감	<sup>c</sup> 수확 량
006	5	4	흑회갈색	얇은갈	42.4	45.1	11.6	62.4	26.0	보통	탄력	질기다	164.5
007	4	4	진회색	약깊은갈	36.9	45.7	13.7	67.2	19.0	약단단	탄력	약간질기다	163.5
018	4	4	흑회갈색	깊은갈	42.7	44.3	14.5	81.5	19.0	약무름	탄력	약간질기다	133.5
020	4	4	연청회색	깊은갈	35.4	37.6	13.7	87.3	15.0	보통	탄력	질기다	143.5
023	7	4	진회색	얇은갈	36.0	43.8	13.6	61.2	24.0	보통	탄력	약간질기다	158.5
024	7	4	진회색	얇은갈	37.3	42.0	14.4	64.0	25.0	보통	탄력	약간질기다	156.5
025	7	4	진회색	얇은갈	35.3	43.0	13.0	58.0	26.0	약단단	탄력	약간질기다	163.0
036	5	4	진흑청색	약깊은갈	35.3	37.9	25.9	73.5	5.5	약단단	강탄력	약간질기다	90.5
045	5	4	진청회색	약깊은갈	44.0	44.7	15.5	64.5	11.0	약무름	탄력	안질기다	121.0
053	7	4	연청회색	깊은갈	35.6	40.5	20.8	65.3	15.0	보통	강탄력	안질기다	109.5
057	4	4	흑회갈색	약깊은갈	35.8	37.5	11.5	101.3	18.0	보통	강탄력	약간질기다	136.0
060	4	4	흑회갈색	약깊은갈	42.9	47.8	13.9	78.4	17.0	약무름	탄력	약간질기다	127.5
084	4	4	흑회갈색	약깊은갈	36.8	42.1	14.5	77.8	19.0	무르다	탄력	안질기다	138.0
087	4	4	흑회갈색	얇은갈	27.3	29.5	8.7	75.0	30.0	약단단	강탄력	질기다	167.0
088	5	4	흑회갈색	약깊은갈	40.4	41.7	14.2	82.0	11.0	약단단	강탄력	질기다	108.0
089	4	4	연청회색	깊은갈	35.3	36.5	15.4	81.3	11.0	보통	강탄력	안질기다	120.5
091	4	4	연청회색	깊은갈	43.8	46.0	17.4	73.1	12.0	보통	강탄력	안질기다	140.0
093	7	4	진회색	약깊은갈	32.5	36.7	8.0	73.7	43.0	단단	약탄력	약간질기다	173.5
096	4	4	진청회색	얇은갈	36.0	38.2	12.3	76.8	18.0	보통	탄력	질기다	135.0
113	4	4	진청회색	약깊은갈	34.4	35.1	14.6	74.7	12.5	약무름	탄력	약간질기다	123.0
115	4	4	진청회색	깊은갈	42.2	46.4	18.9	68.2	11.0	보통	강탄력	안질기다	144.0
118	7	4	진회색	약깊은갈	37.8	42.6	14.4	57.9	23.0	단단	강탄력	질기다	154.5
122	4	4	흑회갈색	약깊은갈	37.0	40.7	15.7	78.4	20.0	약단단	탄력	약간질기다	150.5
128	5	4	청회색	약깊은갈	33.6	36.5	12.5	87.4	15.0	보통	강탄력	질기다	128.5
131	4	4	흑회갈색	약깊은갈	36.1	40.4	10.0	70.2	26.0	약단단	탄력	약간질기다	140.5
141	4	4	청회색	얇은갈	35.9	38.7	13.0	83.7	21.0	보통	강탄력	약간질기다	150.0
152	5	4	진청회색	약깊은갈	33.2	34.6	9.5	70.4	22.0	약단단	탄력	약간질기다	125.5
160	4	4	흑회갈색	약깊은갈	36.3	38.7	9.4	69.8	24.0	약단단	약탄력	질기다	130.5
168	4	4	흑회갈색	얇은갈	32.8	34.9	9.9	76.1	17.0	단단	탄력	질기다	102.5
172	4	4	회갈색	약깊은갈	37.5	40.5	13.8	70.7	18.0	보통	탄력	약간질기다	132.5
180	5	4	진청회색	약깊은갈	31.8	33.6	10.4	72.7	21.0	약단단	탄력	약간질기다	129.0
근지7	4	4	회갈색	약깊은갈	40.8	44.5	13.3	73.0	18.0	보통	탄력	약간질기다	123.0
춘추2	7	4	회색	약깊은갈	46.5	50.4	14.2	58.6	5.5	단단	탄력	매우질기다	77.5
화성2	4	4	청회색	약깊은갈	38.0	41.5	13.0	83.1	17.0	약단단	탄력	약간질기다	124.0
흑타리	5	4	흑회갈색	약깊은갈	38.5	41.0	13.3	66.6	17.0	약무름	탄력	약간질기다	95.0

<sup>a</sup>: 단위 day, <sup>b</sup>: 단위 mm, <sup>c</sup>: 단위 g/850ml

Table 4. M7HGS 교잡균 2차시험병재배 생육특성

M7 HGS	<sup>a</sup> 초발이일	<sup>a</sup> 수확일	갓색			대색			<sup>b</sup> 갓길이	<sup>b</sup> 갓넓이	<sup>b</sup> 대굵기	<sup>b</sup> 대길이	<sup>c</sup> 수확량
			L	a	b	L	a	b					
<b>045</b>	4	4	37	2	4	81	2	4	33	36	17	74	180
<b>060</b>	5	4	36	3	8	76	2	8	32	35	12	80	189
<b>084</b>	5	4	36	3	7	81	2	5	27	30	13	84	192
<b>115</b>	5	4	42	2	6	79	2	6	33	35	15	80	206
<b>141</b>	5	4	41	3	7	81	2	4	32	34	16	76	181
<b>172</b>	5	4	38	3	9	82	2	5	33	35	16	93	196
<b>수한1호</b>	4	4	48	2	8	82	3	7	34	36	16	85	169

\*Lab 측정 : JCS-10 Colorimeter, Hangzhou CHNSpec Technology co.ltd  
<sup>a</sup>: 단위 day, <sup>b</sup>: 단위 mm, <sup>c</sup>: 단위 g/850ml

③ 2차시험병재배에서 M7HGS045,115,172 등을 선발하였다. 갓색이 진한편이었으며, 수량성도 적지 않았다. 대가 가늘거나, 수량성이 낮고, 갓색이 진하지 않은 것들은 선발에서 제외시키고, 대가 굵고 긴 편인 M7HGS045, 115, 172를 선발하여 3차 시험병재배를 준비하였다 (Table 4).

④ 선발된 세 개의 교잡균을 2번 반복하여 시험병재배를 하였다. M7HGS045와 M7HGS115는 갓색이 청색계열을 띠고, M7HGS172는 갈색을 보였다. 갓색은 세 개의 교잡균주가 진하였으며, 갓색이 제일 진하고 대가 좀더 긴 M7HGS172를 최종선발하였다. M7HGS172는 대가 좀더 백색이며 수확량이 높은 편이었다(Table 5,6)(Fig 2).

Table 5. M7HGS 교잡균 3-1차시험병재배 생육특성

	<sup>a</sup> 초발이	<sup>a</sup> 수확일	갓색	갓단면	<sup>b</sup> 갓길이	<sup>b</sup> 갓넓이	<sup>b</sup> 대굵기	<sup>b</sup> 대길이	<sup>b</sup> 대굵기	유효경수	<sup>c</sup> 수확량
<b>M7HGS 045</b>	4	4	진회색(청)	깊은깔	34.0	38.4	14.7	68.5	곧다	18	166.9
<b>M7HGS 115</b>	4	4	진회색(청)	깊은깔	35.8	39.6	17.7	75.6	곧다	14.8	161.0
<b>M7HGS 172</b>	4	4	진회색(갈)	깊은깔	31.3	33.1	14.1	87.1	곧다	24.8	173.8
<b>흑타리</b>	4	4	진회색(갈)	깊은깔	35.3	39.0	14.6	69.0	곧다	17.25	153.4

<sup>a</sup>: 단위 day, <sup>b</sup>: 단위 mm, <sup>c</sup>: 단위 g/850ml

Table 6. M7HGS 교잡군 3-2차시험병재배 생육특성

	갓 단면	갓 길이	갓 넓이	갓색			대색			대 굵기	대 길이	유효 경수	수확량	초발이
				L	a	b	L	a	b					
M7HGS 045	깊은갈	40.0	45.8	37.1	3.3	8.1	81.7	1.9	5.1	16.0	80.8	17.8	162.1	3
M7HGS 115	깊은갈	39.4	43.4	41.2	2.4	7.5	83.2	1.9	3.3	18.2	92.4	16.6	150.1	3
M7HGS 172	깊은갈	38.5	45.3	38.7	3.9	10.6	83.2	2.5	4.4	14.6	84.4	22.6	172.2	3
흑타리	깊은갈	32.1	34.9	36.4	4.7	9.8	81.6	2.2	5.8	12.7	88.2	17.2	145.7	3
곤지7호	깊은갈	36.0	39.6	43.8	3.6	10.0	86.3	2.3	2.7	15.1	73.5	21.0	154.7	3
화성2호	약가 깊은갈	33.0	36.1	46.2	2.5	6.3	84.5	1.7	4.0	11.8	112.1	19.2	128.6	3

\*Lab 측정 : JCS-10 Colorimeter, Hangzhou CHNSpec Technology co ltd  
 a: 단위 mm, b: 단위 g/850ml, c: 단위 day

Fig 2. M7HGS 3차 시험병재배 생육장면



(4) 농가실증재배를 통한 육성품종의 특성 및 평가

(가) 봉지재배

- 선발된 화성6호(M7HGS172)를 봉지재배 및 병재배 농가에 공급하였다(Fig 3).

① A농가는 발효배지를 이용한 봉지재배를 하고 있다. 발효배지에서 기존 품종들은 대체로 1주일 이상 늦으며 일시발이가 안되고 품질이 좋지 않았으며, 기존 품종중에서는 B종균 배양소의 한 품종만이 이러한 단점들을 나타내지 않고 사용할 수 있었다. 이러한 발효배지에서 화성6호는 발이가 3일정도 늦지만 일시발이가 되며 생육이 양호하였다. 상품(上品)이 많은 편으로 생육 후반에 온도를 13℃ 내외로 낮춤으로써 갓색이 더 진하고 품질이 더 좋다고 평가하였다. 시장에서 갓색이 진하고 대품질이 좋은 평가를 받고 있다.

② B농가는 살균배지를 이용한 봉지재배를 하고 있다. 기존 품종과 비교하여 대가 굵고 길며, 상품(上品) 및 수량이 더 많다고 평가하였다. 환기요구량이 조금 많은 편이지만, 대품질이 좋고 기존의 품종보다 수량성이 매우 좋다고 평가하였다. 생육온도를 17℃ 내외로 관리하였다. 상품화하여 시장에 출하하였으나, 시장에서 갓색의 평가가 좋지 못하였다.

Fig 3. M7HGS 실증재배 생육장면(봉지, 상자)



화성6호 봉지재배(A농가)



화성6호 봉지재배(B농가)



화성6호 병재배(C농가)



화성6호 병재배(D농가)

③ C농가는 기존 품종과 비교하여 화성6호는 생육불량이 없고 전체적으로 수량성이 좋다고 평가하였다. 환기요구량이 높아서 환기관리에 신경을 많이 써야 한다고 하였다. 저온기에는 만족하였으나, 고온기에 품질이 조금 떨어지고 쳐지는 버섯이 많은 점이 좋지 않다고 평가하였다.

④ D농가는 기존 품종과 비교하여 환기요구량이 높고, 과습시 상품성이 떨어진다고 하였다. 생육단계에 따른 환기조절이 필요하며 기존 품종과 비교하여 버섯품질과 수확량이 조금 낮다고 평가하였다.

다. 총평

- 화성6호는 갓색이 진하면서 다발성이 좋고, 대가 굵고 긴 특성을 갖는다.
- 생육 중반부터 환기량을 늘려주고, 실내온도를 낮추어 주는 것이 갓색이 진하고 더 좋은 품질의 버섯을 생산할 수 있었다.
- 실내 습도를 높게하여 과습하고 환기량이 부족하면 대 표면이 깨끗지 못하였다.
- 버섯 대조직의 육질이 탄력이 있고 무르지 아니하며, 질기지 않는다.
- 살균배지보다 발효배지에서 버섯발생은 조금 늦었으나, 버섯발생이 일시에 되어 수확관리가 수월하였다.
- 재배가 어렵지 않으면서 품질이 좋은 특성의 품종을 육성하고자 하였다. 농가마다 재배환경 및 재배방법이 다양하며, 재배결과에서도 차이가 있었다.
- 봉지재배에서 대가 굵고 곧은 상품(上品)의 버섯이 많이 나온다고 평가를 하였다. 상품화되는 유효경수가 높고 품질이 좋은 평가를 받았다. 병재배에서 일시발이가 되며 갓색이 진하지만, 환기요구량이 높고 일부 쳐지는 버섯으로 다발의 상품성이 떨어진다는 평가를 받았다.

## 제6절 느타리류 현장평가회

### 1. 만타리 현장평가회

#### 가. 목적 및 배경

느타리버섯 우량계통의 농가 현지시험을 통해 생육균일성 및 현장적응성을 분석하고 안정생산 재배법을 검증하여 신품종을 조기보급 하고자 함

#### 나. 개 요

- 일 시 : 2015년 9월 18일(금) 11:00~13:00
- 장 소 : 동서농산(여주시 여주시 북내면 여강로 55-13(가정리 350-1))
- 참석인원 : 경기도버섯연구회장 등 20명(재배농가15, 언론1, 종균업체 1, 유통업체1, 여주시 기술센터 2)

#### 다. 농가반응 및 토의내용

##### ○ 농가반응

시험계통	장 점	개선점
P14280	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 갓색이 진하고 수량이 높은편임</li> <li>· 조직이 부드럽고 부서짐이 적음</li> <li>· 생육이 빠르고 균일함</li> <li>· 발생이 균일하고 재배가 용이함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수한1호에 비해 대가 가는편임</li> </ul>

#### 라. 토의내용

- P14280계통은 비교적 재배가 쉬운 계통으로 생육이 균일하나 대가 수한품종보다 가늘어 판매가격이 낮았음
- 품종출원전 사계절 재배특성조사 및 문제점 파악 등 충분한 검증을 마친 후 농가에 보급 요함
- 다양한 배지에서 재배특성 분석으로 배지적응성을 조사하기 바람
- 도내 농가에 추가 재배토록 계통을 분양해주기 바라며 차후 품종 보급시 경기도 느타리재 배 농가에 우선권을 주고 지역제한을 두었으면 함

#### 마. 농가실증재배결과

##### ○ 배지조성 및 살균조건

지역	배 지 조 성	입병수 (병)	입병량(g) /병크기(cc)	살균조건	
				온도 (℃)	시간(h)
양평	툽밥+면실피+비트펄프+면실박 (80포+1,000kg+700kg+500kg)	18,144	610/900	107	3.5
여주	툽밥+면실피+비트펄프+면실박 (100포+850kg+460kg+280kg)	11,344	700/1100	105	1
				110	1.5

##### ○ 자실체 특성 및 수량

시험 장소	품종명	갓크기 (mm)	대굵기 (mm)	대길이 (mm)	유효 경수 (개/병)	수 량 (g/병)
양평	P14280	24.8	7.5	104.4	41	198.8
	수한1호	24.8	9.1	100.8	34	183.6
여주	P14280	24.1	8.3	93.7	35	199.2
	흑타리	23.4	8.2	97	35	195.0
	수한1호	25.2	10	94.4	25	162.0

※ 양평 재배조건 : 병크기(900cc, ϕ65)  
 여주 재배조건 : 병크기(1100cc, ϕ75)

바. 금후계획

- 춘추계통 재배농가에 보급후 농가반응조사 : 10개소
- 배지종류별 재배특성 분석후 품종보호출원 검토

사. 사진자료



## 2. 산타리 현장평가회

가. 목적 및 배경

- 고온성 느타리 우수계통 농가현장 실증을 통한 재배특성 및 보완사항 평가
- 재배농가 의견수렴을 통한 우수계통 완성도 제고와 보급 확대

나. 개 요

- 일 시 : 2016. 10. 18(화), 10:30~13:00
- 장 소 : 가남농산(이창규 대표, 여주)
- 참석자 : 18명(농가 5, 종균업체 1, 유통업체 3, 언론1, 관련공무원 8)
- 주요내용
  - 느타리 신품종 『GB219』 계통 설명 및 소개
  - 『GB219』 생육관찰 및 농가반응
  - 농가의견 수렴 및 보급확대방안 토의

다. 실증계통 주요특성

○ GB219 재배적 특성

- 기존품종(호산)보다 47% 증수(116g→170g/병)되는 다수성임
- 생육적온이 15~25℃로 온도범위가 넓으며 갓 회백색이고 둥근형태

계통	배양일수	발육일수	생육수	갓특성		대특성		유효경수(개)	수량(g/병)
				갓색도(L)	갓직경(mm)	대굵기(mm)	대길이(mm)		
GB219	30	3	3	49.6	35.9	9.1	80.3	39.4	170.0
호산	30	3	3	51.4	35.1	9.0	83.3	27.8	116.2

※ 병크기 : 1100cc ϕ75

○ GB219 생육 특성

시험계통	GB219	호산
형태		
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 형태 양호</li> <li>○ 갓 둥근형, 대 백색</li> <li>○ 병당수량(170g)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발생량적음, 생육불균일, 수량낮음</li> <li>○ 병당수량(116.2g)</li> </ul>

○ 재배농가 의견

시험품종	장점	개선점
GB219	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 갓이 두껍고 조직이 부드러워 부서짐이 적음</li> <li>· 배지 영양요구도 및 생육조건(광, 환기)에 민감하지 않아 재배 용이함</li> <li>· 갓 둥근형, 대 백색, 다수성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감칠맛이 기존품종과 차이가 있음</li> <li>· 기존품종의 갓색은 진갈색이나 GB219는 회갈색을 나타냄</li> </ul>

