

발 간 등 록 번 호

11-1543000-003948-01

# 수입대체형 양송이 품종 개발 및 보급

2022. 3. 25.

프로젝트연구개발기관 / 국립원예특작과학원  
1세부프로젝트연구개발기관 / 국립원예특작과학원  
1세부위탁프로젝트연구개발기관 / 한마음영농조합법인  
2세부프로젝트연구개발기관 / 충청남도농업기술원  
3세부프로젝트연구개발기관 / 충북대학교  
4세부프로젝트연구개발기관 / 경상북도농업기술원

농림축산식품부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “수입대체형 양송이 품종 개발 및 보급”(기간 : 2017. 1. ~ 2021. 12.) 수입 대체형 양송이 품종개발 및 보급 프로젝트의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 25.

프로젝트연구기관명 : 국립원예특작과학원 이지원



1세부프로젝트연구기관명 : 국립원예특작과학원 이지원



1세부위탁프로젝트연구기관명 : 한마음영농조합법인 조성현



2세부프로젝트연구기관명 : 충청남도농업기술원 김부성



3세부프로젝트연구기관명 : 충북대학교 김수갑



4세부프로젝트연구기관명 : 경상북도농업기술원 신용습



프로젝트연구책임자 : 장갑열

1세부프로젝트연구책임자 : 장갑열

1세부위탁프로젝트연구책임자 : 조성현

2세부프로젝트연구책임자 : 김용균

3세부프로젝트연구책임자 : 정종욱

4세부프로젝트연구책임자 : 김승한

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

<보고서 요약서>

**보고서 요약서**

과제고유번호	213007-05-5-C GJ00	해당단계 연구기간	2017.1.1.~ 2021.12.31	단계구분	2단계/ 2단계
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP원예종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	수입대체형 양송이 품종개발 및 보급			
	세부프로젝트명	(1세부) 수입대체형 양송이 품종개발 (1위탁) 수입대체형 양송이 품종 국내 시장 확대 (2세부) 수입대체형 양송이 품종 보급 (3세부) 수입대체형 양송이 품종개발 및 보호를 위한 마커개발 (4세부) 남부지역 양송이 현지적응성 시험 및 시교사업			
프로젝트책임자	장갑열	해당단계 참여연구원 수	총: 40명 내부: 23명 외부: 17명	해당단계 연구개발비	정부: 1,695,000천원 민간: 천원 계:1,695,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 40명 내부: 23명 외부: 17명	총 연구개발비	정부: 1,695,000천원 민간: 천원 계:1,695,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(1세부) 국립원예특작과학원 버섯과 (2세부) 충청남도농업기술원 작물연구과 (3세부) 충북대학교 특용식물학과 (4세부) 경북농업기술원 농업환경연구과			참여기업명_해당없음	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: (1위탁) 한마음영농조합법인			연구책임자: 조성현	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시 설·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종		
								생명 정보	생물 자원	정보	실물	
등록·기탁 번호	1738-0 294	10-201 9-0158 914								2017- 230		
	1738-0 294	10-201 8-0087 157								2018- 11		
	1738-0 294	10-201 9-0100 078										
	1738-0 294	10-202 1-0079 736										
	0253-6 51X	10-202 1-0079 737										
	1738-0 294	10-202 9016										
	1738-0 294	10-216 3233						PRJN A5343 83			2020- 190	
	1738-0 294											
	1738-0 294											
	1738-0 294											
	1738-0 294											
	1229-8 093											
	1229-8 093											
	1229-8 093											
	2309-6 08X											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황\_해당사항 없음

- |  |                     |
|--|---------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고온성 품종 및 갈변저항성 우량계통 육성으로 품종개발 : 품종 출원 3건, 품종등록 2건</li> <li>2. 품종 육성 기술 등 다양한 기술의 논문게재 : 비SCIE 8건</li> <li>3. 갈변저항성의 형질 측정을 위한 ‘버섯 갈변화 유도장치 개발’ : 특허출원 1건</li> <li>4. 국내 육성품종 보급률 72.3%('20) 달성 및 개발품종 100% 기술이전 14건으로 국내 매출액 29백만원             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 보급확산 위한 관련업체 업무협약 5건</li> <li>2) 신품종 보급확대를 위한 전시포/시범포 개설·운영 : 45개소</li> <li>3) 소비촉진을 위한 품종 설명회 및 홍보 : 12회</li> <li>4) 홍보용 리후렛 제작 : 10회</li> </ol> </li> <li>5. GSP 개발 품종 보호 분자 마커 개발 : 특허(출원 4건, 등록 2건)</li> <li>6. 갈변 관련 전사체 정보 고도화 및 온도 관련 전사체 정보 대량 확보 등 : 논문 (SCIE 4건, 비SCIE 3건)</li> </ol> | <p>보고서 면수, 193쪽</p> |
|--|---------------------|

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 프로젝트는 내수시장을 강화하고 수출도 가능한 한국형 3품종을 개발하여 국산품종 보급률을 50%, 국내 매출액은 27백만원 달성하고, 또한 양송이 유전체 기반으로 육종효율 증진 및 보호 마커를 개발하고자 한다. 이에 따라 육종부분에서 1세부과제는 1) 고온기 안정적인 수량확보와 열대지역 수출을 위한 고온성 품종과 2) 국내시장 유통확대 및 인근지역 수출을 위한 장기 저장성 품종을 개발하고자 하였다. 1세부 위탁과제에서는 국내 매출액을 달성하고자 국내 양송이 품종의 국내 시장 확대 및 개척하였다. 2세부와 4세부는 국내 육성품종 자급률을 50%이상 달성하고 수출기반을 마련하고자 중부지역 및 남부지역 보급을 맡아 1) 전시포 및 2) 현지적응성시험 그리고 3) 품평회를 진행하였다. 추가적으로 2세부에서는 수입대체를 위한 액체 및 봉지종균 생산기술을 개발하고 4세부에서는 갈색양송이 해외수출을 추진하였다. 3세부에서는 유전체, 전사체 분석을 통한 국내 양송이 품종개발 효율성 확보 및 국내 개발품종의 자원 주권 확보하기 위하여, 1) 국내 보유자원에 대한 전장 유전체 작성, 2) 갈변 등 형질 관련 전사체 분석, 3) 유전체 정보를 이용하여 SSR 등 분자 마커 개발을 수행하였다.</p>
<p>연구개발성과</p>	<p>품종육성에서는 고온성 품종 및 갈변저항성 우량계통 육성으로 품종 출원 3건, 품종등록 2건과 함께 품종 육성 기술 등 다양한 기술의 논문게재(비SCIE) 8건 달성하였다. 또한 갈변저항성의 형질 측정을 위한 ‘버섯 갈변화 유도장치 개발’을 특허출원 1건 수행하였다.</p> <p>품종보급에서는 국내 육성품종 보급률을 72.3%('20)로 향상하고 개발품종 모두 기술이전을 하여 14건을 달성하였는데, 이를 위해 관련업체 업무협약을 5건, 신품종 보급확대를 위한 전시포/시범포의 45개소 개설·운영, 소비촉진을 위한 품종 설명회 및 홍보 12회, 홍보용 리후렛 제작 10회를 진행하였다.</p> <p>또한, GSP 개발 품종 보호 분자 마커 개발을 개발하여 특허출원 4건 및 특허등록 2건을 달성하고, 갈변 관련 전사체 정보 고도화 및 온도 관련 전사체 정보 대량 확보 등으로 논문(SCIE 4건, 비SCIE 3건)을 게재하였다.</p>

<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>본 과제에서 육성한 갈변저항성 우량계통은 확대재배 후 품종으로 육성할 예정이며, 전시포/시점포 개설 및 운영한 결과를 품종 특성별로 정리하여 책자를 발간하여 배포할 예정이다. 또한 진행한 업무협약을 지속적으로 유지하여 품종보급을 확산하고자 한다. 봉지를 이용한 국산 종균 방법은 현장에 적용한 후 기술을 보급하여 국산 품종 보급확대에 기여할 예정이다. 수출면에서도 ‘단석1호’의 베트남 수출을 지속적으로 추진하여 차년도 진행할 예정이다.</p> <p>나고야의정서에 디지털 염기서열 정보도 포함하려는 움직임이 있어 본 연구를 통해 얻어진 국내 양송이 유전체 정보는 독립적인 유전체 기반 연구기반 구축이 가능할 것이며, 양송이의 유통과정 중 품질 관리에 중요한 갈변 저항성 품종 개발 및 고온 적응형 품종개발 연구에 전사체 데이터 활용할 예정이다. 과제에서 개발된 SSR, CAPs 마커는 형질 연관 마커 개발, 국내 개발 품종 보호 등에 활용될 수 있으며, 국가 기관, 버섯 육종가 등에 관련 기술을 제공할 것이다.</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>양송이</p>	<p>품종</p>	<p>육종기술</p>	<p>보급</p>	
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Button mushroom</p>	<p>Cultivar</p>	<p>Breeding technology</p>	<p>Distribution</p>	