라. 금후 계획

- 유통업체와 시식회 추진으로 소비자 반응조사
- 식미검정 및 품종보호 출원예정

바. 농가 현장 사진 자료



현장 토론



생육 관찰

### 3. 아위느타리 기능성 및 수출용 버섯 현장평가회

#### 가. 목적

- 개발된 아위느타리버섯의 기능성 및 수출용 현장평가를 통한 신품종의 보급 확대로 버섯농가의 소득증대와 버섯소비촉진에 기여하고자 함

#### 나. 개요

- 일 시 : 2016. 5. 18(수) 10:00 ~
- 장 소 : 유진농원 (충청북도 음성군 생극면 차평리 801번지)
- 주 관 : 머쉬드림(GSP 느타리류 위탁과제 참여업체)
- 후 원 : 국립원예특작과학원 버섯과
- 참석자 : 위탁과제 책임자 신종무, 참여업체 장순호, 새송이 재배농가, 아위느타리 기술이전 농가 등 10명
- 주요내용
  - 버섯 국내육성품종 특성 설명 및 기능성 소재 개발
    - 신품종 ‘백송’, ‘에르고’, ‘설원’
  - 육성 품종 재배농가 실증 사례 발표 및 현장 평가

#### 다. 아위느타리 기능성 신품종 ‘에르고’, ‘GW10-45’

- ‘에르고’ 와 ‘GW10-45’ 품종 육성 경위
  - 수집보존중인 아위느타리 41균주 자실체 특성 조사 : 8균주 선발
  - 우량계통 ASI 2803(수량성) x ASI 2798(형태형성) → 이핵-단핵 교잡 : 20균주 선발
  - 우량계통 9균주 : 항산화물질 에르고치오네인 분석
  - 버섯 모양이 좋고 재배가 쉬우면서 에르고치오네인 함량이 높은 GW10-50을 선발하여 ‘에르고’ 로 명명하여 품종보호출원
  - 에르고치오네인 함량이 가장 높은 GW10-45는 특허출원



‘에르고’



‘GW10-45’

○ ‘에르고’ 와 ‘GW10-45’ 품종 자실체 특성

계통	에르고치오네인 함량(mg/100g)	발생개체수 (개)	수확량 (g/병)	발이~수확기간 (일)	자실체 형태
GW10-45*	236~256	4.6±1.5	146.2±16.1	18	+++
에르고**	212~230	4.8±1.8	141.9±15.2	18	+++
대조품종 (비산1호***)	159~175	4.8±1.5	195.9±16.4	17	++

\*특허출원 : 출원 10-2015-0089732(2015.06.24.), \*\* 품종보호출원 : 출원 2013-203(2013.03.08.),

\*\*\* 품종보호등록 : 제5792호(2015.11.30.). 자실체 형태의 +++ 표기는 모양(형태)의 우열을 나타냄

○ 항산화물질 에르고치오네인 함량

품목(품종)	함량	품목(품종)	함량
노랑느타리	125.6	느타리만가닥	0.7
느타리	2.3	팽이	9.8
표고	9.6	꽃송이	11.2
새송이	12.7	노루궁뎅이	9.1
양송이	33.8	아위느타리 ‘에르고’	212~230
앞새	1.4	아위느타리 ‘GW10-45’	236~256

※ 단위 : mg/건조버섯 100g, 품목버섯 분석기관 : 일본 CityFarm연구소

- 노랑느타리버섯 추출물(에르고치오네인 함량)



타모기茸의 3大成分はこれだ!

β-グルカン アガリクスの  
健康維持に! **2倍**

キシロース 米ヌカの  
便秘改善に! **60倍**

エルゴチオネイン ビタミンEの  
老化防止に! **7000倍**

β-グルカンは免疫細胞に働きかけて悪性菌を攻撃させたり、抗酸化酵素(SOD酵素)に働きかけて生体に悪影響を及ぼすいわゆる活性酸素、過酸化脂質を減らすという効果が期待されているとされています。

\*SODはスーパーオキシドディスムターゼの略

キシロースは、大腸内の環境を整え、便中の水分量を適切な状態にする作用があり、便秘の改善に役立つとされています。

また、腸内の腐敗産物生成の抑制効果もあげます。

エルゴチオネインはビタミンEの7000倍の抗酸化作用を持ち、老化や疾病を防ぐとされることから美容やアンチエイジングに有効とされ、美白や紫外線カットを目的とした化粧品などに利用されています。

※ **비타민의 7,000배** : 최근 에르고치오네인의 항산화 기능성이 노화방지(antiaging) 성분으로 이슈화되면서 건강식품에 이어 화장품으로 시장확대

○ 향노화 크림류 ‘톱 10’ 식물성 원료물질들

- ▲ 로즈마리(*Rosmarinus officinalis*)
- ▲ 포도씨추출물(*Vitis vinifera*)
- ▲ 시트로넬롤(Citronellol: 장미향)
- ▲ 리모넨(Limonene: 모노테르펜의 일종)
- ▲ 금달맞이꽃(*Oenothera biennis*)
- ▲ 감초 추출물(*Glycyrrhiza glabra*)
- ▲ 마다가스카르(*Aframomum angustifolium*: 생강씨 추출물)
- ▲ 야생참마(Diosgenin)
- ▲ 키네티(N6 furfuryladenine: 식물 성장호르몬의 일종)
- ▲ 에르고치오네인(Ergothioneine: 버섯 추출물)



※ 하이랜드 E. 크로닌 박사 : 2010년, 화장품피부의학지(Journal of Cosmetic Dermatology)

4. 아위느타리 수출용 신제품 ‘설원’, ‘백황’

○ ‘백황’ 과 ‘설원’ 육성 경위

- 아위느타리 × 백령느타리 중간교잡주
- 이핵-단핵 교잡주 선발 : 교잡주 120군주 중 77군주 선발 → 12 교잡주 선발
- 단핵-단핵 교잡주 선발 : 525점 교잡하여 65군주 선발 → 33 교잡주 선발
- 저온처리 없이 백령느타리 형태의 자실체를 형성하면서 아위느타리의 미토콘드리아 DNA를 가지고 있는 세포질전환 중간교잡주 선발

\*백령느타리(중국명 : 백령고)는 반드시 15일 이상 저온처리 요구함



‘백황’

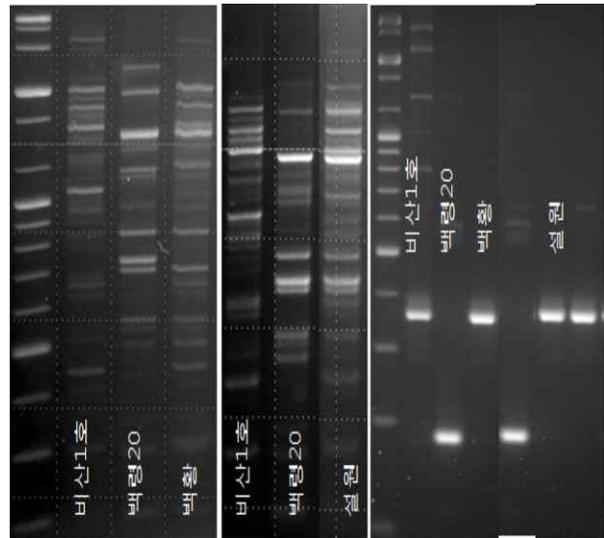


‘설원’

○ 중간교잡 육종 방법



<저온처리없이 재배가능한 교잡주 선발>



<분자마커를 이용한 세포질전환 교잡주 선발>

○ ‘백황’ 과 ‘설원’ 주요 특징

- 저온처리 없이 재배가 쉬우면서 백령느타리의 형태를 띠는 ‘백황’
- 갓이 큰 ‘설원’
- \*백령고 종류 중에서 봉상(棒狀) 형태를 띠
- 중국은 높히거나 경사지게 하여 봉지재배나 병재배를 하고 있으나 우리는 직립 병재배

○ 중국의 백령고(백령느타리) 종류



<봉상(棒狀)>

<장상(掌狀)>

<이패상(貽貝狀)>

○ 일본의 중간교잡주 자실체 형태

- 일본의 교잡균주 : *Pleurotus eryngii*(새송이) x *Pleurotus nebrodensis*(백령느타리)
- 한국의 교잡균주 : *Pleurotus ferulae*(아위) x *Pleurotus nebrodensis*(백령느타리)



상표명 : 설령이, 설희이 담록이 등

## 5. 농가 현장실증 자실체 특성 조사

### ○ 버섯 자실체 특성

품종명	개체수	유효경수	갓(mm)		대(mm)		수량(g/병)
			직경	두께	굵기	길이	
설원	2.0±0.0	1.9±0.4	59.2±6.7	30.6±4.8	33.1±3.3	74.9±7.3	135.5±30.7
백황	1.8±0.4	1.7±0.5	61.0±5.1	32.4±2.9	33.2±3.7	72.2±8.8	127.5±25.0
에르고	13.5±2.1	9.8±2.1	27.7±3.8	19.3±1.8	20.1±1.7	63.7±4.4	184.3±13.9
대조품종(비산2호)	10.7±2.1	7.1±1.4	41.0±5.9	27.0±6.0	23.0±2.7	73.8±7.9	216.9±16.4

\*유효경수 : 한 병에 나온 버섯들 중 상품가치가 있는 버섯 수

### ○ 품질 특성

품종명	경도		명도			에르고치오네인 함량(mg/100gDW)
	갓	대	L	a	b	
설원	16±0.4	47±1.3	72.4±2.5	1.6±0.2	10.1±0.5	-
백황	16±0.4	6.0±1.0	70.7±2.6	1.6±0.3	10.1±0.7	-
에르고	2.1±0.6	6.5±2.6	58.8±1.6	2.1±0.1	10.6±0.4	199~238
대조품종(비산2호)	2.0±0.4	5.6±1.2	59.7±1.7	2.2±0.2	10.7±0.4	141~176

※ 큰느타리2호(대조품종) : 갓 경도 1.8±0.4, 대 경도 4.2±0.7

### ○ 재배 사진



<에르고>

<설원>

<백황>

○ 현장 평가회



4. 아위스타리 신제품 현장평가회

가. 목적

- 개발된 아위스타리버섯 현장평가를 통한 신제품의 보급 확대로 버섯농가의 소득증대와 버섯소비촉진에 기여하고자 함

나. 개요

- 일 시 : 2016. 10. 18(금) 10:00 ~
- 장 소 : 유진농원 (충청북도 음성군 생극면 차평리 801번지)
- 주 관 : 머쉬드림(GSP 느타리류 위탁과제 참여업체)
- 후 원 : 국립원예특작과학원 버섯과
- 참석자 : 위탁과제 책임자 신종무, 참여업체 장순호, 새송이 재배농가, 기술이전 농가 등 20명
- 주요내용
  - 버섯 국내육성품종 특성 설명
    - 신제품 ‘백송’, ‘에르고’, ‘설원’
  - 육성 품종 재배농가 실증 사례 발표 및 현장 평가

다. 아위스타리 신제품 ‘에르고’

○ 재배 방법

- 병재배에 알맞으며 균사배양은 22~24℃, 균긋기 후 발이온도 14~16℃, 습도 95% 수준, 초발이 후 온도 16℃, 습도 85%, CO<sub>2</sub> 농도는 1200ppm 수준으로 관리
- 생육배지는 큰느타리배지, 버섯 생육은 느타리 병재배법에 준하되 후기생육 시 느타리 재배보다 습도를 약간 건조하게 유지하면서 환기를 충분히 해 줘야 함

○ 생육 특성

계통명	균사생장 최적온도	자실체발생 최적온도	자실체 발생형	갓 색깔	갓 형태
에르고	25~30℃	16℃	개체형	회백색	편편형
비산1호	25~30℃	16℃	개체형	회백색	반반구형

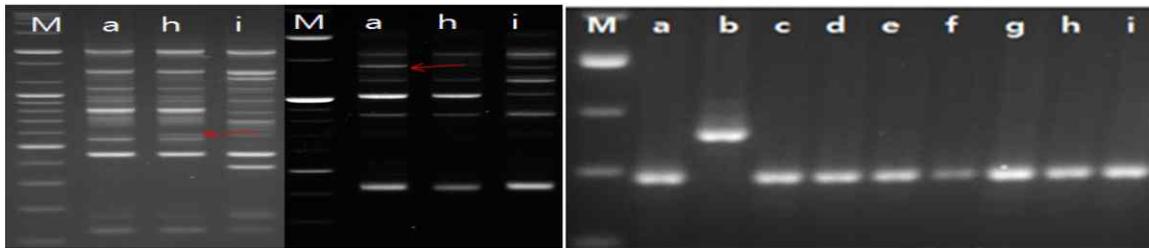
○ 자실체 형태



비산1호(대조구)

에르고(육성품종)

○ 유전적 특성



M : 100bp marker, a : *Pleurotus var. ferulae* ASI 2803, b : 머쉬마루, c : GW10-41, d ; ASI GW10-44, e : GW10-45, f : GW10-47, g : GW10-48, h : GW10-50, i : *Pleurotus fuscus* ASI 2778. Primer : 좌로부터 URP8, 11 & MtPo1.

○ 균총의 대신유무 형성



○ 균총의 배양적 특성

온도	pH	GW10-50			비산1호		
		pH6	pH7	pH8	pH6	pH7	pH8
20°C		26.7±0.6	23.3±1.5	18.7±4.0	37.3±0.6	32.3±2.3	31.3±1.3
23°C		21.7±4.2	20.3±1.2	21.0±5.3	46.3±1.2	43.0±2.0	37.0±2.3
27°C		22.0±2.0	21.0±2.0	17.7±4.9	34.7±2.5	26.7±2.5	26.7±2.5

○ 항산화물질 에르고치오네인 함량

계통	에르고치오네인(mg/DW 100g)			평균	함량범위
	원예원				
GW10-50	229.6±7.86	232.9±5.28	212.0±15.42	224.8±14.1	199~238
비산1호	174.6±0.79	170.2±4.36	159.2±16.86	168.0±11.6	141~176

○ 자실체 수량

계통	수량(g/병)				수량지수 (%)
	원예원			평균	
GW10-50	136.7±16.5	140.5±11.8	145.8±22.1	140.7±16.5	80
비산1호	154.4±22.5	177.1±28.0	190.7±39.3	175.0±33.2	100

○ 버섯 자실체 특성

계통	대(mm)		갓(mm)		전체 개체수 (개)	유효경수 (개)	명도 (L값)
	길이	굵기	직경	두께			
GW10-50	104.6±12.1	27.3±4.5	47.0±8.3	40.4±4.8	4.8±1.9	3.4±1.3	68.9±2.1
비산1호	78.7±7.3	32.3±6.1	55.6±6.2	36.0±13.0	6.2±1.7	3.9±1.3	59.4±3.7

○ 품종보호출원 : 출원-2016-220

라. 아위느타리 신품종 ‘설원’

○ 발명의 명칭

- 국문 : 설원을 명칭으로 하는 신균주 아위느타리버섯 및 이의 자실체 재배방법
- 영문 : New varieties of *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* named Selwon, and cultivation method of fruitbody thereof.

○ 교배방법



아위(비산1호-20)



백령(백령20-199)



설원(특허출원 : 10-2015-0155366)

○ 청구범위

- 【청구항 1】 기탁번호 KCTC12900BP의 아위느타리버섯(*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) 신균주.
- 【청구항 2】 제1항에 있어서, 아위느타리(*P. eryngii* var. *ferulae*) 비산 1호의 자실체에서 분리한 단포자와 백령느타리(*P. tuoliensis*) 백령20의 자실체에서 분리한 단포자를 교배하여 얻어진 것을 특징으로 하는 기탁번호 KCTC12900BP의 아위느타리버섯(*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) 신균주.
- 【청구항 3】 제1항의 균주로 형성된 아위느타리버섯 **자실체**.
- 【청구항 4】 제3항에 있어서, 상기 자실체를 병 재배 시 수확량이 104g/병 이상인 것을 특징으로 하는 아위느타리버섯 자실체.
- 【청구항 5】 제3항에 있어서, 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*) 인공재배 방법으로 재배 가능한 것을 특징으로 하는 아위느타리버섯 자실체.
- 【청구항 6】 다음의 단계를 포함하는 제3항의 아위느타리버섯 자실체의 재배방법: a) 재배 용기에 혼합배지에 영양원을 첨가하여 수분을 조절한 뒤 배양기에 충전하는 단계; b) 배양기를 가열 살균 후 제1항의 신균주의 종균을 접종하고 균사를 배양하는 단계; 및 c) **저온 처리 없이 균굽기를 한 다음 생육실로 이동하여 자실체를 수확하는 단계.**
- 【청구항 7】 제6항에 있어서, **총 재배기간이 40일 내지 50일**임을 특징으로 하는 아위느타리버섯 자실체의 재배방법.
- 【청구항 8】 제3항의 아위느타리버섯 자실체로부터 얻어지는 **포자**.
- 【청구항 9】 제1항의 기탁번호 KCTC12900BP의 신균주 아위느타리버섯 (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*)의 **균사체 배양물**.