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	9
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	16
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	177
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	184
붙임. 참고 문헌 .....	185

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 연구성과 활용계획서

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적

본 프로젝트는 내수 시장을 강화하고 수출도 가능한 한국형 3품종을 개발하여 국산품종 보급률을 50%, 국내 매출액은 27백만원 달성하고, 양송이 유전체 기반으로 육종효율 증진 및 보호 마커를 개발하고자 한다. 이에 따라 육종부분에서 1세부과제는 1) 고온기 안정적인 수량 확보와 열대지역 수출을 위한 고온성 품종과 2) 국내시장 유통확대 및 인근지역 수출을 위한 장기 저장성 품종을 개발하고자 하였다. 1세부 위탁과제에서는 국내 매출액을 달성하고자 국내 양송이품종의 국내 시장 확대 및 개척하고자 하였다. 2세부와 4세부는 국내 육성품종 자급률을 50% 이상 달성하고 수출 기반을 마련하고자 중부지역 및 남부지역 보급을 맡아 1) 전시포 및 2) 현지적응성시험 그리고 3) 품평회를 진행하였다. 추가적으로 2세부에서는 수입대체를 위한 액체 및 봉지종균 생산기술을 개발하고 4세부에서는 갈색 양송이 해외 수출을 추진하였다. 3세부에서는 유전체, 전사체 분석을 통한 국내 양송이 품종개발 효율성 확보 및 국내 개발품종의 자원 주권 확보하기 위하여, 1) 국내 보유자원에 대한 전장 유전체 작성, 2) 갈변 등 형질 관련 전사체 분석, 3) 유전체 정보를 이용하여 SSR 등 분자 마커 개발을 수행하였다.



## 제 2 절 연구개발의 필요성

### □ 연구개발의 경제적, 산업적 중요성

버섯은 전 세계 60여 개국에서 재배하는 주요 작물로 대량 생산의 기술적 뒷받침과 늘어나는 수요에 의하여 최근 5년간('13~'15) 생산량이 매년 1백만 톤 이상 증가하는 추세로서 전 세계 버섯 생산량은 약 47.4 백만 톤('18)으로 현재 중국이 38.4백만 톤(81%)을 생산하는 세계 최대 생산국이다. 우리나라는 18만톤으로 5대 생산국에 해당된다. 양송이 생산은 미국과 유럽을 중심으로 주로 90% 이상 이루어지고 있으며, 중국과 우리나라는 전체 생산량의 6~7%로 주요 5대 생산되는 버섯에는 속하는 버섯이다. 특히 우리나라는 양송이 생산가격이 높아 1,423억원('20)으로 표고버섯 다음으로 생산액이 높은 고소득 품목이다.

### □ 국내외 연구동향

우리나라는 재배시기별 고품질, 고수량을 위한 품종육성 중심으로 '새아' 등 10여 품종이 2010년부터 개발되기 시작하였다. 육종 기술면에서는 주요 작물(벼, 콩, 고추, 배추 등)에 대한 전장유전체 분석을 통한 형질관련 유전자 기반 분자마커 개발 등 분자유종 체계 구축을 위한 많은 연구가 진행되고 있으나 양송이버섯에서는 아직 미흡한 실정이다.

국외에는 기후변화에 대응하기 위해 고온성 품종육성을 위한 자원 수집부터 형질개발 및 관련 유전자의 기능분석 연구 등이 진행되고 있으며, 수확 후 갈변화를 방지하기 위해 수확후 처리 뿐만아니라 저항성 품종 개발을 진행하고 있다. 그 예로 미국에서는 유전자교정(Gene editing)으로 갈변저항성 품종을 개발하여 상업화 진행하고 있다. 또한 프랑스에서는 QTL(Quantitative Trait Locus)를 지도화하여 양송이 맛색에 영향을 미치는 유전 요인들을 연구하고 있으며, 네덜란드에서는 차세대염기서열분석을 이용하여 양송이 전장유전체 염기서열 분석을 수행하여 형질이 뛰어난 품종을 개발하기 위한 원천 정보를 획득하고 있다.

### □ 연구개발 필요 분야

양송이는 실반, 아미셀 등 글로벌 종균업체가 품종을 육성하고 이를 기반으로 종균을 전 세계적으로 수출하고 있어, 국내에서는 로열티가 포함된 수입종균에 대응하며 국내 재배환경에 맞는 우수한 국산품종이 필요한 실정이며, 이에 따라 현재 '새한', '하리' 등 GSP 1단계에서 개발한 품종들이 점차 확대 보급되고 있다. 하지만 매년 고온기 생산량 하락에 따른 가격 급변동에 대응하기 위해 고온성 품종에 대한 농가의 요구가 있으며, 시장이나 일반 소비자들의 고품질에 대한 요구도가 높아짐에 따라 수확 후 갈변 저항성 개발이 필요하다. 품종개발뿐만 아니라 품종별 특성을 파악하여 농가들에게 적절한 품종을 보급 및 소개하며, 품종 고유의 특성을 발현하기 위한 재배법을 개발하는 것도 중요하다. 육종 기술에서는 효율적인 육종을 위해 분자표지이용선발(Marker-assisted selection, MAS)기술을 이용하여 유전자를 기반으로 목표형질에 대한 효율적인 우수자원을 선발하여 육종연한을 단축하는 등 경쟁력 확보를 위한 분자유전학적 육종 체계 구축 기술이 필요하다. 또한, 유전자원을 국가의 자산으로 인정하고 자원의 접근과 이익에 대해 공유해야하는 ABS의정서(일명 나고야의정서) 발효에 따라 품종보호 체계 구축이 필요하기에 국내육성품종 및 보유자원에 유전체 정보를 확보하고 이에 기반 한 국내자원에 대한 유전자형을 분석하여 품종구분 등을 분자마커 개발 필요하다.

### 제 3 절 연구개발의 범위

<1세부과제>

구분	연구개발의 목표	연구개발의 범위
1차년도	○ 고온성 품종개발을 위한 모본 선발 및 교잡주 특성 검정	- 원형질체분리로 우수 모본 선발 및 교잡주(F1) 육성 - 교잡주(F1) 고온재배로 특성평가
	○ 갈변저항성 품종개발을 위한 수집 자원 특성 검정	- 저장성(갈변저항성)관련 형질 특성평가 방법 구축 - 수집된 유전자원 200여점 특성평가를 통한 우수 자원 선발
	○ 개발 품종 국내 품종출원 (1단계 선발 계통)	- 여름양송이 신품종 출원 - 여름양송이 신품종등록을 위한 재배 시험 - 양송이 신품종 1점 육성
2차년도	○ 고온성 품종개발을 위한 동형핵균주 집단 구축 및 교잡주 선발	- 교잡주(F1)의 동형핵 균주 집단 구축 및 고온성 모본과의 교잡주(BCF1) 선발
	○ 갈변저항성 형질의 모본 선발 및 교잡주 육성	- 원형질체분리로 우수 모본 선발 및 교잡주(F1) 육성
	○ 개발 품종 국내 품종출원 및 등록	- 여름양송이 품종 등록 - GSP 1단계에서 육성한 신품종 출원 - GSP 1단계에서 육성한 품종 등록을 위한 재배 시험
3차년도	○ 고온성 선발된 우량계통의 자실체 특성평가	- 교잡주(BCF1)의 양적 및 질적 특성 평가를 통한 우수 계통 선발 - 우수 계통 확대재배 및 실증재배로 육성 계통 최종 선발
	○ 갈변저항성 동형핵균주 집단 구축	- 교잡주(F1)의 동형핵균주집단 선발 및 고온성 모본과의 교잡주(BCF1) 육성
	○ 개발 품종 국내외 품종등록	- GSP 1단계에서 육성한 품종 등록 - 양송이 신품종 1점 육성
4차년도	○ 갈변저항성 교잡주 자실체 특성평가	- 교잡주(BCF1)의 양적 및 질적 특성 평가를 통한 우수 계통 선발
	○ 개발 품종 국내외 품종출원	- 양송이 신품종 출원 - 양송이 신품종 등록을 위한 재배 시험
5차년도	○ 선발된 갈변저항성 우량계통 확대재배	- 우수 계통 확대재배 및 실증재배로 육성 계통 최종 선발
	○ 개발 품종 국내외 품종등록	- 양송이 신품종 등록

<1세부 위탁과제>

구분	연구개발의 목표	연구개발의 범위
1차년도	○국내 양송이품종의 시장 분석	- 현장애로사항 수렴 - 한국형 품종 적합성 의견 취합
2차년도	○국내품종 농가 홍보 및 보급 확대	- 재배 농가를 위한 홍보 리플릿 제작 - 농가 재구매율 향상을 위한 지속적 모니터링 및 환류
3차년도	○우수 품종의 브랜드 개발 ○국내품종 보급 확대를 위한 홍보	- 국내 유통 국산품종 종균의 인지도 조사 - 품종 설명회 및 간담회 개최
4차년도	○ 개발 신품종의 국내 시장의 확대 ○ 국내 판매액 27백만원 달성	- 목표달성을 위한 적극적 홍보 및 마케팅