○ 우량선발계통 자실체 특성조사

교배조합	수확량 (g/병)	개체수	유효경수	갓(mm갓)		대(mm)		갓 색깔		
				직경	두께	굵기	길이	L	a	b
비산1호-20 x 백령20-199	104.2±24.3	1.7±0.9	1.6±0.7	85.9±9.0	38.1±5.9	48.9±5.8	46.0±7.4	87.3	-5.4	14.2
비산1호-47 x 백령20-75	131.6±26.5	4.6±1.7	3.8±1.4	43.9±5.6	24.8±5.0	29.5±5.7	71.8±8.0	81	-4.2	14.1
비산1호-132 x 백령20-112	104.8±21.0	2.0±1.0	1.8±0.8	41.2±7.7	29.4±6.7	36.0±4.7	89.9±10.2	81.3	-4.1	15.3
비산1호-179 x 백령20-184	108.2±23.0	1.9±1.0	1.8±0.9	64.0±8.0	33.6±6.6	33.0±6.1	79.9±7.6	80.8	-4.5	13.4
비산1호	130.9±19.2	5.5±1.4	4.0±1.2	47.3±8.0	27.8±8.0	28.5±6.8	69.5±4.1	69.5	-2.3	15.7

○ 수탁번호

기탁기관명: 한국생명공학연구원 미생물자원센터(KCTC)

기탁번호: KCTC12900BP(2015년 9월 9일)

라. 아위느타리 신품종 ‘백황’

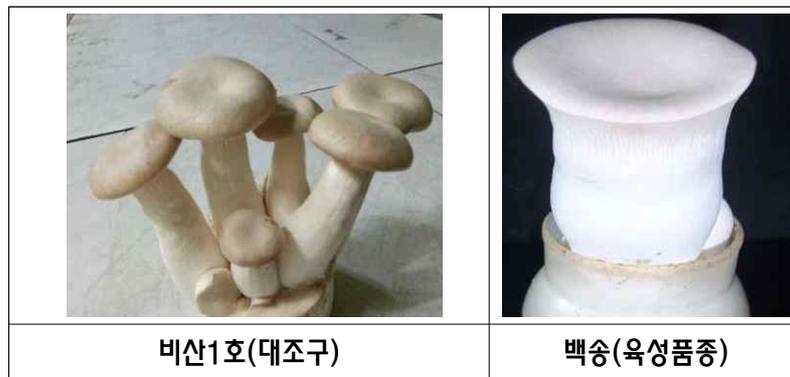
○ 재배 방법

- 병재배에 알맞으며 균사배양은 22~24℃, 균긋기 후 발이온도 14~16℃, 습도 95% 수준, 초발이 후 온도 16℃, 습도 85%, CO<sub>2</sub> 농도는 1200ppm 수준으로 관리
- 생육배지는 큰느타리배지, 버섯 생육은 느타리 병재배법에 준하되 후기생육 시 느타리 재배보다 습도를 약간 건조하게 유지하면서 환기를 충분히 해 줘야 함

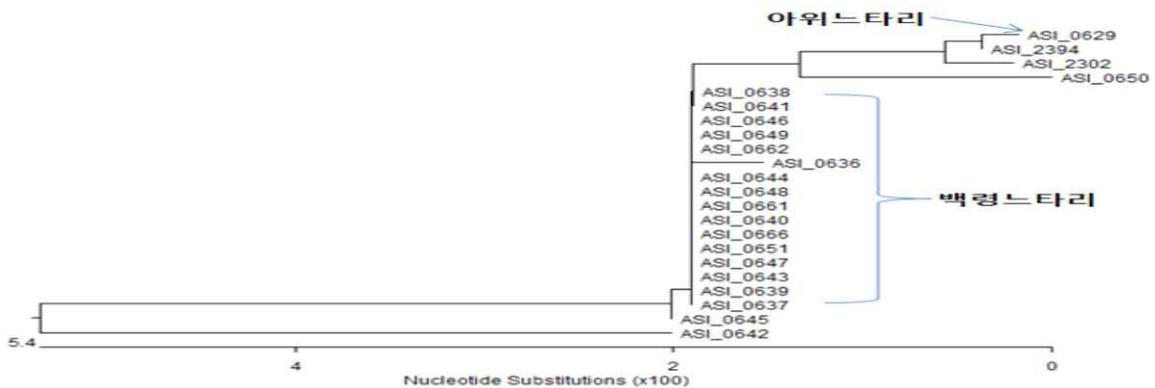
○ 생육특성

계통명	균사생장 최적온도	자실체발생 최적온도	자실체 발생형	갓 색깔	갓 형태
백송	25~30℃	16℃	개체형	연백색	얇은갈매기형
비산1호	25~30℃	16℃	개체형	회백색	반반구형

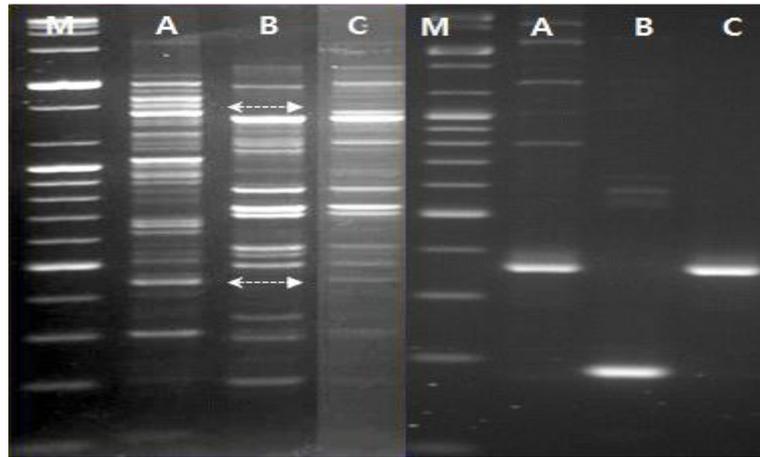
○ 자실체 형태



○ 유전적 유연관계 분석(ITS)

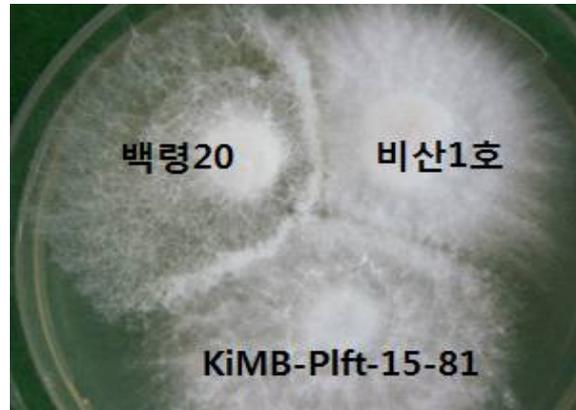


○ 세포질전환 중간교잡주

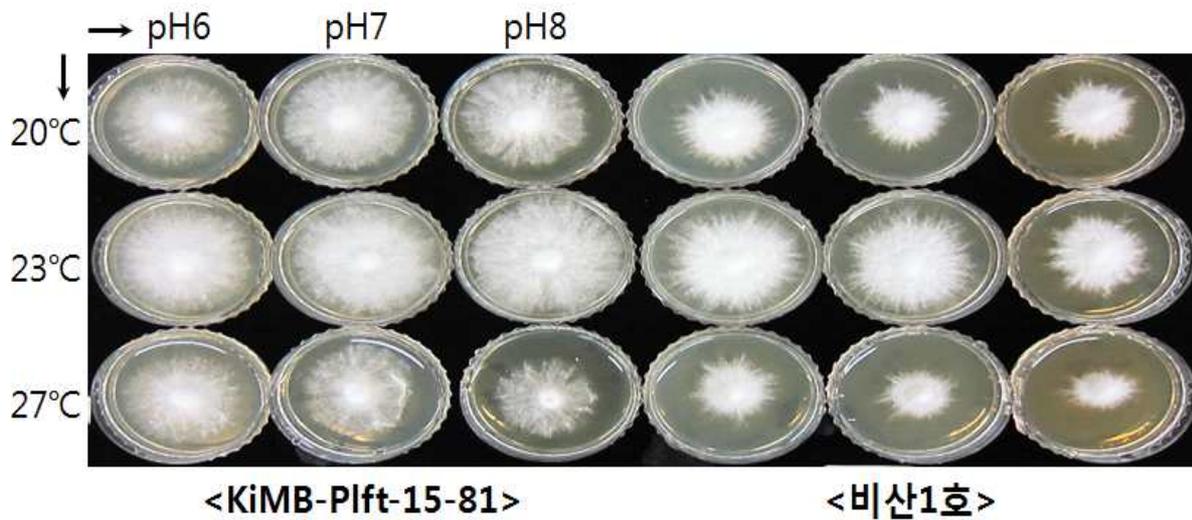


M: Marker, A : 비산1호, B : 백령20, C : 백송.

○ 균총의 대선행성



○ 균총의 배양적 특성



○ 자실체 수량

계통	수량(g/병)				수량지수 (%)
	원예원			평균	
백송	177.0±19.5	185.6±30.2	204.7±23.3	189.9±23.7	96
비산1호	187.2±20.5	195.9±32.1	212.7±14.9	197.7±24.8	100

○ 버섯 자실체 특성

계통명	개체수	유효경수	갓(mm)		대(mm)		L값 (명도)
			직경	두께	굽기	길이	
백송	3.1±1.2	2.5±1.2	64.4±7.2	34.4±7.7	51.8±8.2	83.9±7.9	68.3±4.0
비산1호(GW10-95)	5.8±2.2	4.8±1.7	60.8±7.4	41.3±7.3	30.3±4.6	82.4±8.1	55.8±3.7

※생육재배기간 : 배양기간 69일, 발이수확기간 15~16일, 총재배기간 85일

○ 저온처리없이 배양기간 변화에 따른 자실체 특성

계통명	배양기간(일)				갓(mm)		대(mm)		수확량 (g/병)	수량지수
	배양	저온	수확	계	직경	두께	굽기	길이		
백송	40	-	15	55	49.4±8.2	24.0±6.2	45.9±6.7	85.6±9.1	122.0±18.5	100
	70	-	15	85	64.4±7.2	34.4±7.7	51.8±8.2	83.9±7.9	189.9±23.7	156
비산1호	40	-	15	55	47.3±8.0	27.8±8.0	28.5±6.8	69.5±4.1	130.9±19.2	100
	70	-	15	85	60.8±7.4	41.3±7.3	30.3±4.6	82.4±8.1	197.7±24.8	151

○ 품종보호출원 : 출원-2016-219

○ 품종 명칭 : 상표법에 따라 등록된 상표명(백송고버섯)과 유사하여 오인하거나 혼동할 염려가 있는 품종명칭으로 식물신품종보호법 제107조(품종명칭 등록의 요건) 제9호(품종명칭의 등록출원 일보다 먼저 상표법에 따른 등록출원 중에 있거나 등록된 상표와 같거나 유사하여 오인하거나 혼동할 염려가 있는 품종명칭)에 위반되어 동법 제109조 제8항의 규정에 의한 품종명칭의 등록을 받을 수 없음

○ 농가실증(머쉬드림)-1차 재배

- 버섯 자실체 특성

계통명	개체수	유효 경수	갓(mm)		대(mm)		수량 (g/병)
			직경	두께	굵기	길이	
설원	2.0±0.0	1.9±0.4	59.2±6.7	30.6±4.8	33.1±3.3	74.9±7.3	135.5±30.7
백송	1.8±0.4	1.7±0.5	61.0±5.1	32.4±2.9	33.2±3.7	72.2±8.8	127.5±25.0
에르고	13.5±2.1	9.8±2.1	27.7±3.8	19.3±1.8	20.1±1.7	63.7±4.4	184.3±13.9
비산2호	10.7±2.1	7.1±1.4	41.0±5.9	27.0±6.0	23.0±2.7	73.8±7.9	216.9±16.4

- 품질 특성

계통명	경도		명도			에르고치오네인 함량 (mg/100gDW)
	갓	대	L	a	b	
설원	1.6±0.4	4.7±1.3	72.4±2.5	1.6±0.2	10.1±0.5	-
백송	1.6±0.4	6.0±1.0	70.7±2.6	1.6±0.3	10.1±0.7	-
에르고	2.1±0.6	6.5±2.6	58.8±1.6	2.1±0.1	10.6±0.4	199 ~ 238
비산2호	2.0±0.4	5.6±1.2	59.7±1.7	2.2±0.2	10.7±0.4	141 ~ 176

※ 큰느타리2호 : 갓 경도 1.8±0.4, 대 경도 4.2±0.7

- 재배 사진



<에르고>

<설원>

<백송>

## 아위느타리 신품종 현장평가회 (3차) 결과보고

### □ 개 요

- 일 시 : 2016. 9. 27.(화) 10:00~14:20
- 장 소 : 유진농원(충북 음성군 생극면 차평리 801)
- 참 석 자 : 인삼특작부장, 버섯과장, 운영팀장, 버섯과 신평균, 경매사 민종우, 김수영, 한국원균 한용식 사장, 머쉬뱅크 임완철 사장, 유진농원(머쉬드림) 장순호 대표, 신종무 소장, 산누리연구회원 등 22명

### □ 주요 내용

- 아위느타리 신품종 현장평가 개요 및 목적 설명
  - 아위느타리 신품종 현장평가회 자료 배부
- 국내육성 아위느타리 신품종 육성과정 및 재배 현장 소개
  - 신품종 ‘비산1, 2호’, ‘에르고’, ‘백황’, ‘설원’, ‘GW10-45’, ‘GW10-71’ 등에 대한 육성과정과 특성을 소개
  - \* 버섯과 신평균, 유진농원 장순호 대표, 신종무 소장
- 국내육성 아위느타리 신품종 시식 평가
  - 신품종 ‘비산2호’, ‘에르고’, ‘백황’, ‘설원’, ‘GW10-71’ 등 5품종에 대한 시식 및 설문조사
  - \* 가장 우수한 버섯형태는 ‘비산2호’, 시식 후 맛 평가에서는 ‘설원’, 구입을 원하는 품종은 ‘설원’으로 평가되었음
- 국내육성 아위느타리 신품종 평가
  - 경매사 : 민종우, 김수영
  - \* 성공적인 마케팅이 되려면 브랜드로 육성
  - \* 신품종 ‘백황’이나 ‘설원’은 새송이와 다른 형태의 대가 짧고 갓이 큰 형태이거나 대가 굵은 형태로서 새송이와 차별이 되

도록 병재배하거나 봉지재배가 필요

□ 금후계획

- 신품종 ‘백황’, ‘설원’의 봉지재배 계획
- 10월경 신품종의 시장테스트 준비

□ 관련 사진



## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제1절 연도별 연구목표 및 달성도

성과목표	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자4		국내매출액	종자수출액	기술이전		학술발표
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	7	3	3		1	7			16	60	5	4		15
1차년 (2013)	목표	2				1			4	5				2
	실적								5					2
2차년 (2014)	목표	2				1			4	10				2
	실적								20					4
3차년 (2015)	목표	1	2	1		1	3	2	4	10				4
	실적													
4차년 (2016)	목표	2	1	2			2	3	4	20	5			
	실적								25					6
계	목표	7	3	3		1	7	5	16	20		4		
	실적													
달성율(%)														

### 제2절 연도별 연구개발 목표 달성 및 관련분야 기여도

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용	기여도
1차년도 (2013)	○ 국내외 수집유전자원의 D/B구축	15	- 국내외 수집유전자원의 유연관계 및 기능성 분석 : Ergothioneine, Lovastatin, Phenolic compounds 등	논문투고 특허출원
	○ 우리 고유품종 육성	25	- 선행연구에 의한 우리고유 품종 육성 : 아위느타리, 큰느타리	품종출원
	○ 우리 고유품종 개발을 위한 육종기술 개발	15	- 세포질전환 교잡주 선발기법 개발	논문투고
	○ 유전자원 수집, 단포자 은행 구축	15	- 원산지권역별 유전자원 수집 · 유럽, 미국, 아시아 50계통 - 균학적 특징 및 자실체 특성조사 · 수집 유전자원 250계통 - 단포자 은행 구축 · 유전자원 35계통 장기보존(초저온 냉동고) · 단핵균사 집단 20개 보존	학술발표

	○ 장기유통에 적합한 느타리버섯 모본선발	15	- 국내외 수집유전자원 특성조사:100균주	자원공유
	○ 장기유통을 위한 포장재선발		- 장기저장성 모균주 선발 : 7계통	
	○ 고품질 버섯 육종모본 선발	15	- 포장재: 유공방담필름	논문투고
	○ 단포자 수집 및 단핵균주 분리		- 육종모본 선발: 4균주 - 단핵균주 확보: 100균주	논문투고
2차년도 (2014)	○ 우리 고유품종 개발을 위한 교배집단 탐색 및 양성	15	- 핵형분석을 통한 교배모본 선발	논문투고
	○ 기능성 강화 물질 탐색	40	- 기능성물질 강화 모본균주 선발	논문투고
	○ 버섯형태별 수량, 발생기간 관련 형질별 순계분리 및 교배	15	- 우수유전자원의 단핵균주 선발 및 단포자 교배	논문투고
	○ 유용형질 선발마커 개발		- 유용형질별 분리 집단 구축	특허출원
	○ 장기유통을 위한 포장재선발	15	- 육성계통 중 우수계통의 저장성 조사	논문투고
	○ 저장성 및 물리성 조사		- 육성계통 중 우수계통의 물리성 조사	논문투고
	○ 교잡균주 생리적 특성조사	15	- 단핵균주 특성조사: 100	논문투고
○ 교잡균주 시험재배를 통한 선발육성	- 교잡균주 선발: 10균주		논문투고	
3차년도 (2015)	○ 육성품종의 기능성 분석	20	- 육성품종의 항염증 효과 - 표준품의 Lovastatin 활성 조사	특허출원
	○ 기능성강화 품종 육성	20	- 에르고치오네인 강화 품종 - 노바스타틴 강화 품종	품종출원
	○ 외국인 선호형 육종모본 육성	10	- 외국인 선호 형질 은행 단교배을 통한 복합우수(외국인선호형+고품질) 육종모본 육성	논문투고
	○ 외국인 선호형 품종 육성	10	- 외국인 선호 품종육성(외국인선호형× 고품질)	품종출원
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성 및 특성검정	10	- 단핵균주를 이용한 단포자교잡 - 육성계통 중 우수계통의 재배특성 조사	논문투고
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정 및 농가실증시험	10	- 우수계통 생산력검정 - 우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사	논문투고
	○ 중국 현지특성 느타리 품종육성	10	- 중국시장 현지방문 및 조사 - 우량계통 선발: 2균주 이상	품종출원
○ 출원품종의 국내적응성 시험	10	- 농가실증재배 : 4품종	논문투고	
4차년도 (2016)	○ 우리고유 품종 육성	10	- 자생느타리류 이용 신품종 육성	논문투고
	○ 기능성강화 품종육성 및 재배법 확립	30	- 에르고치오네인 강화 신품종 재배법 확립	논문투고
			- 중간교잡주 기능성 (항염증) 활성 조사	특허출원 품종출원
	○ 국내 외국계 품종대체 품종육성	10	- 국내외 소비자 및 농업인 선호형 품종육성	품종출원
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 계통 육성 및 특성검정	10	- 단핵균주를 이용한 단포자교잡 - 육성계통 중 우수계통의 재배특성 조사	논문투고
	○ 수출 및 장기유통용 느타리버섯 생산력검정 및 농가실증시험	10	- 우수계통 생산력검정 - 우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사	논문투고
	○ 계통간 교잡을 통한 새로운 교잡균주의 선발 및 특성조사	10	- 교잡균주 특성조사 : 10	논문투고
○ 수집균주를 이용한 교잡 및 선발육성	10	- 단핵균분리 : 100 - 교잡균분리 : 25	논문투고	
○ 육성품종의 현장시험	10	- 육성품종의 농가실증 시험 : 3회	논문투고	

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제1절 기술이전 및 국내 종균 매출액

#### 1. 기술이전

기술이전					
번호	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)
1	품종통상실시	비산2호 통상실시	유진농원	2014.10.31.	777천원
2	품종통상실시	곤지7호 통상실시	논공농산	2015.01.22.	1,200천원
3	품종통상실시	비산2호 통상실시	임완철	2015.01.29.	280천원
4	품종통상실시	곤지7호 통상실시	부평종균	2015.03.23.	1,200천원
5	품종통상실시	곤지7호 통상실시	홍림농산	2015.03.23.	1,200천원
6	품종통상실시	곤지7호 통상실시	삼광버섯	2015.03.23.	1,200천원
7	품종통상실시	비산2호 통상실시	한국버섯원균	2015.05.04.	770천원
8	품종통상실시	비산2호 통상실시	지리산버섯	2015.07.16.	777천원
9	품종통상실시	곤지7호 통상실시	치악버섯	2015.12.22.	1,200천원
소계					천원
10	품종통상실시	곤지7호 통상실시	경기버섯연구소	2016.3.17	1,500천원
11			농민버섯연구소	2016.3.17	1,500천원
12			삼구농원	2016.3.17	1,500천원
13			부평종균사	2016.3.17	1,500천원
14			한국버섯원균	2016.3.17	1,500천원
15			치악버섯	2016.3.17	1,500천원
16			온양버섯농산	2016.3.17	1,500천원
17			머쉬타운	2016.3.17	1,500천원
18			삼광버섯	2016.3.17	1,500천원
19			청록바이오	2016.3.17	1,500천원
20			진주종균배양소	2016.3.17	1,500천원
21			귀담버섯(주)	2016.3.17	1,500천원
22			논공농산	2016.3.17	1,500천원
23			홍림농산	2016.3.17	1,500천원
소계					천원
합계					천원

## 2. 국내 종근매출액

국내 종자 판매 실적				
번호	일자	판매처	품종명	매출액(원)
1	2014.01.01-2014.12.31	농민벼섯	근지7호	60,000,000
2	2014.01.01-2014.12.31	한국원균	근지7호	7,514,000
3	2014.01.01-2014.12.31	진주종균	근지7호	98,560,000
4	2014.01.01-2014.12.31	농민벼섯	흑타리	128,000,000
5	2014.01.01-2014.12.31	온양벼섯	흑타리	40,736,000
6	2014.01.01-2014.12.31	한국원균	흑타리	38,308,000
7	2014.01.01-2014.12.31	진주종균	흑타리	116,064,000
8	2014.01.01-2014.12.31	경기벼섯	흑타리	120,000,000
9	2015.01.01-2015.12.31	농민벼섯	근지7호	50,000,000
10	2015.01.01-2015.12.31	한국원균	근지7호	52,919,000
11	2015.01.01-2015.12.31	진주종균	근지7호	103,936,000
12	2015.01.01-2015.12.31	장흥벼섯	근지7호	10,400,000
13	2015.01.01-2015.12.31	부평종균	근지7호	63,000,000
14	2015.01.01-2015.12.31	논공농산	근지7호	67,670,000
15	2015.01.01-2015.12.31	홍림농산	근지7호	60,000,000
16	2015.01.01-2015.12.31	치악벼섯	근지7호	83,707,000
17	2015.01.01-2015.12.31	경기벼섯	근지7호	73,600,000
18	2015.01.01-2015.12.31	농민벼섯	흑타리	176,000,000
19	2015.01.01-2015.12.31	온양벼섯	흑타리	149,856,000
20	2015.01.01-2015.12.31	한국원균	흑타리	37,372,800
21	2015.01.01-2015.12.31	진주종균	흑타리	136,640,000
22	2015.01.01-2015.12.31	경기벼섯	흑타리	160,000,000
23	2015.01.01-2015.12.31	논공농산	흑타리	3,950,000

## 제2절 인력양성 및 홍보

### 3. 인력양성

연구인력 활용/양성 성과													
번호	분류	기준 년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	박사 후	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	박사후 연구원	2014				2	2			1	1		
2	박사후 연구원	2015				1	1				1		

#### 4. 홍보실적

기타 활용 및 홍보실적(단행본 발간, CD 제작 등)			
번호	일자	활용명칭	활용내역
1	2014.04.16	경기도농업기술원, 자체개발 느타리버섯 2종 미국 LA에 수출	느타리버섯 수출홍보
2	2014.06.08	경기도 & 경북, 상생협력 느타리버섯 보급	느타리버섯 홍보
3	2014.10.14	느타리버섯 '흑타리' 대중화	병재배용 품종 홍보
4	2015.01.22	경기도 개발 느타리버섯 '곤지7호' 전국구 인기	균상재배용 품종 홍보
5	2015.04.01	느타리버섯 곤지7호 전국구 됐다! 전국종균 배양소와 품종보호권 통상실시 협약 체결	균상재배용 품종 홍보
6	2015.09.20	경기농기원, 수출유망 느타리 신품종 'P14280' 개발	신품종 홍보
7	2015.10.01	저장성 우수한 해외 수출용 느타리버섯 개발	신품종 홍보
8	2016.03.17	경기도, 느타리버섯 곤지7호 전국구 인기버섯 등극	느타리버섯 통상실시
9	2016. 5.18	경기도 농기원 버섯품종 확대위해 협업체계 구축	느타리보급 홍보
9	2016.10.18	도 농업기술원, 고온에 적합한 느타리버섯 개발	신품종 홍보

#### 제3절 특허, 품종, 논문 등

##### 5. 특허

지식재산권[발명특허, 실용신안, 의장, 상표, 규격] 등으로 구분하고, 세부적으로 전부(건별로)기록하며, 국외인 경우 반드시 국명을 기록합니다]									
구 분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
발명특허	신품종 아위느타리버섯	대한민국	농촌진흥청장	2015.6.24	10-2015-0089732				2015
발명특허	설원을 명칭으로 하는 아위느타리버섯의 신균주 및 이의 자실체 재배 방법	대한민국	농촌진흥청장	2015.11.5	10-2015-0155366				2015

##### 6. 품종개발

품종개발									
구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
출원	비산2호		농촌진흥청	2014.2.4	출원2014-				2014

			홍청장		68				
출원	대장3호		한국원균	2014.4.28	출원2014-286				2014
출원	천화심		농촌진흥청장	2015.3.16	출원 2015-289				2015
출원	에린이5		경남도지사	2015.3.10	출원 2015-263				2015
등록	대장3호					한국원균	2015.11.26	제6785호	2015
등록	비산2호					농촌진흥청장	2015.11.30	제6788호	2015
출원	만타리		경기도지사	16.02.11	출원 2016-128				2016
출원	갯애린이		경남도지사	2016.5.19	출원 2016-291				2016
출원	화성6호		한국버섯원균	2016.9.19	출원 2016-453				2016

## 7. 논문

논문(국내외 전문학술지) 게재							
번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
1	아위느타리 신품종 '비산2호'의 육성 및 자실체 특성	한국버섯학회지	신평균	12(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
2	중고온성 병재배용 느타리 신품종 흑타리의 특성	한국버섯학회지	최종인	13(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
3	느타리버섯 신품종 '대장3호'의 육성	한국버섯학회지	이정우	13(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
4	세포질전환 기법에 의한 신품종 느타리 '천화심'의 육성 및 자실체 특성	한국버섯학회지	신평균	13(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
5	Development of cultivation media for extending the shelf-life and improving yield of king oyster mushrooms ( <i>Pleurotus eryngii</i> )	Scientia Horticulturae	류재산	193		Elsevier BV	SCI
6	팽이 및 수경인삼 분말 및 요구르트 발효에 의한 $\gamma$ -Amino butyric acid (GABA)의 전환 효율 증진	한국버섯학회지	신평균	13(4)	한국	한국버섯학회	비SCI
7	큰느타리(새송이)버섯 "에린이5" 품종육성	한국버섯학회지	류재산	14	한국	한국버섯학회	비SCI
8	다수성 병재배용 느타리 신품종	한국버섯학회지	최종인	14권3호	한국	한국버섯학회	비SCI

	품종 만타리의 균사배양 및 생육특성					섯학회	
9	The Anti-Adipogenic Activity of a New Cultivar, <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> "Beesan No. 2", through Down-Regulation of PPAR $\gamma$ and C/EBP $\alpha$ in 3T3-L1 Cells	J. Microbiol. Biotechnol.	김군도	26권11호		J3MB	SCI

## 8. 유전자원 수집 및 등록

유전자원 수집 및 등록						
번호	특성	수집	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
1	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국, 서오릉	이태수	'14.2.5	ASI 0653	IUM159
2	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국, 동구릉	이태수	"	ASI 0654	IUM1659
3	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국, 인천	이태수	"	ASI 0655	IUM1491
4	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국, 창경궁	이태수	"	ASI 0656	IUM3724
5	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국, 창경궁	이태수	"	ASI 0657	IUM4272
6	<i>Pleurotus eryngii</i> (큰느타리)	경기버섯연구소	하태문	'14.12.24	ASI 0658	새근지
7	<i>Pleurotus ferulae</i> (아위느타리)	중국	신종무	"	ASI 0659	중아위
8	<i>Pleurotus ferulae</i> (아위느타리)	하나로마트	신평균	"	ASI 0660	머쉬마루
9	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	중국	차순경	"	ASI 0661	백영고
10	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	중국	차순경	"	ASI 0662	1F34
11	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	중국	차순경	"	ASI 0663	2F14
12	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국원균	한용식	"	ASI 0664	화성5호
13	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	경기버섯연구소	최종인	"	ASI 0665	흑타리
14	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)		이태수	"	ASI 0666	IUM 3783
15	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(전북무주)	이태수	"	ASI 0667	IUM 1376
16	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(장릉)	이태수	"	ASI 0668	IUM 1395
17	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(태안)	이태수	"	ASI 0669	IUM 1526
18	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	핀란드	이태수	"	ASI 0670	IUM 1954
19	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	슬로베니아	이태수	"	ASI 0671	IUM 3248
20	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	독일	이태수	"	ASI 0672	IUM 3791
21	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	벨기에(켄트)	이태수	"	ASI 0673	IUM 4683
22	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(인천대공원)	이태수	"	ASI 0674	IUM 5537

23	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(인천대공원)	이태수	“	ASI 0675	IUM 5616
24	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(인천대공원)	이태수	“	ASI 0676	IUM 5617
25	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국(동구릉)	이태수	“	ASI 0677	IUM 5620
26	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	한국	이태수	2014	678	IUM4682
27	<i>Pleurotus</i> spp.(느타리)	한국(서귀포)	양태진	2014	679	자생
28	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	교배품종	유영복	2015	680	고솔
29	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	교배품종	신평균	2015	681	천화심
30	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	네덜란드	공원식	2015	682	무포자
31	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	터키	강민구	2015	683	KMPN001
32	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	터키	강민구	2015	684	KMPN002
33	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	터키	강민구	2015	685	KMPN003
34	<i>Pleurotus ferulae</i> (아위느타리)	터키	강민구	2015	686	KMPF001
35	<i>Pleurotus ferulae</i> (아위느타리)	터키	강민구	2015	687	KMPF008
36	<i>Pleurotus ferulae</i> (아위느타리)	터키	강민구	2015	688	KMPF010
37	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	중국(북경)	이정우	2015	689	수진고
38	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	중국(북경)	이정우	2015	690	평고A
39	<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리)	중국(북경)	이정우	2015	691	평고B
40	<i>Pleurotus nebrodensis</i> (백령느타리)	중국(천진)	이정우	2015	692	백령고

## 9. 학술발표

논문(국내외 전문학술대회) 발표							
번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부(SCI/비SCI)
1	분자마커 및 Di-Mon 교배법으로 느타리버섯 세포질전환균주의 선발	버섯지	신평균	17(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
2	Screening Method of Cybrids Using Molecular Markers for Efficient Breeding from <i>Pleurotus ostreatus</i>	Nature's Mighty Resources	신평균	54	한국	한국생명과학회	비SCI
3	Development of Multiplex Microsatellite Marker set for the Identification of <i>Pleurotus eryngii</i> Cultivars	한국미생물생명공학회 국제 학술대회	알리아드 스자드		한국	한국생명과학회	비SCI

4	느타리버섯 세포질 전환 교잡주의 선발방법 및 자실체 특성	버섯지	신평균	18(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
5	아위느타리 신품종 형태형성이 좋은 '비산2호'의 육성 및 자실체 특성	버섯지	신평균	18(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
6	Characteristics of a new mid-high temperature adaptable oyster mushroom variety Heuktari for bottle culture	한국균학회 소식지	최종인	26권2 호		한국균학회	비SCI
7	아위느타리 수집균주의 특성 및 육성계통의 유연관계 분석	버섯지	신평균	19(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
8	농산버섯 GSP 사업성과 및 연구 전략	버섯지	신평균	19(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
9	느타리버섯 신품종 '천화심'의 육성 및 자실체 특성	버섯지	신평균	19(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
10	Differentiation of Pleurotus eryngii cultivation by multiplex microsatellite marker using simple sequence repeats(SSR)	버섯지	알리아스자드	19(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
11	Linkage grouping of Pleurotus eryngii by simple sequence repeats(SSR)	버섯지	알리아스자드	19(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
12	느타리류의 유전체 기반 주요형질, 내병성 및 내재해성 관련 분자마커 개발	버섯지	류재산	19(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
13	Characteristics of a new high yield oyster mushroom variety 『Mantari』 for bottle culture	버섯지	최종인	20(1)	한국	한국버섯학회	비SCI
14	시장 맞춤형 느타리류 신품종 개발	버섯지	신평균	20(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
15	세포질전환 중간교잡에 의한 수출용 신품종 '설원' 육성	버섯지	신평균	20(2)	한국	한국버섯학회	비SCI
16	에르고치오네인 함량이 강화된 기능성 신품종 'GW10-45' 육성	버섯지	신평균	20(2)	한국	한국버섯학회	비SCI

## 10. 영농활용

영농활용			
번호	일자	활용명칭	활용내역
1	2015.1	느타리버섯 신품종 흑타리 배양환경 관리기술	느타리버섯 재배기술홍보

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 제1절 느타리버섯 해외현지 재배 가능성 조사

#### 1. 출장개요

##### 가. 출장목적

- 1) 베트남 지역의 버섯 기호도와 유통현황을 조사하여 경기도에서 개발한 느타리버섯 품종의 현지재배 가능성을 파악하고자 함
- 2) 베트남 현지 우리품종 실증재배농장의 문제점 조사 및 안정생산 체계 구축을 위한 개선방안 컨설팅

나. 출장기간 : 2013. 10. 13 ~ 10. 17(4박 5일)

다. 출장지역 : 베트남

라. 주요 방문기관 및 면담자

- KOPIA(KOrea Project on International Agriculture, 이\*\*소장)
- 베트남 버섯연구센터(DINH XUAN LINH 소장)
- 기노고 버섯농장(하도이성, 황 대표)
- 우리품종 실증재배 농장(속선, QUANG)
- Biovegi유통업체(NGO Thi Thu Hang eovy)
- 유통시장(An Tam Mushroom Store 등, Trieu Quang Trung)

마. 출장내용

- 베트남의 버섯재배 및 유통현황 조사
- 우리도 육성품종의 베트남 현지 재배가능성 파악

#### 2. 주요 수행 내용

가. KOPIA방문 및 현지사업 지원요청 협의(10.13. 1일차)

1) KOPIA(KOrea Project on International Agriculture) 역할

- 개도국 현지에서 지속 가능하고 체계적인 협력을 위한 맞춤형농업기술 전수, 자원 공동 개발 및 활용, 글로벌 인재 양성, 우리농산업체의 해외 진출 지원 등을 수행.

○ 조직 : KOPIA베트남센터소장 등 17명(직원3, 대학생7, 현지인7)

2) 주요 수행내용

○ KOPIA 주요사업 소개 청취(이\*\* 소장)

- 베트남 농업과학원(Vietnam Academy of Agricultural Sciences)과 공동연구 및 실증시험 추진 : 채소, 과수, 버섯 등7과제
  - 버섯자원 조사분류 및 새로운 배지개발 : 영지, 목이 등

- 바이오에너지 작물연구 : 카사바, 사탕수수, 고구마 등 5작물
- 열대신선채소 재배기술 개발 : 고추, 무 등 14작물
- 한국 우수 채소품종 보급 시범마을 조성 : 호박, 고추, 감자 등
- 바이오에너지 작물연구 : 카사바, 사탕수수, 고구마 등 5작물
- 한국전문가 초청 자문 및 베트남 간부, 연구원 교육
- 한국농산업체, 관계기관 지원 및 행사지원(워크숍, 축제, 종료등)

- 우리품종 실증재배농장에 대한 하노이 버섯연구센터와 연계시범사업 지원 요청 협의
  - 경기도 육성 느타리버섯(곤지7호, 흑타리)의 베트남 현지 실증재배를 통해 재배가능성을 조사분석 후 현지생산기지를 구축하고자 하는 바, 베트남 현지실증농장(베트남 현지인 QUANG과 한국인 김\*\*)에 기술 및 사업 지원 요청
  - 현지 느타리버섯 병재배 자동화 시스템 사진으로 설명
- 베트남에는 자연재배에 의존하고 있어 자동화 병재배시스템에 대해 놀라움과 관심이 많으며 베트남농업과학원 하노이 버섯연구센터 타소장과 농장을 방문하여 내년도 공동협력사업에 적극 반영토록 검토하기로 함(이\*\*소장).