<2세부과제>

구분	연구개발의 목표	연구개발의 범위
1차년도	○ 국내육성 신제품 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	○ 육성 신제품 지역 적응성 검정 : 3개소 (중부2, 남부1) ○ 육성 신제품 전시포 설치 및 현장 평가회 : 3개소 (중부2, 남부1) - 국내육성종 3품종이상, 1개소 ○ 학교급식 관계자 대상 신제품 품평회 : 2회(중부1, 남부1) ○ 국내 양송이 평균 생산 실태조사
2차년도	○ 국내육성 신제품 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	○ 육성 신제품 지역 적응성 검정 : 3개소(중부2, 남부1) ○ 육성 신제품 전시포 설치 및 현장 평가회 : 3개소 (중부2, 남부1) ○ 학교급식 관계자 대상 신제품 품평회 : 2회(중부1, 남부1) ○ 국외 양송이 평균생산 선진기술 벤치마킹 ○ 양송이 액체종균 배양 조건구명 ○ 국내 양송이 평균 생산 실태조사
3차년도	○ 국내육성 신제품 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	○ 육성 신제품 지역 적응성 검정 : 3개소 ○ 육성 신제품 전시포 설치 및 현장 평가회 : 2개소 ○ 액체종균 활용 양송이 평균생산 현장 실증시험 : 1개소 ○ 양송이 봉지종균 생산기술 구명 ○ 국내 양송이 평균 생산 실태조사
4차년도	○ 국내육성 신제품 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	○ 육성 신제품 지역 적응성 검정 : 3개소 ○ 육성 신제품 전시포 설치 및 현장 평가회 : 2개소 ○ 액체종균 활용 양송이 봉지종균 생산 현장 실증시험 : 1개소 ○ 국내 양송이 평균 생산 실태조사
5차년도	○ 국내육성 신제품 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	○ 육성 신제품 지역 적응성 검정 : 3개소 ○ 육성 신제품 전시포 설치 및 현장 평가회 : 2개소 ○ 액체종균 활용 양송이 봉지종균 생산 현장 실증시험 : 1개소 ○ 양송이 우량종균 제조 및 종합관리 시스템 구축 ○ 국내 양송이 평균 생산 실태조사

<3세부과제>

구분 (연도)	세부연구내용	연구범위
1차년도 (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ NGS를 이용한 국내 주요 자원의 유전체 비교</li> <li>○ 자원별 유전체정보를 이용한 SSR, SNP 등 후보 분자마커 탐색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양송이 품종 개발에 이용된 6개 균주에 대하여 유전체 정보 비교</li> <li>- 6개 균주에 대한 유전체 정보를 이용하여 SSR 마커 선발 및 SNP 변이 분석</li> </ul>
2차년도 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양송이버섯의 유전체 정보 고도화</li> <li>○ 탐색된 후보 마커에 대한 검증 및 품종 구분 마커 선발</li> <li>○ 핵심집단 선발을 위한 양송이버섯 유전자원에 대한 다양성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 버섯과 보유 자원에 대한 nanopore 기술 이용 새로운 유전체 정보 확보</li> <li>- 기존 유전체와 신규 유전체 비교 분석</li> <li>- 다형성 SSR 마커 대량 개발</li> <li>- 품종 구분 최소 마커 set 선발</li> <li>- 개발된 SSR 마커 이용 농촌진흥청 버섯과 보유 양송이버섯 유전자원의 군집 및 집단구조 분석</li> </ul>
3차년도 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전체 기반 SNP 마커 선발 및 효율적 분석 방법 탐색</li> <li>○ 갈변 형질 관련 후보 유전자 탐색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-2년차에 구축된 신규 유전체 정보와 양송이버섯 품종 개발에 이용된 6개 모균주의 유전체 비교를 통한 SNP 정보 대량 생산</li> <li>- 효율적인 SNP 분석을 위한 CAPs 마커 정보 생산</li> <li>- 양송이버섯 갈변 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산</li> </ul>
4차년도 (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 양송이버섯 품종 보호를 위한 분자 마커 선발</li> <li>○ 갈변 관련 전사체 정보 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 양송이 상업품종 구분을 위한 최소 SSR마커 set 선발</li> <li>- 처리 시간 별 유전자 발현 분석 및 멜라닌 합성 관련 전사체 분석</li> </ul>
5차년도 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GSP 사업에서 개발된 품종 보호를 위한 분자마커 개발</li> <li>○ 갈변 관련 전사체 검증 및 온도 관련 전사체 정보 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자 발현 양상에 따른 SNP 탐색 및 품종 보호를 위해 유전체 정보를 이용한 SNP 기반 최소 CAPs 마커 set 선발</li> <li>- 갈변 관련 pathway에 관여하는 전자 인자에 대하여 qRT-PCR을 이용하여 발현 양상 분석</li> <li>- RNA-seq 분석을 통한 온도별 관련 전사체 정보 대량 생산</li> </ul>