KOPIA센터

센터장과 업무협의

공동연구포장

협력연구 포장

**나. 베트남 버섯연구센터 방문(10.14. 2일차)**

- 위치 : 반동하노이(베트남 농림부 소속)
- 조직 : 연구원 100명(연구센터 및 시험장 3개소)
- 면담자 : DINH XUAN LINH소장
- 버섯연구센터 주요사업
  - 버섯 종균 생산판매 : 느타리, 팽이, 목이, 영지, 새송이 등
    - 나무젓가락종균, 곡물(밀)종균 : 500g(한화 200원)
  - 식용 및 약용버섯 신제품 개발 : 느타리, 영지, 목이
  - 버섯농가 재배기술 교육 : 종균제조방법, 유기재배 방법
- KOPIA센터와 연계하여 공동연구 및 지원사업 추진 협의
  - 베트남 현지에서 우리품종 느타리버섯의 재배가능성을 파악코자 속선지역에서 자동화 시설 실증재배를 하고 있는데 KOPIA와 협력사업을 추진하여 재배기술과 시범사업으로 지원 요망
- 베트남에서는 연간 15만톤 정도의 버섯이 생산되나 소비량 대비 생산량이 부족하여 많은 양이 수입되고 있으며 소비량이 늘고 있는 실정이고 버섯 가격이 높은 편으로 버섯산업의 전망이 밝다고 보고 있음. 특히 노동력은 풍부하고 임금이 낮아 경쟁력이 있는 작목이므로 KOPIA와 연계하여 사업을 검토하고 기술지원을 추진해 보겠음 (DINH XUAN LINH소장)



현황청취,업무협의

종균배양실

원균배양실

봉지재배현장

#### 다. KMS농장 방문 및 실태조사(10.14. 2일차)

##### □ KMS(Korea Mush Room) 개요

- 위치 및 면담자 : 하노이 속선/QUANG, 김\*\*
- 규모 : 부지 2,700㎡, 종사원 5명, 5,000병/일, 생육실 5개
- 시험품종 : 느타리(곤지7호)
- 배지 : 아가시툽밥, 콘코브, 면실피, 쌀겨, 깨박 혼합배지

##### □ 수행내용

##### ○ 농장시설 및 운영실태 조사

- 2013년 병재배시설 농장개설 후 우리품종 시험재배
- 초기에는 오염이 없이 병당수량 180g 이상으로 생육이 양호하였으나 현재는 오염이 심한편이고 생육이 불량한 상황이었음
- 오염요인으로

- 1) 청정작업 시설 미흡 : 배지살균 후 냉각실이 없고 작업장을 이동하여 접종, 배양하므로 오염요인에 노출 됨.
- 2) 재배기술 및 오염예방에 대한 의식 부족 : 외부 환경과 차단되어 항상 깨끗한 공조시설을 유지하여야 하나 시설이 미흡하고 청결 관리가 부족하여 푸른곰팡이병과 응애가 발생되었고 조기진단과 방제가 이루어지지 않고 있음

##### ○ 공조시설 및 운영관리 컨설팅

- 살균기 후면 배출구에서부터 배양실까지 밀폐된 판넬구조물을 설치하고 냉각실, 접종실, 배양실을 격리하여 별도 공조시설 설치
- 현재 배양실과 생육실에 있는 오염된 배지를 전부 폐기하고 소독약을 이용하여 전체 소독 실시
- 생육실의 배지가 건조하지 않도록 90%이상의 습도유지에 주의

##### ○ 우리품종의 재배 가능성 검토

- 처음 생산된 버섯은 생육이 양호하고 수량면이나 소비자 기호도, 가격면에서 경쟁력이 있었음.
- 현지의 인건비가 낮고(100~200S/월) 버섯가격은 높아(3,500~4,500원/kg) 가격경쟁력이 높은 편으로 공조시설을 보완하고 재배기술 및 청결관리가 개선되면 현지 생산기지 구축이 가능할것으로 판단됨



시험재배농장

자동화시스템

초기재배 전경

초기재배생육 전경



버섯포장 상품

습도조절 미흡

배양실 응애

배양중 오염

**라. 기노고 농장 견학 및 실태조사(10.15. 3일차)**

- 위치 : 하도이성(면담자 : 기노고농장 황 대표)
- 규모 : 종사원 32명, 8,000봉지/일, 건버섯 100톤(목이)
- 주요사업 : 목이, 느타리 비가림 봉지재배
- 수행내용
  - 대표자 황은 베트남 농림부 소속 농림대학교수 였으나 2000년 일본으로부터 버섯재배기술 연수후 농장을 설립하여 기노고농장으로 명명함.
  - 부지 2,000평에 목이, 느타리버섯 150만봉지를 비가림 자연재배
  - 젓가락 종균 및 배지를 자가생산하여 재배하고 건조품으로 유통
  - 배지는 아카시툽밥, 옥수수가루, 석회를 혼합하여 제조하고 100℃에서 10시간 살균, 냉각 접종후 자연재배사내 적재 배양
  - 버섯전망이 좋아 내년도 팽이재배 1,000평 확대 계획
  - 재배환경이 고온건조하여 응애, 버섯파리 등 해충발생이 문제임
  - 영지재배, 액체종균 배양기술은 한국이 세계1위로 알고 있다며 기술전수 및 목이버섯을 한국 과 거래하고 싶다는 요청사항이 있음



대표와 종균배양실

상압살균시설

비가림 배양시설

비가림 자연재배

**마. Biovegi유통업체 미팅(10.16. 4일차)**

- 면담자 : Biovegi 대표Thi Thu Hang, KFARM대표 임\*\*
- 수행사항

- Biovegi유통회사는 채소, 과일, 버섯 등 신선농산물을 수입하는 유통 업체로 한국 KFARM과 연계하여 한국의 버섯을 수입하고 있음.
- 주요 수입버섯으로는 팽이버섯을 위주로 새송이, 만가닥 등 연간 2,000톤 정도를 수입하고 있음
- 한국산 버섯은 베트남에서 청정 농산물로 반응이 매우 좋고 수입량이 늘어 날 것으로 예상됨
- 베트남의 버섯시장 규모는 1,000억원 이상으로 도매상에서 소매인에게 공급되며 마트, 직판, 식당 등에 오토바이 배달 등으로 유통됨
- 전망은 베트남의 인구 증가에 따라 버섯소비량은 늘어나고 있는데 생산량이 부족하여 많은량이 수입에 의존하고 있으므로 한국의 기술과 자동화시설에 의거 연중생산이 된다면 투자 가치가 있다고 생각함

### 바. 유통시장 조사(10.15~10. 16. 3-4일차)

○ 위치 : 하노이 시내 마트, 재래시장

○ 조사내용

- 유통 버섯종류 : 팽이, 목이, 느타리, 영지, 표고, 양송이 등
- 신선버섯은 저온 판매대가 설치된 빅마트에서 유통되며 가격은 한화로 200g 트레이 소포장 당 느타리 1,200원, 양송이 1900원, 표고 1700원 으로 우리나라 보다 비싼편이나 신선도가 매우 저하된 상품이 많음.
- 재래시장은 저온저장시설이 없어 건버섯 위주로 유통 판매 됨
- 백화점 형태의 판매장에서는 주로 약용버섯을 건조품으로 판매하고 있는데 한국산 영지버섯이 인기가 높아 포장지에 KOREA가 크게 새겨져 있으며 가격은 kg당 한화로 3~5만원 선임.

※ 한국산버섯이 부족하여 중국산버섯 재가공품이 많다고 함



백화점 건조영지

백화점건조버섯

마트내 우리품종

마트내 팽이버섯



마트내 느타리버섯

저온판매대 버섯

재래시장 건조목이

재래시장 건조버섯

### 3. 발굴과제

- 베트남의 버섯시장은 일부 자연재배로 생산성이 낮고 대부분 수입에 의존하고 있으며 유통가격은 매우 높은편으로 우리나라의 자동화시설이 보급 정착된다면 경쟁력이 있을것으로 판단됨.

- 현재 우리나라에서 수출되고 있는 버섯은 진공포장 가능한 팽이가 주를 이루고 있으나 새송이, 느타리 수출도 가능성이 크므로 확대방안이 필요함.
- 우리품종의 해외 수출을 위해 현지인과 연계된 버섯농장을 발굴하고 재배시설 지원 및 우리품종의 재배기술 컨설팅으로 현지 생산기반을 구축하여 시장 확보를 위한 사업을 검토할 필요성이 있음.

## 제2절. 중국 현지 버섯생산 및 실태조사

2015년 10월9일부터 14일까지 5박6일간 중국 상해, 연운항, 북경, 천진 등을 방문하였다. 도소매시장과 마트, 재배농가 등을 방문하여 유통 및 재배현황 등을 알아보고자 하였다. 또한 버섯엑스포에 방문하여 기기 및 새로운 버섯 등에 대한 정보를 접하기를 기대하였다. 상해와 북경에서는 도매시장, 재래시장, 대형마트, 버섯농장을 방문하였으며, 연운항에서는 버섯엑스포에 참가하였다. 버섯농장은 상해에서는 양송이 재배농장을 방문하였고, 북경쪽에서는 천진시의 백령버섯 재배농장을 방문하였다.

### 1. 방문기

#### 가. 상해

##### (1) 상농피(上农批) 농산물 종합도매시장

- 상해에서 가장 큰 농산물도매시장이다. 저녁시간에 경매 및 도소매가 주로 이루어진다고 한다. 방문한 시간은 오전시간이라서 매우 한산한 모습이였다. 버섯들도 주로 건조된 것들만 포대 또는 박스 단위로 진열되어 있었다. 주거래시간이 아니라서인지 생버섯은 볼 수 없었다. 건조버섯으로는 흰목이, 표고, 동충하초, 목이 등이 주로 취급되었다(Fig 1).

##### (2) 까르푸 방문

- 시내에 있는 까르푸매장을 방문하였다. 건조버섯과 생버섯의 진열공간은 각각 따로 되어 있다(Fig 2).
- 건조버섯으로 흑목이, 표고 등이었으며 비닐팩에 포장되어 있었다.
- 생버섯으로 표고, 느타리, 백령고, 양송이, 팽이, 만가닥버섯, 흑목이 등 다양한 버섯들이 취급되고 있었다. 일반적으로 국내에서 유통되는 백만가닥버섯과 함께, 대가 매우 긴 백만가닥버섯(해선고)도 있었는데 대가 길면서 부드러운 조직을 가지는 특징이 있었다. 여러 버섯들을 조금씩 종류별로 한팩에 담아서도 판매되고 있었다. 느타리버섯이면서 매우 부드러운 버섯이 있었는데 수진고(秀珍菇)였다. 대가 약간 길게 있으면서 갓이 크지 않았으며 중국에서 평고라는 일반느타리와는 형태적으로 차이를 가지고 있었다.
- 중국에서 1근은 500g으로 사용되고 있다.

(3) 재래시장(태양시장) 방문

- 상해 재래시장 중 규모가 큰시장 중 하나이다(Fig 3).
- 생버섯을 진열하고 판매하고 있었다.
- 생버섯으로 표고, 느타리, 양송이, 팽이, 해선고, 새송이, 풀버섯, 느티만가닥 등이 있었으며, 느타리는 평고가 아닌 수진고(秀珍菇)만 판매하고 있었다. 만가닥버섯은 소포장되어 있는것도 있었으나 대체로 바구니에 담아서 필요한 만큼을 소량씩 판매하고 있었다.

Fig 213. 상농피 농산물 도매시장



상농피 농산물 경매시장



상농피 농산물 시장 중앙길



진열중인 건조된 표고버섯



진열중인 흰목이버섯

Fig 214. 상해 까르푸 버섯매장



생버섯 진열코너



건조버섯 포장팩



진열중인 생버섯들



다양한 버섯을 한팩에 모아서 판매

Fig 3. 상해 태양시장



태양시장 실내 전경



진열되어 있는 생버섯들



진열되어 있는 생버섯들

- 느타리(秀珍菇)의 가격은 8.5-9元/근으로 가게마다 조금씩 가격차이가 있었다.

#### (4) LOTUS(중형마트) 방문

- 상해에서 일반마트 중에서는 큰 규모라고 한다(Fig 4). 여러 지점이 운영되고 있다.
- 생버섯 및 건조버섯을 취급하고 있었다. 생표고 판매하는 곳은 조금 큰 편이었으며, 그 외 버섯들은 팩포장으로 소량만 진열되어 있었다. 수진고도 팩포장이었는데 유통기간이 좀 지나서 품질이 좋지는 않았다. 생표고는 소비자들이 직접 물건을 고르는 과정에서 손을 많이 타서인지 조금씩 깨진 버섯들이 많이 있었다.

#### (5) 연중버섯양식장(Shanghai Lianzhong Edible Fungi Profession HEZOC)

- 상해 외곽지역에 위치해 있으며, 금산구 농업공무원이 나와서 안내를 해주었다. 정부 지원과 지역농민들의 참여로 조합형태로 만들어지고 운영되고 있다고 한다(Fig 5).
- 같은 조합에서 운영하는 대형 버섯농장이 3개가 있으며, 양송이, 새송이, 팽이를 생산하고 있다고 한다. 방문한 곳은 금산구에서 가장 큰 규모의 양송이 농장이었다. 냉동시설이 있는 인공재배사와 냉동시설이 없는 자연재배사가 있으며, 인공재배사에서는 온도 및 환경제어가 되므로 연중 생산하고 있다고 한다. 자연재배사는 구형재배사로 100동 정도가 있으며 외부온도 15-20℃일 때 재배를 한다고 하였다. 양송이 배지는 자체 생산 및 일부는 외부에서 받기도 한다고 하였다. 배지원료는 밀짚과 벧짚, 그리고 소똥을 사용하는데, 주로 밀짚을 사용하고 있다고 한다. 인공재배사에서 평당 1500kg을 생산하고 있으며, 밀짚과 벧짚에서 일반적으로 수량차이가 있다고 하나 이곳에서 재배한 결과로는 큰차이가 없다고 한다. 가까운 곳에 2만여평의 밀재배 농장이 있어서 그곳에서 재료를 공급받고 있다고 한다.
- 2006년부터 양송이재배를 시작하였으며, 2011년부터 인공재배사를 새로이 짓고 생산량을 증가하고 연중 생산하기 시작하였다고 한다. 현재도 인공재배사를 신축하고 있었다.
- “연중1호(联中1号)” 라는 자체 브랜드로 출하되고 있다.
- 양송이재배시 어려운 점으로는 적절한 대길이를 가진 버섯의 수확이 어렵다고 이야기한다. 병충해나 오염 등에 대한 문제는 전혀 없다고 한다.

### 나. 연운항

#### (1) 제11회 중국 버섯 엑스포 참관

- 2년마다 이루어지는 행사였다. 2층에서는 학술대회가 있었고 1층에서는 업체들의 참여 부스가 있었다.
- 병재배 기계를 전시한 한 업체가 있었으며, 봉지 자동화 기계를 제작하는 업체들은 여러 부스가 있었다. 최근에 새송이, 팽이 등의 병재배 시설이 많이 증가하고 있으나, 아직까지는 표고, 느타리, 흑목이, 흰목이 등의 재배형태는 봉지재배가 주를 이루고 있다. 그래서 봉지배지의 자동화 기술에 대한 업체들의 참여 및 개발이 많이 이루어지고 있다고 한다. 인건비 상승, 대량 생산과 작업시간 단축 등의 이유로 봉지배지 자동화 시설에 많은 관심을 가지고 있다고 한다(Fig 6).
- 석탄 및 폐배지를 원료로하는 난방기기가 있었다.

Fig 4. 상해 LOTUS 판매중인 버섯들



Fig 5. 연중버섯양식장 전경 및 시설



Fig 6. 2015 버섯엑스포(연운항) 견학



- 동충하초, 곰보버섯, 노루궁뎅이버섯 등의 건조버섯들을 진열한 부스도 있었다.
- 백령버섯 통조림, 일반 버섯들의 장조림 등도 상품화된 제품도 볼 수 있었다.
- 봉지배지에 키운 새송이를 전시하였는데 20-30cm로 큰 버섯이었다. 매우 크게 키워서 유통되는 것도 있으나, 최근에는 크게 키운 새송이보다는 좀더 작은 크기의 새송이를 소비자들이 선호하여, 크기가 작아지고 있다고 함.
- 계종버섯을 소개하는 부스가 있었다. 흰개미와 공생하는 버섯으로 알려져 있었다. 조직은 단단하면서도 질기지 않았다. 아삭거리는 식감을 가지고 있다. 학명은 *Collybia albuminosa*. 인공재배가 안되는 것으로 알려졌으나 이 업체와 농업연구기관의 협업으로 근래에 인공재배가 성공하였다. 국내에서 2014년말, 충남 당진의 한 업체와 MOU를 체결하였으나 추후 진행이 아직 진행이 안되고 있다.

## 다. 북경

### (1) 신파디(新發地) 도매시장

- 북경에서 큰 도매시장으로(Fig 7), 식용균교역구1은 소포장된 버섯을 박스단위로 취급하는 곳이었으며 식용균교역구2는 5-10근 단위의 비닐팩 단위로 취급하는 곳이었다.
- 식용균교역구 1구역은 병재배 공장에서 생산된 버섯들을 주로 취급하고 있었으며 느타리는 없었다. 팽이, 느티만가닥, 백만가닥 등은 팩단위 포장이었으며, 양송이와 새송이, 표고는 바구니 또는 큰 비닐팩 단위였음.
- 1구역은 예전에는 대한민국에서 수출하는 팽이, 새송이 등이 많이 거래되던 곳이었다고 한다. 일본에서도 수입되었으며, 팽이와 새송이 등은 한국산이 고품질과 경쟁력있는 가격으로 인기가 높았었다고 한다. 지금은 중국내에서 팽이 및 새송이 등의 시설이 증축되고 생산량이 증가하면서 자국내 물량이 주로 거래되고 있다. 근래에는 수출량도 증가하고 있다고 한다.
- 식용균교역구 2구역에서는 느타리, 백령버섯, 흑목이, 해선고 등도 취급하고 있었다. 1근, 5근, 10근 단위로 도매로 판매되고 있다. 느타리는 평고(平菇)와 수진고(秀珍菇) 2가지 종류를 팔고 있었다. 평고는 스티로폼상자에 담겨서 근단위로 판매하고 있었으며, 수진고는 큰 비닐팩에 넣어서 5근씩 팔고 있었다. 예전에는 느타리가 큰 갓이 많이 유통되었으나 지금은 이전보다는 많이 작아졌다고 한다. 시장과 소비자들이 유통중에 깨짐이나 유통기간의 이유로 큰 갓을 선호하지 않는다고 한다. 수진고는 5근 단위의 큰 비닐에 담겨 있었는데 갓이 거의 깨지지 않았고 상태도 양호하였다. 평고에 비하면 갓이 좀 작지만 대가 매끈하고 긴 편이며 조직이 부드러웠다.