<4세부과제>

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
3차년도	2019	○ 국내육성 신품종 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 육성 신품종 지역적응성 검정 : 단석1호 등</li> <li>○ 육성 신품종 전시포 운영 및 현장 평가회               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전시포 설치 운영 : 10개소</li> <li>- 현장 평가회 개최 : 1회</li> </ul> </li> <li>○ 소비자 대상 신품종 품평회 : 2회</li> <li>○ 남부지역 양송이 보급용 품종개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양송이 유전자원 수집 및 특성평가</li> </ul> </li> </ul>
4차년도	2020	○ 국내육성 신품종 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 육성 신품종 지역적응성 검정 : 호감 등(1개소)</li> <li>○ 육성 신품종 전시포 운영 및 현장 평가회               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전시포 설치 운영 : 10개소</li> <li>- 현장 평가회 개최 : 1회</li> </ul> </li> <li>○ 소비자 대상 신품종 품평회 : 2회</li> <li>○ 남부지역 양송이 보급용 품종개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고온성 양송이 우수 자원 선발(교배조합)</li> </ul> </li> </ul>
5차년도	2021	○ 국내육성 신품종 농가실증 및 현장 평가회 개최 보급률 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 육성 신품종 지역적응성 검정 : 도담 등(1개소)</li> <li>○ 육성 신품종 전시포 운영 및 현장 평가회               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전시포 설치 운영 : 10개소</li> <li>- 현장 평가회 개최 : 1회</li> </ul> </li> <li>○ 소비자 대상 신품종 품평회 : 2회</li> <li>○ 남부지역 양송이 보급용 품종개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고온성 양송이 계통육성(재배적 특성과약)</li> </ul> </li> </ul>

## 제 2 장 연구수행 내용 및 결과

### 제 1 절 연구 수행 내용 및 결과

<육종분야\_1세부과제>

#### □ 고온성 품종 개발

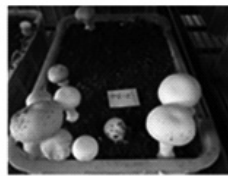
고온성 품종을 개발하고자 저온에서만 균사 생장이 좋은 균주(group A), 저온 및 고온에서 균사 생장이 좋은 균주(group B), 고온에서만 균사 생장이 좋은 균주(group C)를 국내에서 수집된 균주를 중심으로 각 그룹별로 선발하여 벚짚발효퇴비배지를 사용하여 생육조건 25℃, 85%로 1, 2차 재배를 하였다. 생육조건은 25℃, 85%로 1, 2차 벚짚발효배지 상자재배를 통해 ASI 1011, 1114, 1062 고온의 생육조건에서 수확량이 많았으며, 이에 최종적으로 각 그룹별로 1점씩 선발하였다. 이때 대조구는 일반양송이 '새도'품종(생육적온 16℃)과 고온성 여름양송이(생육적온 20~25℃)인 ASI 1349 균주를 사용하였다.

<표. 온도별 균사생장 조사 후 수량성 우수한 백색균주 선발>

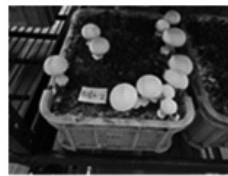
NO	Group	Strains	Color of pileus	Origin	Period of cultivation	Nunver of fruiting bodies(EA)	Yeild(g)
1		ASI1011	white	Korea(Daegu)	1 <sup>st</sup>	61	1403.48
					2 <sup>nd</sup>	133	2384.99
2	A group (저온에서만 균사생장 좋은균주)	ASI1018	white	Korea(Gwangju)	1 <sup>st</sup>	61	1356.70
					2 <sup>nd</sup>	94	1618.89
3		ASI1021	white	Korea(Busan)	1 <sup>st</sup>	39	955.30
					2 <sup>nd</sup>	15	308.33
5		ASI1057	white	Korea(Namwon)	1 <sup>st</sup>	32	705.88
					2 <sup>nd</sup>	63	1337.75
15		ASI1015	white	Korea(Iksan)	2 <sup>nd</sup>	58	1313.77
16	B group (저온, 고온에서 균사생장 좋은 균주)	ASI1019	white	Korea	1 <sup>st</sup>	27	645.80
					2 <sup>nd</sup>	58	1134.27
21		ASI1042	white	UK	1 <sup>st</sup>	42	1085.59
					3 <sup>rd</sup>	80	1869.41
23		ASI1114	white	America	1 <sup>st</sup>	80	1938.48
					2 <sup>nd</sup>	105	2045.86
24		ASI1030	white	America	1 <sup>st</sup>	65	1376.15
					2 <sup>nd</sup>	68	1657.32
27	C group (고온에서만 균사 생장 좋은 균주)	ASI1062	white	Japan	1 <sup>st</sup>	76	1859.94
					2 <sup>nd</sup>	59	1328.23
29		ASI1087	white	Twian	1 <sup>st</sup>	19	561.70
					2 <sup>nd</sup>	25	595.94
32		ASI1169	white	Korea	1 <sup>st</sup>	15	360.10
					2 <sup>nd</sup>	48	1087.42