### (2) 북경 왕징 롯데마트 및 까르푸

- 롯데마트는 버섯코너가 크지 않았다. 생표고버섯과 팩포장된 버섯들이 조금 진열되어 있었다(Fig 8).
- 까르푸는 버섯코너가 따로 있으며, 롯데마트와 비교하여 다양한 버섯들이 판매되고 있었다(Fig 9). 북경내에서 까르푸매장이 버섯들의 진열 및 품질관리가 좋은 평가를 받고 있다고 한다. 대형매장중에서 진열된 상품이 많지는 않았지만, 가장 다양한 버섯들을 취급하였다. 버섯 가격이 대체로 저렴하고, 수진고는 평고 2배의 가격으로 판매되었다(Table 1).

Fig 7. 북경 신파디 도매시장



식용균교역구1

냉장보관중인 새송이버섯

냉장보관중인 만가닥버섯

식용균교역구2

백령버섯

식용균교역구2 외부전경

평고(느타리)

새송이와 수진고

팽이, 새송이, 수진고

Fig 8. 북경 롯데마트(왕징)



롯데마트 표고버섯

롯데마트 수진고, 흑목이 등 팩포장

Fig 9. 북경 까르푸(왕징)



까르푸의 버섯진열 전경(전면)

버섯진열 전경(후면)

수진고 포장상품

평고 포장상품

<Table 1. 중국시장 및 마트의 버섯가격표>

(단위 : 元/근)

상태	품명	상해-상능피	상해-까르푸	상해-태양시장	상해-LOTUS 마트	북경-신파디(도매)	북경-롯데마트	북경-까르푸	북경-월마트
날개	표고(原木香菇)		13.6		9.98	3	4	4	12
팩포장	표고(原木香菇)				15			17	8
	느타리(秀珍菇)		15.8	8.5-9	15	5	15	15.2	18
	느타리(平菇)					3.8	6	7.5	
	백령고(白灵菇)		31.6			6			
	양송이(口蘑)		12.8			5.5		15.8	18
	팽이(白金针菇)		14.0		8	4		7	6.3
	느티만가닥버섯(蟹味菇)		22.6			7.6		18.8	24
	백만가닥버섯(白玉菇)		23.3					13	24
	해선고(海鮮菇)		12.8			7	19	13	11
	닭다리버섯(泰安鸡腿菇)		13.8						
	생 흑목이(鲜木耳)		14.0				12	9.5	14
	차신고(茶选菇)		25.6						
	포토벨라(褐蘑菇)		19.6					21	
	새송이(杏鲍菇)		6.8					5	5
	동충하초(鲜虫草菇)							19	18
	맛버섯(滑子菇)							10	
다발 온전함	건조흰목이-은이(银耳)	60			32.8				
다발 부서짐	건조흰목이-은이(银耳)	40							
화고와 비슷	건조표고	60							
갓 반피다	건조표고	50							
갓완전 피다	건조표고	35			55.8				

(3) 재래시장

- 규모가 크지 않은 재래시장에 방문하였다. 마트와 비교하여 대체로 버섯들이 싱싱한 상태였으며, 다른 농산물과 함께 한 부분을 차지하고 취급되고 있었다(Fig 10). 팩포장 보다는 작은 쟁반에 담겨서 소량으로 판매되고 있었다.

(4) 월마트

- 버섯코너가 크고 진열이 잘되어 있었다. 까르푸와 비교하여 품목수는 조금 적었으나 전체적으로 진열칸이 넓고 잘 정돈되어 있었다(Fig 11).
- 각 품목별로 나뉘어져 있었으며, 팩하나에 여러 가지 버섯을 모아서 팔기도 하였다. 대체로 신선하였으며, 일부 신선도가 떨어진 버섯들은 할인가격이 붙어 있기도 하였다.
- 느타리(수진고), 표고, 새송이, 팽이, 해선고, 흑목이, 동충하초, 만가닥버섯, 흑목이 등을 취급하였다.
- 팩 단위로 판매하고 있었으며, 표고와 새송이는 날개로 살 수 있도록 따로 진열도 되어 있었다.

## 라. 천진

### (1) 백령버섯 및 느타리재배농장

- 백령버섯을 재배하고 있는 천진시 외곽쪽의 농가를 방문하였다(Fig 12). 백령버섯 재배동을 신축하였으며, 계속해서 증축하고 있는 중이었다. 9,000병 규모의 살균기 2개가 설치되어 있고 소형살균기도 따로 있었다. 소형살균기는 액체배양기 살균용으로 따로 사용된다고 한다. 시험생산을 하는 단계라고 한다. 그래서 아직까지는 매일 생산하고 있지는 않다고 한다.
- 백령버섯은 배양기간이 80-90일 정도 된다. 균굽기후 수확까지는 30-40일정도가 소요된다. 배양이 끝나면 먼저 14-15일동안 0-10℃ 사이를 오르락내리락 하면서 냉각충격을 주어야 버섯발생이 되는 특성을 가지고 있다. 발이 후에는 숙기작업으로 1개의 개체만 남겨두며 생육온도는 11-14℃로 낮게 관리하고 있었다. 온도가 낮음으로 생육기간이 길어지지만 조직이 밀도있고 단단하게 생장이 됨으로 더 좋다고 한다. 실내광은 1500 lux정도로 밝게 해주는데 좋다고 한다.
- 백령버섯을 보기위해 방문한 곳에서 느타리재배사를 발견하여 보게 되었다. 재배하고 있는 느타리는 평고이며, 년중 재배하고 있다고 한다. 기존에는 느타리를 주로 재배하였다고 한다. 재배사는 벚짚, 비닐, 폐면, 차광막 등으로 구성된 천장과 시멘트벽과 흙바닥으로 이루어져 있었다. 흙바닥은 물이 흥건하게 축축하였으며 이를 통해 실내습도를 유지하고 있었다. 봉지재배를 하며 5-6번이상을 수확할 수 있다고 한다. 수진고는 중국 남부의 고온지역에서 주로 재배되고 있으며 이곳에서는 하절기에만 잠깐 재배를 한다고 한다.

Fig 10. 북경 재래시장



재래시장 전경



진열된 다양한 버섯들



진열된 평고

Fig 11. 북경 월마트



정돈되어 진열된 버섯들1

정돈되어 진열된 버섯들2

진열된 해선고

Fig 12. 천진시 백령버섯 및 느타리 재배 농장



백령고 재배사 외부 전경

백령고 재배사 내부 생육장면

냉장보관중인 포장된 백령고

느타리 재배사 외부 전경

느타리 재배사 내부 전경

봉지에서 생육중인 평고

Fig 13. 느타리(평고, 수진고), 백령고, 해선고



느타리(평고)

느타리(수진고)

백령고

해선고

## 2. 후 기

- 중국시장에서는 우리나라보다 다양한 버섯(수진고, 백령고, 만가닥버섯, 해선고, 닭다리버섯(먹물 버섯), 차신고, 맛버섯, 동충하초 등)들이 유통되고 있었다.
- 생버섯중 소매가 기준으로 가장 비싼 버섯은 백령고였다. 국내에서도 조금 유통되고 있으며, 중국에서 유통되는 것들은 저온에서 생육되어 좀더 조직이 치밀하고 단단하면서도 부드러운 특징을 가지고 있었다.

- 느타리버섯은 평고와 수진고의 2가지가 유통되고 있었으며, 수진고가 평고의 2배이상의 가격으로 판매되기도 하였다. 수진고는 조직이 매우 부드러우면서도 잘 깨지지 않는 특성을 가지고 있다(Table 1). 중국사람들이 질기지 않고 부드러운 것을 좋아하고 있으며 그래서 수진고가 좀더 비싸지만 소비가 되고 있다. 수진고는 여름느타리계통에 가까운 버섯으로 생각된다. 아직 국내에서 이러한 형태로 버섯이 유통되지 않는 것은 재배방법의 차이로 보인다.
- 상해에서 방문한 연중버섯양식장과 천진의 백령버섯 농장처럼, 정부지원으로 양송이 및 백령버섯 재배시설의 현대화 및 대형화가 이루어짐을 알 수 있었다. 이러한 지원사업으로 수입물량을 대체하고, 농촌 인구의 도시집중화를 막을 수 있는 기능을 할 수 있게 되었다고 한다. 양송이와 백령버섯 뿐 아니라, 새송이, 팽이, 표고 등도 지원이 계속해서 이루어지고 있다고 한다. 느타리버섯외의 새송이, 팽이, 양송이 등의 버섯들은 이전까지 수입에 의존하였으나, 근래에 많은 투자와 지원으로 대형화, 기계화 되어 생산량이 증가하고 수출도 늘어나고 있는 추세이다.
- 중국의 버섯생산량은 14년도까지 1위가 느타리, 2위가 표고였으며, 15년도에 표고가 느타리보다 약간 생산량이 많아졌다고 한다. 여전히 느타리의 생산량이 많지만 정부지원이 다른 버섯들에 집중되어 있는 상황이다. 아직까지는 느타리 병재배에 대한 정부지원 계획은 없다고 한다.
- 느타리는 총생산량이 많음에도 재배농가를 쉽게 찾을 수 없었다. 예전부터 생산되어지는 양이 많으나 집중화, 대형화 되어 있지 않아서라고 한다. 다행히 백령버섯을 재배하는 곳에서 느타리 재배사를 함께 견학할 수 있었다. 흙바닥과 시멘트벽 그리고 차광막과 비닐막으로 지어진 재배사에서 재래적인 방법으로 재배되고 있다.
- 도매시장에서 평고는 스티로폼상자에 주로 담겨서 유통되며, 수진고는 5근 단위의 비닐에 담겨서 유통되고 있다. 중국에서 기존 느타리(평고)보다 좀더 비싼 가격의 수진고는 주로 고온지방에서 생산되어지고 있다. 조직이 부드럽고 큰 비닐팩에 담겨져서도 갓이 잘 깨지지 않는 특징을 가졌다.
- 중국사람들은 부드러운 것을 선호한다고 한다. 그래서 느타리버섯(평고)의 경우 크게 키운 갓을 위주로 소비된다. 해선고는 갓이 작으면서 대가 길고 약간 단단한 버섯이지만, 조직이 질기지 않으므로 시장에서 선호되고 있다. 백령고와 수진고도 조직이 질기지 않고 부드러운 특징을 가짐으로 인기가 있으며, 백령고는 버섯을 통째로 요리재료로 사용할 정도이다(Fig 13).
- 수진고는 기존의 느타리버섯(평고)과 달리 조직이 매우 부드럽고 질기지 않는 특징을 가지고 있다. 평고는 대가 약간 질긴 편으로 갓 위주로 먹으나, 수진고는 질기지 않으므로 대와 갓을 모두 요리재료로 사용할 수 있다.
- 해선고와 수진고의 특징을 갖는, 대조직이 질기지 않고 부드러우면서 긴 형태의 버섯을 육종한다면 중국시장뿐 아니라 국내시장에서도 소비시장을 점령할 수 있을 것으로 기대된다. 앞으로도 이러한 품종개발을 위한 관심이 필요하다.

### 제3절 느타리류 수출을 위한 해외시장조사

#### 1). 베트남의 버섯재배 현장방문

- AGI (농업유전공학연구소)
  - 베트남의 버섯 연구

- 버섯연구의 시작(1974), 식물생명공학센터 설립(1994), 버섯센터 설립(2008)
- 베트남의 버섯재배 여건
  - 버섯 배지자원으로 부존자원 풍부 : 4,000만톤 (톱밥, 볏짚 등)
  - 과거 20년전까지 안 먹었으나 현재 소비증가, 친환경 재활용 작목 인식
  - 주요 재배품목 : 6종(털목이, 풀버섯 등), \* 18종 버섯의 재배법 개발
  - 버섯생산량: 25만톤, 수출 20만톤(털목이, 풀버섯 등), 수입(팽이, 표고, 영지 등)

○ 하노이 버섯연구소(버섯종균센터)

- 위치 : 하노이 중심지에서 30 km 떨어진 Hung Yen성
- 소속 : AGI (농업유전연구소; Agricultural Genetics Institute)
  - CPB (식물생명공학센터; Center for Plant Biotechnology)
- 인원 : CPB 100명 (버섯 종균센터 50명 포함)
- 임무 : 버섯종균생산, 기술보급, 신품종 육성, 버섯 소비 방법 등

○ KMS(Korea mushroom) 버섯농장

- 위치 : Huyen Soc Son HaNoi (하노이공항 인근의 석손시)
- 대표 : Trieu Quang Trung
  - 여주 금사의 버섯농장에서 3년간 일 하였다함
- 규모 : 3,000병/일, 느타리 병재배(수한, 흑타리)
- 특징 : 병 재배용 각종 기계와 재배사 판넬까지 한국의 중고 수입
- 애로점 : 비트펠프, 면실박 등 한국 배지재료를 그대로 사용하고 싶은데 베트남에 다 있으나, 개별적으로 구하려다보니 운송비 등 비용이 많이 들어 인근에서 구입이 용이한 톱밥, 쌀겨 등으로 만 재배
- 느타리 수량 : 120 g/850ml 수준
- 버섯가격 : 200g 봉지당 400원정도 (유통비용이 50%를 넘어 직접 배달)



<KMS 버섯농장의 느타리 병재배>



<농장주 부부와 방문기념 사진>

○ 목이버섯 비닐봉지재배 농가



<자가 노동 톱밥 선별 작업>



<비닐봉지 균배양 과정>



<화목을 이용한 톱밥봉지 살균기>



<톱밥봉지 살균기 내부의 구조>

### □ 시사점

- 베트남에서는 중국의 봉지재배 기술을 도입한지 30여년이 지났는데도 기술수준이 정체되어 있다고 하나, 민간 부문에서는 낱이 선진국의 새로운 기술과 기계 장비를 갖추어 가고 있음
  - 우리 나라의 중고 기계 시설과 기술 품종이 그대로 유출되었음
- 국내 버섯 배지재료의 수입국 다변화를 위하여 베트남 남부지역의 톱밥, 카사바줄기 등 유희자원을 선제적 확보가 필요함

### □ 관련 사진 : 하노이 버섯연구소(버섯종균센터)



<벼알 삶기>



<삶은 벼알(우)과 석고처리(좌)>



<비닐봉지에 넣고 스팀안개>



<카사바줄기 막대종균 재료준비>



<카사바줄기 막대종균 배양>



<양송이 균상재배 수확기>



<팽이버섯 봉지재배 발생 생육환경>

### 2) 중국 버섯시장 조사

(1) 상해 및 북경의 대형마트, 도매시장, 재래시장 조사

(가) 상해

- 상농피(上农批) 농산물 종합도매시장
- 까르푸 방문
  - a) 건조버섯과 생버섯을 취급하고 있음
  - b) 건조버섯 : 흑목이
  - c) 생버섯 : 표고, 느타리, 백령고, 양송이, 팽이, 만가닥버섯, 흑목이,
  - d) 중국에서 1근은 500g으로 사용되고 있음.

품 명	상해,까르푸
표고(原木香菇)	13.6元/근
느타리(秀珍菇)	15.8元/근
백령고(白灵菇)	31.6 元/근
양송이	12.8 元/근
팽이(白金针菇)	14.0元/근, 2.9元/100g
느티만가닥버섯(蟹味菇)	22.6 元/근
백만가닥버섯(白玉菇)	23.3 元/근
해선고(海鮮菇)	12.8 元/근
닭다리버섯(泰安鸡腿菇)	13.8 元/근
생 흑목이(鲜木耳)	14.0元/근
차신고(茶樹菇)	25.6 元/근
포토벨라(褐蘑菇)	19.6 元/근
새송이(杏鲍菇)	6.8 元/근

- 재래시장(태양시장) 방문
  - a) 상해에서는 재래시장중 큰시장 중 하나임
  - b) 생버섯을 취급하고 있음
  - c) 생버섯 : 표고, 느타리(秀珍菇), 양송이, 팽이, 대가 긴 백만가닥, 새송이, 풀버섯, 느티만가닥 등
  - d) 느타리(秀珍菇) 8.5-9元/근
- LOTUS(중형마트) 방문
  - a) 상해에서 마트중에서 큰 규모임
  - b) 생버섯 및 건조버섯을 취급하고 있음
  - c) 생버섯 : 표고, 느타리(秀珍菇),

품 명	상해, LOTUS
표고-생(날개)	9.98 元/근
표고-생(팩포장)	15 元/근
표고-건조	55.8 元/근
은이(銀耳)-건조	32.8 元/근
느타리(秀珍菇)	15 元/근
팽이-생(팩포장)	8 元/근

(나) 북경

- 신파디(新發地) 도매시장

- a) 느타리는 평고(平菇)와 수진고(秀珍菇) 2가지 종류를 팔고 있었음. 평고는 스티로폼박스 단위로 팔고 있었으며, 수진고는 봉지에 넣어서 5근씩 팔고 있었음.
- b) 예전에는 느타리가 큰 갓이 많이 나왔으나 지금은 이전보다는 많이 작아졌음. 시장에서 소비자들이 큰 갓을 선호하지 않음. 갓이 잘 깨지므로 좀더 작은 갓을 선호하게 됨.

품 명	북경-신파디
느타리 평고	3.8 元/근
느타리 수진고	5 元/근
팽이	4 元/근
백령고	6 元/근
양송이	5.5 元/근
느티만가닥	7.6 元/근

- 북경 왕징 까르푸 및 롯데마트

- a) 버섯코너가 따로 있음. 롯데마트와 비교하여 다양한 버섯들이 판매되고 있음. 까르푸가 버섯들의 품질관리가 좋다고 함.

품 명	북경-까르푸	북경-롯데마트
팽이(金針菇)	7 元/근	
해선고	13 元/근	19 元/근
수진고 느타리	15.2 元/근	15 元/근
평고 느타리	7.5 元/근	6 元/근
생 흑목이(鮮木耳)	9.5 元/근	12 元/근
동충하초(鮮虫草菇)	19 元/근	

느타리만가닥(眞姬菇)	18.8 元/근	진 회고
백만가닥(白玉菇)	13 元/근	
양송이(口蘑)	15.8 元/근	
생표고(香菇)	4 元/근	
생표고(尤質香菇)팩포장	17 元/근	
맛버섯(滑子菇)	10 元/근	
새송이(杏鮑菇)	5 元/근	
포토벨라(雙孢菇)	21 元/근	

(다) 총평

- 중국시장에서 우리나라보다 다양한 버섯들이 유통되고 있었음. 해선고 같은 것은 백만가닥과 비슷하면서도 대가 매우 길었음. 느타리버섯은 평고와 수진고로 나뉘며, 수진고가 평고의 2배 가격으로 취급됨. 수진고는 조직이 매우 부드러우면서도 잘 깨지지 않는 특성을 가지고 있음. 중국사람들이 질기지 않고 부드러운 것을 좋아한다고 함. 수진고가 여름느타리나 산느타리와는 다른 버섯으로 보임. 아직 국내에서 이러한 버섯이 유통되는 것을 못보았음. 이에 대한 연구가 필요하다고 생각됨.