1011균주 16℃



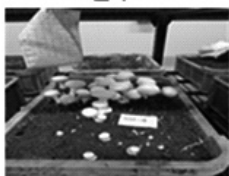
1014균주 16℃



1062균주 16℃



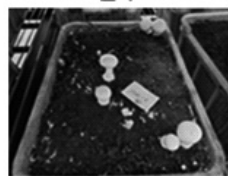
새도 16℃



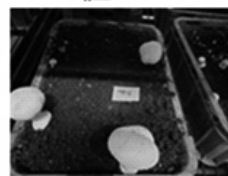
1011균주 25℃



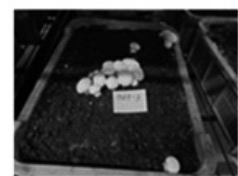
1014균주 25℃



1062균주 25℃



새도 25℃



1349균주 25℃

<그림. 양송이 자실체 생육온도에 따른 균주별 자실체 모습>

<표. 양송이 자실체 생육온도에 따른 수확량 및 특성조사(1차 재배) L: 16℃(양송이 생육적온), H:25℃>

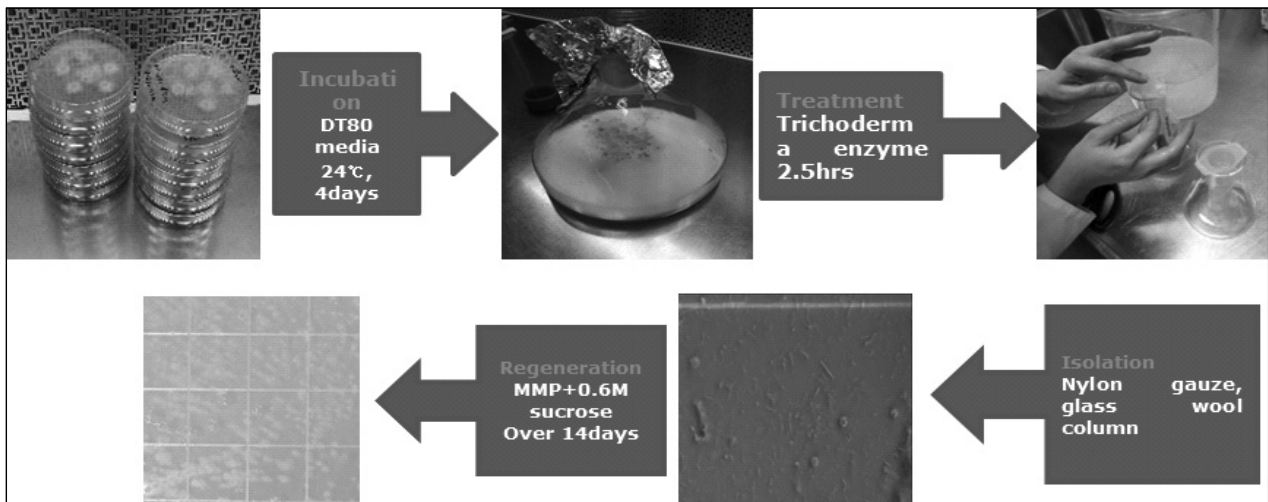
Group	strains	NF	YE	MW	DP	TP	SS	LS	HP	HS	LP	E
A	1011-L	45±6	1133±365	26±10	45±1	27±3	16±1	38±4	3±0	4±0	94±2	28±2
	1011-H	27±13	676±154	27±7	48±2	24±2	18±1	37±3	4±2	5±2	93±1	27±0
	1018-L	13±6	354±86	31±9	43±1	22±3	19±2	34±10	6±0	3±0	90±3	19±6
	1018-H	5±3	232±154	45±5	53±2	25±0	20±0	35±1	4±1	2±0	92	27±2
	1021-L	16±1	621±206	38±9	47±1	25±2	20±3	41±2	5±2	4±0	93±0	24±4
	1057-L	36±5	1042±119	29±6	46±1	24±1	18±1	35±1	4±0	3±1	94±0	20±3
	1057-H	3±1	111±35	33±10	47±1	24±1	18±1	31±1	6±0	4±1	93±0	32±2
	1015-L	39±10	1163±301	30±3	47±2	25±1	18±1	38±3	4±1	6±1	93±1	23±5
B	1015-H	7±5	288±99	51±22	45±1	23±1	19±2	32±3	4±1	5±0	93±0	25±8
	1019-L	32±6	1085±126	34±2	45±1	23±1	17±1	30±2	5±1	4±0	93±1	30±1
	1019-H	2	73.05	37	54	27	19	50	5±0	4±1	93	28
	1042-L	30±6	953±118	32±4	46±1	23±0	20±1	32±0	4±1	4±1	89±5	26±4
	1042-H	13±6	338±56	28±10	42±5	23±1	14±2	44±5	4±0	4±1	92±2	33±7
	1114-L	20±5	768±98	40±4	46±3	23±1	22±2	29±2	6±1	5±1	92±1	18±2
	1114-H	21±8	612±219	30±1	47±1	23±1	18±0	37±6	5±1	5±1	93±2	33±2
	1030-L	27±7	876±284	32±2	47±1	24±2	19±2	33±3	5±0	5±1	89±2	23±4