느타리 평고



느타리 수진고



해선고



은이

## 제 7 장    참고문헌

- Alam N, Shim MJ, Lee MW, Shin PG, Yoo YB, Lee TS. 2009. Phylogenetic relationship in different commercial strains of *Pleurotus nebrodensis* based on ITS sequence and RAPD. *Mycobiology*. 37(3):183-188.
- Baldrian P, Gabriel J, Pospisck M. 1999. Improved isolated of nucleic acids from basidiomycetes fungi. *Biotechniques*. 27:458-460.
- Baldrian P, Gabriel J, Pospisck M. 1999. Improved isolated of nucleic acids from basidiomycetes fungi. *Biotechniques*. 27:458-460.
- Baptista-Ferreira JLC, Economou A, Casselton LA. 1983. Mitochondria genetics of *Coprinus* : Recombination of mitochondria genomes. *Curr Genetics*. 7:405-407.
- Barroso G, Sonnenberg ASM, Van Griensven LJLD, Labarere J. 2000. Molecular cloning of a widely distributed microsatellite core sequence from the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Fungal Genet Biology*. 31(2):115-123
- Berry DR. 1988. Physiology of industrial fungi. Blackwell Scientific Publications, USA
- Chang S T, Quimo TH. 1982. Tropical mushrooms. The Chinese Press, Hong Kong.
- Chang S, Miles P. 2004. Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact, 2nd edition. CRC Press, USA.
- Chang ST, Buswell JA, Chiu SW. 1993. Mushroom biology and mushroom products. Chinese University Press, Hong Kong.
- Forestry Agency of Japan (<http://www.rinya.maff.go.jp/>). 2016.
- Ha TM, Choi JI, Jeon DH, Ji JH, Shin PG. 2014. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Saegonji. *J Mushrooms*. 12:127-131.
- Ha TM, Choi JIn, Jeon DH, Ju YC, Shin PG. 2013. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Gongji No. 8. *J Mushroom Sci Production* 12:82-86.
- Ha TM, Ju YC, Jeon DH, Choi JI, Lee TS. 2011. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Gongi No.3. *J Mushroom Sci Production* 9:22-26.
- Hong BS, Kim SJ, Song CH, Hwang SY, Yang HC. 1992. Development of Substrate and Cultural Method for the Cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. *Korean Mycol*. 20(4):354-359.
- Hong KH, Kim BY, Kim HK. 2004a. Analysis of nutritional components in *Pleurotus ferulae*. *Korean J Food SCI Technol*. 34(4):543-567.
- Hong KH, Kim BY, Kim HK. 2004b. Studies on the biological activity of *Pleurotus ferulae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 33(5):791-796.

- Huang NL. 1996. *Pleurotus eryngii* var. *nebrodensis*. In: Huang NL (ed) Cultivation of 18 species of rare and delicious mushroom. Chinese Agriculture Press, Beijing, pp 17-21
- Im CH, Kim MK, Je HJ, Kim KH, Kim SY, Kim KJ, Park SJ, Ha YA, Kim MJ, Kim SH, Ryu JS. 2012b. Breeding of king oyster mushroom, *Pleurotus eryngii* carrying good traits of cap. *Kor J Mycol.* 40:145-151.
- Im CH, Kim MK, Je HJ, Kim, KH, Ryu JS. 2012a. Introduction of a speedy growing trait into *Pleurotus eryngii* by backcrossing. *J of Mushroom Sci and Production* 10:49-56.
- Im CH, Kim MK, Kim KH, Kim SY, Lee ST, Heo JY, Kwon JH, Kim DS, Ryu JS. 2013. Breeding of King Oyster Mushroom, *Pleurotus eryngii* with a High Yield and Earliness of Harvest Trait and Its Sensory Test. *Kor J Myco.* 41:91-96.
- Im CH, Kim MK, Kim KH, Kim SY, Lee ST, Heo JY, Ryu JS. 2013. Breeding of King Oyster Mushroom, *Pleurotus eryngii* with a High Yield and Earliness of Harvest Trait and Its Sensory Test. *Kor J Myco.* 41:91-96.
- Im CH., Kim MK., Kim KH, Cho SJ, Joung WK, Lee SD, Choi YJ, Ryu JS. 2014. Breeding of *Pleurotus eryngii* with a high temperature tolerance trait. *J Mushrooms* 12:187-192.
- Im, CH, Kim, MK, Kim, KH, Cho, SJ, Lee, JJ, Joung, WK, Lee, SD, Choi, YJ. Asjad Ali and Ryu, JS. 2014. Breeding of *Pleurotus eryngii* with a high temperature tolerance trait. *J Mushrooms* 12:187-192.
- Jang KY, Jhune CS, Kong WS, Yoo YB, Kim GH, Sung JM. 2008. The beginning and history of *Pleurotus spp.* cultivation. *J Mushroom Sci Prod* 6:103-110.(in Korean)
- Jang MJ, Lee YH, Kim JH, Ju YC. 2011. Effect of LED light on primordium formation, morphological properties, ergosterol content and antioxidant activity of fruit body in *Pleurotus eryngii*. *Kor J Myco.* 39:175-179.
- Kang TS, Jeong HS, Lee ML, Park HJ, Jo TS, Ji ST, Sin MG. 2003. Mycelial growth using the natural product and angiotensin converting enzyme inhibition activity of *Pleurotus eryngii*. *Kor J Myco.* 31:175-180.
- Kawai G, Babasaki K, Neda H. 2008. Taxonomic position of Chinese *Pleurotus* “Bai-ling-Gu” : it belongs to *Pleurotus eryngii* (DC.: Fr) Quel. And evolved independently in China. *Mycoscience.* 49:75-87.
- Kawai J, Andoh T, Ouchi K, Inatomi S. 2014. *Pleurotus eryngii* ameliorates lipopolysaccharide-induced lung inflammation in mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* Article ID 532389.
- Kim DS. 2002. Physiological characteristics of *Pleurotus ferulea* Lanzi. thesis for Ph.D. Chonbuk Univ.
- Kim KH, Yoo YB. 2007. Breeding of the cultivar of *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* and their

- construction of stabilized production system. The Republic of Korea Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. pp 96.
- Kim MK., Ryu JS. and Yoo YB. 2011. Characterization of a new cultivar “Dan Bi” by Mono-mono hybridization in *Pleurotus eryngii*. *Kor J Mycol.* 39:39-43.
- Kim SY, Kim MK, Im CH, Kim KH, Park KK, Song WD, Ryu JS. 2012. Optimal temperature for *Pleurotus eryngii* cultivation. *J Mushroom Sci and Production.* 10: 49-56.
- Korea Agricultural Trade Information (KATI), <http://www.kati.net/>
- Korea Seed & Variety Service. 2012. <http://www.seed.go.kr>.
- Korea Seed & Variety Service. 2013. Beesan No.1. Patent 2013-203(2013.3.8.)
- Korea Seed & Variety Service. 2013. Mihyang. Name Patent 2007-1144(2007.10.25.)
- Korea Seed & Variety Service. 2014. Beesan No.2. Patent 2014-68(2014.2.4.)
- Korea seed and variety service. 2006. Test Guidelines for examination to new varieties of *Pleurotus ostreatus*.
- Korea seed and variety service. 2015. Variety protection public bulletin
- Kwon KY, Cheong UJ. 2011. Mushmaru. Patent 10-2009-0113872(2009.11.24.)
- Lee BJ, Kim YG, Kim HK, Yang ES, Lim YP. 2010. Studies on the development of mushroom media for bottle culture in new *Pleurotus ostreatus* ‘Miso’ . *J Mushroom Sci Prod.* 8(1):37-40.
- Lee DH, Koo CD, Who B C. Kang BG, Choi JS. 2009. Mycelial Culture Characteristics of *Pleurotus ferulae* Strains. *J Mushroom Sci Prod.* 7(1):27-36.
- Lee YH, Kim YE, Seuk SW, Jeong JM, Ryu, JS. Heo JY, Kim HD, Choe YJ, Kim MK. Mband characterization of a cultivar “DanBi 5Ho” with a long shelf life. 2016. *J Mushrooms.* 14:64-69.
- Lewinsohn D, Wasser SP, Reshetnikov SV, Hadar Y, Nevo E. 2002. The *Pleurotus eryngii* species-complex in Israel: distribution and morphological description of a new taxon. *Mycotaxon.* 81:51-67.
- Lin JT, Liu CW, Chen YC, Hu CC, Juang LD, Shiesh CC, Yang DJ. 2014. Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties for ethanolic extracts from *Pleurotus eryngii* fruiting bodies harvested at different time. *LWT-Food Sci Technol.* 55:374-382.
- Mao XL. 2001. Agaricales. In: Mao XL (ed) The macrofungi in China. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou, pp 64-66.

- Matsumoto T, Fukumasa-Nakai Y. 1996. Mitochondria DNA inheritance in sexual crosses of *Pleurotus ostreatus*. *Curr Genet.* 30:549-552.
- Ministry for Agriculture, Food, Rural Affairs (MAFRA). Republic of Korea. 2015. The actual putout of oil seeds and cash crops in 2014. pp. 63. Republic of Korea.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2013. [www.mafra.go.kr](http://www.mafra.go.kr).
- Ministry of agriculture, food, and rural affairs. 2014. Special crop production record.
- Mouhamadou B, Ferandon C, Chazoule S, Barroso. G. 2007. Unusual accumulation of polymorphic microsatellite loci in a specific region of the mitochondrial genome of two mushroom-forming *Agrocybe* species. *FEMS Microbiol Lett.* 272:276-281.
- Mu CJ, Cao YQ, Ma JY. 1987. A new variety of *Pleurotus ferula* and its culture characters. *Acta Mycol Sin* 6:153-156
- Ryu JS, Kim MK, Cho SH, Yun YC, Seo WM, Lee HS. 2005. Optimal CO<sub>2</sub> level for cultivation of *Pleurotus eryngii*. *J Mushroom Sci and Production* 3:95-99.
- Ryu JS, Kim MK, Im CH, Shin PG. 2015. Development of cultivation media for extending the shelf-life and improving yield of king oyster mushrooms (*Pleurotus eryngii*). *Sci Hortic*, 193:121-126.
- Ryu JS, Kim MK, Kwon JH, Cho SH, Kim NK, Rho CW, Lee CH, Rho HS Lee HS. 2007. The growth characteristics of *Pleurotus eryngii*. *Kor J Myco.* 35:47-53.
- Ryu JS, Kim MK, Song KW, Lee SD, Lee CH, Rho CW, Lee HS. 2006. The study of quality standard of *Pleurotus eryngii*. *J Mushroom Sci and Production.* 4:129-134.
- Seo KI, Jang KY, Yoo YB, Park SY, Kim KH, Kong WS. 2008. Differentiation among commercial strains of *Pleurotus* spp. based on DNA fingerprinting using universal rice primer(URP). *Kor J Mycol.* 36:130-137.(in Korean)
- Shin PG, Kim HJ, Choi CS, Yoo YB, Kong WS, Jang KY, Oh YL, Cheong JC, Suh JS, Oh SJ, Lee KH 2013. Characteristics and breeding of a new multi-generation oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) variety 'Dagul'. *J Mushroom Sci Prod.* 11(3):154-158.
- Shin PG, Oh SJ, Yoo YB. 2006. Improvement of sporeless strain in oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod.* 4(2):53-56.
- Shin PG, Park YJ, Yoo YB, Kong WS, Jang KY, Cheong JC, Oh SJ, Lee KH. 2011. Characteristics and breeding of a new cultivar *Pleurotus eryngii*, Song-A. *J Mushroom Sci and Production* 9:59-62.
- Shin PG, Yoo YB, Jang KY, Kong WS, Park YJ. 2012. Patent Number 1166781.
- Shin PG, Yoo YB, Kong WS, Jang KY, Oh YL, Cheong JC. 2013. Characteristics and breeding

- of a new cultivar *Pleurotus eryngii*, Seolsong. *J Mushrooms*, 11:77–81.
- Shin PG, Yoo YB, Kong WS, Oh YL. 2014. Characteristics and breeding of a new cultivar *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*, Beesan No.1. *J Mushrooms*. 12(1):In press.
- Shin PG, Yoo YB, Kong WS, You CH, Oh SJ. 2004. Characterization of intraspecific hybrids by Di-mon crossing in *Pleurotus eryngii*. *J Mushroom Sci Prod*. 2(2):109–113.
- Synytsya A, Mičková K, Synytsya A, Jablonský I, Spěváček J, Erban V, Kovářiková E, Čopíková J. 2009. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*. 76:548–556.
- Team RDC 2005. R: A language and environment for statistical computing. ISBN 3-900051-07-0. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. url: <http://www.R-project.org>.
- The Republic of Korea Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Korea Seed & Variety Service. 2012. Oyster Mushroom (*Pleurotus* (Fr.) Quel.), <http://www.seed.go.kr>.
- Venturella G, Zervakis G, Rocca SL. 2000. *Pleurotus eryngii* var. *elaeselini* var. nov. from Sicily. *Mycotaxon*. 76:419–42.
- Venturella G. 2000. Typification of *Pleurotus nebrodensis*. *Mycotaxon*. 75:229–231.
- Yoo YB *et al.* 2015. Mushroom Sciences Crop Details. Kyohaksa. p67–74.
- Yoo YB, Kim EJ, Kong WS, Jang KY, Shin PG. 2012. Characterization of a new commercial strain ‘Guseol’ by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod*. 10(3):109–114.
- Yoo YB, Kong WS, Jang KY, Oh SJ, Cheong JC, Jhune CS. 2006. Trends of commercial strain development and spawn industry in mushrooms. *J Mushroom Sci Prod*. 4:1–32.(in Korean)
- Yoo YB, Kong WS, Oh SJ, Cheong JC, Oh SJ, Jang KY, Jhune CS. 2005. Trends of mushroom science and mushroom industry. 2005. *J Mushroom Sci Prod*. 3:1–23.
- Yoo YB, Lee SC, Jung WS, Jang KY, Kong WS, Cheong JC, Oh SJ, Jhune CS. 2008. Characterization of a new variety ‘Chung’ by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod*. 6(2):47–51.
- Yoo YB, Lee SC, Kim EJ, Kong WS, Jang KY, Shin PG. 2009. Characterization of a new commercial strain ‘Goni’ by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod*. 7(3):130–134.
- Zervakis G, Venturella G, Papadopoulou K. 2001. Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. *Microbiology*. 147:3183–3194.

Zhang JX, Huang CY, Ng TB, Wang HX. 2006. Genetic polymorphism of *ferula* mushroom growing on *Ferula sinkiangensis*. *Appl Microbiol Biotechnol.* 71:304-309.

김경수. 1999. 느타리버섯 신품종 특성 및 관리. 한국버섯학회. 버섯3(1) : 51 ~ 60.

유창현. 1998. 새로운 느타리버섯 품종 소개. 한국버섯학회. 버섯 2(1) : 39 ~ 40.

최종인, 이윤희, 전대훈, 지정현. 2014. 느타리버섯 신품종 농가확대 적응연구. 경기도농업기술원 시험연구보고서. pp.781 ~ 782

<첨부>

특허, 논문 및 시장분석 보고서

<b>프로젝트명</b>	시장맞춤형 느타리류 신품종 개발		
<b>프로젝트 책임자</b>	신평균	<b>프로젝트 연구기관</b>	국립원예특작과학원

1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
(기술 1) - 버섯 품종육성기반	유럽(네델란드, 이탈리아 등), 중국, 일본, 실반	80	80	90	실반은 다국적 종균회사로 최고의 시설, 인력을 갖추고 있음 유럽은 각국의 전문가간 협력이 우수하고, 중국은 풍부한 인적자원을 갖추었으며, 일본은 민간육종이 활발함
(기술 2) - 유전자원 보유 및 기초 안정성 연구	네델란드, 미국, 일본, 중국	70	70	80	네델란드(CBS), 미국(ATCC), 일본(NBRC), 중국은 풍부한 자원보유
(기술 3) - 버섯 품종육성	일본, 네델란드, 실반	80	80	90	교배 등의 전통육종기술이 대등함, 유전체 해독에 의한 분자 육종연구 미흡, 선발효율 향상을 위한 표준화된 기기 사용 및 종균 품질검사(QC)등 미흡

2. 특허분석

가. 특허분석 범위

<b>대상국가</b>	국내, 국외(미국, 일본, 중국, 유럽)
<b>특허 DB</b>	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr), Aureka DB
<b>검색기간</b>	1993~2013, 20년간
<b>검색범위</b>	제목 및 초록

나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명	원형질융합	변이체 이용 품종육성	교잡에 의한 품종육성
Keyword	원형질 융합	mutant	cross-breeding
검색건수	2	2	8
유효특허건수	1	2	3

핵심특허 및 관련성	특허명	원형질체 융합에 의해 육성된 내서성 체세포 잡종 P1542 균주 및 이 균주를 이용한 버섯의 제조방법	Mushroom variety named 'Spoppo'	Mushroom named 'Hokuto NT-100'
	보유국	한국 (농과원)	네델란드	일본
	등록년도	1998	2007	2007
	관련성(%)	95	95	95
	유사점	신균주 육성	신균주 육성	신균주 육성
차이점	균사체와 원형질체	느타리버섯	잎새버섯	
핵심특허 및 관련성	특허명	종간원형질체융합에 의한 잡종느타리버섯균주 및 이 균주를 이용한 버섯 생산방법	Bunashimeji mushroom plant named 'Hokuto Shiro Ichigoukin'	Mushroom variety named 'Broncoh'
	보유국	한국 (농과원)	일본	네델란드
	등록년도	1993	2006	2007
	관련성(%)	95	95	100
	유사점	신균주 육성	신균주 육성	양송이 신품종 육성
차이점	균사체와 원형질체	만가닥		
핵심특허 및 관련성	특허명	Preservative compositions and methods for mushrooms	Shiitake mushroom plant named 'Hokken 601'	Shiitake mushroom plant named 'HS607'
	보유국	미국	일본	일본
	등록년도	2006	1990	2002
	관련성(%)	70	95	95
	유사점	균주 수집보존	신균주 육성	신균주 육성
차이점	균사체와 원형질체	표고	표고	

기술명		버섯육종	유전자원 분자육종	단핵균주간 교잡
Keyword		버섯 and 품종	버섯 and 유전자원	Homokaryons
검색건수		31	405	8
유효특허건수		13	35	1
핵심특허 및 관련성	특허명	트레할로스 함량이 높은 신규한 팽이버섯	표고 품종을 동정할 수 있는 프라이머 및 이를 이용하여 표고 품종을 동정하는 방법	Hybrid strains of <i>Agaricus bisporus</i> , germination of the spores of which provides mainly homokaryons, production and use there of
	보유국	한국	한국	미국
	등록년도	2003	2011	1998
	관련성(%)	95	80	100

	유사점	팽이 신품종	품종 동정	isogenic strain을 만드는 방법
	차이점	기능성	표고	갓색과 같은 특정 형질을 지닌 계통 개발
핵심특허 및 관련성	특허명	신규한 갈색 팽이버섯	버섯에서 유래된 SSR 프라이머 및 이의 용도	
	보유국	한국	한국	
	등록년도	2005	2010	
	관련성(%)	95	80	
	유사점	팽이 품종	품종 동정	
	차이점	갈색종	느타리	
핵심특허 및 관련성	특허명	변이만가닥 버섯 및 그 재배방법	SCAR-PCR identification method of Agaricus bisporus No. 333 strain	
	보유국	한국	중국	
	등록년도	2006	2011	
	관련성(%)	80	100	
	유사점	변이체 이용	품종구별을 위한 마커개발	
	차이점	만가닥	단핵균주 및 교잡주 구분 마커개발	

### 3. 논문분석

#### 가. 논문분석 범위

(예시)

대상국가	미국, 일본, 중국, 유럽
논문 DB	Aureka DB, pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov), 국회도서관(www.nanet.go.kr)
검색기간	1998~2013, 15년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

#### 나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명	수집균주 특성분석	품종육성	분자생물학적 마커개발
Keyword	mushroom, mushroom variety	mushroom, mushroom variety	mushroom, mushroom variety
검색건수	578, 124	578, 124	578, 124
유효논문건수	6, 2	8, 2	7, 2
핵심논문 및 관련성	논문명 Relationship among Lepista species determined by CAPS and RAPD.	Abnormal meiosis in bisporic mutants of white button mushroom Agaricus bisporus (Lange) Imbach	Single nucleotide polymorphisms in the ectomycorrhizal mushroom Tricholoma matsutake

	학술지명	Mycol Res.	Genetika.	Microbiology.
	저 자	Stott K, Desmerger C, Holford P.	Moore AJ, Challen MP, Warner PJ, Elliott TJ.	Xu J, Guo H, Yang ZL.
	게재년도	2005 Feb:109(Pt 2):205-11.	2006 Mar:42(3):361-8.	2007 Jul:153(Pt 7):2002-12.
	관련성(%)	90	100	80
	유사점	수집균주 특성분석	변이체이용	수집균주 특성분석
	차이점	자주방망이버섯		송이
핵심논문 및 관련성	논문명	RAPD discrimination of Agaricus bisporus mushroom cultivars.	Genetic variability and phylogenetic relationship among proton-beam-irradiated strains of Pleurotus ostreatus	Molecular Marker Related to Fruitbody Color of Flammulina velutipes
	학술지명	Appl Microbiol Biotechnol.	J Microbiol Biotechnol.	Mycobiology
	저 자	Moore AJ, Challen MP, Warner PJ, Elliott TJ.	Kwon JH, Park YJ, Yoo YB, Park SY, Kong WS.	Kong WS, You CH, Yoo YB, Kim GH, Kim KH
	게재년도	2001 Jun:55(6):742-9.	2007 Jun:17(6):1041-4.	2004, 32(1):6-10
	관련성(%)	100	95	100
	유사점	수집균주 특성분석	변이체 작성	형질관련마커
	차이점		느타리	
핵심논문 및 관련성	논문명	Genomic Differentiation Among Oyster Mushroom Cultivars Released in Korea by URP - PCR Fingerprinting	Radiation Sensitivity of Basidiospore and Mycelium in Pleurotus ostreatus	RAPD Pattern of Radiation Induced Variants of Oyster Mushroom ( Pleurotus ostreatus )
	학술지명	Mycobiology	원자력학회지	한국환경농학회지
	저 자	강희완, 박동석, 박영진, 유창현, 이병무, 은무영, 고승주	Young Keun Lee, Hwa Hyoung Chang	이영근, 장화형, 김원록, 김진규, 김재성
	게재년도	2001, 29(2) : 85-89	1999 31(3) 287-293	1998 17(3): 195-199
	관련성(%)	95	95	95
	유사점	품종 특성검정	변이체 작성	품종 변이 검출
	차이점	느타리	느타리	느타리

#### 4. 제품 및 시장 분석

##### 가. 생산 및 시장현황

###### 1) 국내 제품생산 및 시장 현황

- 웰빙, 기능성에 대한 관심 증가로 버섯 소비량 지속 증가
- 버섯 생산의 대형화, 규모화 추세

- 가격 하락으로 인한 국내 시장 축소
- 공동 수출노력을 통한 해외 시장 비중 확대
- 고유 품종 부족으로 인한 로열티 부담 증가
- 유럽 및 중국산 대비 가격 경쟁력 부족

○ 국내 버섯산업 동향

구 분	'95	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11
○ 재배면적(ha)	2,367*	3,870	3,373	3,464	3,496	3,629	2,376	1,678
○ 생 산 량(톤)	116,666	201,756	179,702	186,400	198,209	198,563	216,276	190,104
○ 생산액(억원)	-	6,180	7,639	7,601	7,762	7,535	9,261	7,121
○ 수 출								
- 물 량(톤)	1,465	998	1,852	3,610	9,051	16,515	21,566	18,504
- 금 액(×1,000\$)	80,412	22,021	14,756	25,505	31,454	42,769	49,964	45,237
○ 수 입								
- 물 량(톤)	8,129	21,839	22,331	23,512	20,989	19,029	27,697	32,796
- 금 액(×1,000\$)	12,418	27,647	27,340	31,050	29,200	28,228	47,672	62,810

○ 버섯류 생산액

(단위 : 10억원)

구 분	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
합 계	723.6	618.0	760.1	776.2	753.5	926.1	712.1
양송이	79.3	65.2	57.4	66.8	52.4	152.1	72.9
느타리	311.8	166.1	170.6	145.0	144.9	150.1	96.1
영지	19.6	17.5	7.1	19.5	21.4	37.9	16.4
팽이	74.1	52.6	62.7	96.1	96.3	101.3	61.8
새송이	-	-	153.3	149.1	129.4	157.2	175.1
기타*	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
산림버섯 (송이, 표고)	198.8	276.6	269.0	259.7	269.1	287.5	249.8

\* 기타 : 상황버섯, 목이, 만가닥버섯 등 소량재배버섯의 추정치

○ 국내 버섯종류별 생산량

(단위 : 톤)

년도	느타리	큰느타리	표고	팽이	양송이	영지	상황	목이	송이	기타	계
----	-----	------	----	----	-----	----	----	----	----	----	---

		(새송이)									
1965			536		106				24		666
1975			3,257		25,154				449		28,860
1985			6,285		17,341				1313		24,939
1995	72,801		20,169	3,867	15,723	3,346		25	654	81	116,666
2000	70,759		33,725	23,837	21,813	653		19	536	552	151,913
2005	56,866	43,230	38,936	40,161	18,985	448	512	6	724	1,676	201,756
2009	39,159	36,808	43,747	61,057	8,174	305	410	34	337	8,532	198,563
2010	45,191	44,361	39,997	53,187	22,635	650	176	42	729	9,239	216,276
2011	46,598	54,820	23,015	43,098	13,052	282	171	44	209	8,815	190,104

\* 자료 : 특용작물생산실적, 농림식품부, 산림청

○ 버섯 수출입 현황

년도	수출		수입	
	물량(kg)	금액(USD)(x1000 \$)	물량(kg)	금액(USD)(x1000 \$)
1965	-	359	-	-
1970	-	4,447	-	-
1975	-	33,120	-	-
1980	-	51,855	-	-
1985	-	53,608	-	-
1990	-	86,097	-	-
1992	1,825,739	102,280	4,588,170	11,612
1993	864,726	36,634	4,380,158	8,900
1994	706,149	38,818	5,612,049	10,655
1995	1,465,226	80,412	8,128,635	12,418
1996	657,959	38,309	8,513,022	12,810
1997	701,137	39,422	12,398,914	15,430
1998	977,452	44,516	5,518,747	7,933
1999	1,146,524	56,741	12,197,313	12,974
2000	815,963	41,659	13,137,198	15,727
2001	650,195	38,972	13,950,842	13,397
2002	997,786	33,697	16,019,477	17,504
2003	915,938	34,833	16,781,511	24,446
2004	659,685	23,271	17,843,152	47,589
2005	997,942	22,021	21,838,556	27,647
2006	1,851,610	14,756	22,330,727	27,340
2007	3,610,316	25,505	23,511,099	31,050
2008	9,051,137	31,454	20,989,431	29,200
2009	16,514,887	42,769	19,029,500	28,228
2010	21,566,175	49,963	27,696,220	47,672
2011	18,509,345	45,119	32,796,000	62,810

2) 국외 제품생산 및 시장 현황

○ 일본 :

- 팡이, 만가닥, 생표고, 잎새버섯 등 식용버섯 재배 중심
- 버섯 산업은 4~5개의 대형 업체가 주도하며, 원균센터, 종균센터, 배양센터, 생육 등으로 분업화, 클러스터 형성
- 일본에서 소비되는 버섯 중 생표고 생산량이 가장 많았으나, 팡이버섯 등장으로 현재 3위

○ 미국 :

- 미국은 중국 다음으로 버섯류 생산이 많은 국가로, 양송이 버섯의 생산량이 가장 많음(95%)
- 표고버섯, 느타리 버섯 등이 수입되며, 주로 캐나다에서 수입
- 한국은 한인 마켓을 중심으로 새송이 버섯을 일부 수출하고 있으나, 미국에서 새송이 버섯의 인지도는 낮은 상태

○ 중국 :

- 중국 내 버섯 생산은 '00년 대비 '08년에 약 3배 가까이 증가
- 자국내 소비 확대로 버섯 수입량도 크게 증가 추세
  - 소비량은 한국 대비 상당히 낮으나, 매년 수요량 10% 증가 전망
- 2010년 버섯 생산량은 2,201만톤, 금액은 1,413억 위안
- 아직까지 노동집약적 재배방식을 유지하고 있음
- 최근 일본과 한국의 자동화시설 재배 적극 도입
- 한국으로부터 팡이버섯 수입 증가 (2010년 약 7백만톤 수입)

※ 일본은 18종 440개 품종보호등록('11. 5. 기준)

한국명	학명	일본명	품종수
신령버섯	Agaricus blazei = A. brazillensis		
양송이	Agaricus bisporus(Lange.)Sing	つくりたけ種	
버들송이	Agrocybe aegerita/Agrocybe cylindracea	やなぎまつたけ種	6
뽕나무버섯균(천마균)	Amillaria spp.		
목이	Auricularia auricula/Auricularia auricula-judae	きくらげ種	
털목이	Auricularia polytricha (Mont.) Sacc.	あらげきくらげ種	2
먹물버섯	Coprinus comatus		
번데기동충하초	Cordyceps militaris		
팡이	Flammulina velutipes	えのきたけ種	37
장수버섯	Fomitella fraxinea		
소나무잔나비버섯 (잔나비버섯)	Fomitopsis pinicola		
영지(불노초)	Ganoderma lucidum		
잎새버섯	Grifola frondosa	まいたけ種	39
노루궁뎅이	Hericium erinaceus	야마부신타케種	3
만가닥버섯	Hypsizyguis marmoreus	부나시메지種	49
	Hypsizyguis ulmarium	しろたもぎ타케種	17

	(Bulliard: Fries) Redhed		
매미눈꽃동충하초	Isaria sinclairii		
표고	Lentinula edodes	しいたけ種	180
젯빛만가닥버섯	Lyophyllum decastes	はたけしめじ種	26
	Lyophyllum shimeji (Kawamura) Hongo	ほんしめじ種	2
개암버섯	Naematoloma sublateritium	くりたけ種	1
눈꽃동충하초	Paecilomyces tenuipes		
진흙버섯(상황)	Phellinus spp.		
검은비늘버섯	Pholiota adiposa	ぬめりすぎたけ種	3
맛버섯	Pholiota nameko	なめこ種	23
노랑느타리	Pleurotus cornucopiae var. citrinopileatus	たもぎたけ種	1
느타리	Pleurotus ostreatus	ひらたけ種	16
큰느타리	Pleurotus eryngii	エリンギ種	25
산느타리	Pleurotus pulmonarius	うすひらたけ種	3
복령	Poria cocos		
꽃송이	Sparassis crispa	はなびらたけ種	7
왕송이	Tricholoma giganteum		
송이	Tricholoma matsutake		
		18종	440

#### 나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

##### 1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 수입대체형 및 수출용 품종육성
  - 다국적 종균회사의 품종과 다른 한국 고유 백색 양송이 품종육성
  - 저장성이 강한 고품질 양송이 품종 육성
- 적극적 로열티 대책
  - 해외 출원에 의한 로열티 수입
  - 개도국의 기술 지원에 의한 한국 버섯의 이미지 제고
  - KOPIA 또는 KOICA 연계 한국 종균의 수출 교두보 마련

##### 2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

항 목	산업화 기준				계	비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도~2단계		
직접 경제효과				300	300	버섯 수출액 30만 달러
경제적 파급효과						
부가가치 창출액						
합 계				300	300	

#### 5. 3P(특허, 논문, 제품)분석을 통한 연구추진계획

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

##### 1) 특허분석 측면

- 기존 특허는 크게 원형질융합 기술, 변이체 이용 품종육성 기술, 교잡에 의한 품종육성 기술로 대변해 볼 수 있음.
- 이 중 원형질융합 기술은 본 연구원에서 독자적 권리를 갖고 있으며 이 기술을 이용하여 원형느타리계통의 3품종을 육성한바 있음. 버섯육종 및 분자마커 분야에 있어서도 국내 고유의 백색팽이에 대한 국제특허가 진행 중에 있으며, 유전체 정보를 기반으로 한 다양한 분자 마커에 대한 연구가 진행 중에 있음
- 변이체를 이용하는 기술 역시 본 연구진은 자외선을 비롯한 감마선, 양성자빔 등을 처리하여 변이체를 수차례 만든 경험을 가지고 있고, 교잡방법은 일상적인 연구방법이므로 우수균주의 선발을 통하여 얻어질 수 있는 균주에 대하여 국내 및 국외에 품종 보호 출원할 계획임
- 양송이에 대한 기존 특허는 유전 및 형질 연구를 위한 방법에 치중되어 있으므로 본 연구과제에서는 이것을 기본적인 연구소재로 이용하여 특정형질을 지닌 품종 개발을 위한 유전형질 및 마커개발 등을 추진하여 특허 등을 국내 및 국외에 출원할 계획임

## 2) 논문분석 측면

- 기존 논문은 수집균주의 특성분석, 품종육성, 분자생물학적 마커 개발 등의 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 특히 수집균주에 대한 분자생물학적 기법을 활용하는 방향으로 연구를 추진할 계획임
- 또한 형질 측정방법에 논문이 많으므로, 본 연구과제에서는 형질과 유전과의 연관성을 연구하는 방향으로 연구를 추진하여 논문 등을 SCI 및 비SCI학술지 등에 게재할 계획임
- 아직까지 양송이에는 RAPD, AFLP, SSR 마커만 개발되어있지만, 본 연구과제에서는 형질 및 품종간 구별할 수 있는 SCAR 및 SNIP마커를 개발하는 방향으로 연구를 추진하여 논문 등을 SCI 및 비SCI학술지 등에 게재할 계획임

## 3) 제품 및 시장분석 측면

- 국내 및 국외시장 분석결과 양송이버섯의 품종은 다국적 기업이 육성한 품종이 주로 사용되고 있고, 팽이버섯 백색계품종은 주로 일본계통이며, 새송이품종 역시 중국 등에서 육성된 품종이어서 UPOV 및 FTA 등 국외환경의 변화에 따라 우리 수출용 버섯을 국내 육성종으로 시급히 대체하여야 함
- 본 연구과제에서는 국내 고유의 품종을 육성함으로써 고유 수입대체형 및 수출용품종으로 버섯을 생산하여 로열티 문제를 해결함과 동시에 수출을 꾀하여 국내 수급 조절 역할을 할 수 있게 함으로써 국내버섯가격을 안정화시켜 농가소득을 높일 수 있을 것임
- 버섯 수출입 전망
  - 양송이는 수출이 극히 미미한 반면 수입은 2012년 7,609톤 10,512천불이 주로 조제된 형태로 수입되고 있으며, 평균도 70톤 이상 수입되고 있다. 이번 프로젝트를 통하여 일본 등 가까운 나라에 국산 생버섯을 수출하고 KOPIA 사업등을 통하여 기술이 낙후된 국가에는 종균을 수출할 수 있게 될 것임
  - 다수 버섯의 대량생산화에 따라 국내가격의 하락으로 인한 국제 경쟁력 강화로 농산버섯 수출은 계속 유망할 것임

- 병재배 버섯(팽이, 큰느타리)류은 생산자를 중심으로 수출선도조직이 활성화 되면 수출재배 단지화로 연중 계획생산이 가능하여 수출유망
  - . 중국으로의 수출은 국내 가격하락을 막는 수급조절용으로 국내가격 안정화에 적극 활용될 수 있도록 전략적 접근이 필요함
  - . 일본은 가장 가까우면서도 어려운 시장이지만 가격경쟁력을 바탕으로 꾸준히 시장점유를 높여야 할 것임
  - . 팽이 수출이 주춤하고 있는 지금은 무엇보다도 한국 버섯의 품질과 안전성을 내세워 한국 버섯이 최고의 버섯이라는 이미지를 제고하는데 집중해야 할 것임

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 골든시드프로젝트사업(원예종자사업단)의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 골든시드프로젝트사업(원예종자사업단)의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.