C	1030-H	9±9	260±200	30±5	48±1	25±1	18±0	34±4	5±0	5±0	93±1	38±5
	1062-L	30±2	1086±114	37±4	44±1	23±1	19±1	34±3	4±1	4±1	93±2	25±5
	1062-H	14±4	521±140	38±3	46±1	24±1	18±1	33±1	6±1	5±1	93±1	38±5
	1087-L	25±10	912±246	38±9	44±1	24±2	17±2	38±2	5±2	4±1	95±0	31±4
	1087-H	6±4	244±158	43±11	45±1	25±3	20±3	36±8	6±1	5±1	92±0	30±4
	1169-L	1	30.12	30	44	26	29	19			87	17
	새아-L	33±6	1089±382	32±6	45±1	26±1	19±1	34±1	4±0	3±0	94±1	24±4
	새아-H	5±5	289±344	55±16	49±0	28±1	23±0	27±2	6±1	5±1	90	37±1
Control A	새정-L	27±11	863±309	33±6	46±5	27±3	19±1	39±16	3±0	3±0	90±9	26±1
	새정-H	2±1	79±24	34±5	48±4	24±4	23±2	26±2	4±1	5±0	93±2	33±4
	새도-L	21±14	826±433	40±5	44±1	25±2	21±3	26±5	4±1	3±1	94±1	20±1
	새도-H	6±2	327±42	63±17	50±0	26±1	21±0	23±1	5±1	5±0	96	36±1
	새연-L	46±24	1227±303	30±8	48±3	25±2	17±1	39±5	4±0	3±1	91±4	26±1
	새연-H	6±7	207±230	39±8	47±1	25±1	20±0	26±1	6±1	6±1	93	46±4
Control B	1349	9±4	309±128	36±7	48±2	24±1	28±3	21±5	5±1	5±1	93±3	33±3
	1151	8±7	267±182	41±15			22	28			92	20±4

<표. 양송이 자실체 생육온도에 따른 수확량 및 특성조사(2차 재배) L: 16℃(양송이 생육적온) H:25℃>

Group	strains	NF	YE	MW	DP	TP	SS	LS	HP	HS	LP	E
A	1011-L	42±10	1102±258	26±2	46±0	24±1	20±2	29±2	4±0	4±0	91±1	39±6
	1011-H	14±8	409±226	30±5	46±1	25±0	20±3	30±4	5±0	4±0	91±1	39±4
	1018-L	8±6	284±130	40±12	49±1	25±2	22±1	33±1	6±0	5±1	90±2	44±1
	1018-H	4±1	64±10	18±1	46±3	20±1	17±2	32±8	6±1	5±1	88±5	37±1
	1021-L	4±0	115±2	29±1	42±4	24±3	23±5	37±9	5±2	4±2	84±4	32±0
	1021-H	9±8	207±154	28±7	45±2	22±2	21±5	36±5	5±1	4±0	87±1	41±4
	1057-L	40±8	1028±154	26±1	44±0	24±2	18±2	30±3	5±1	4±0	89±2	31±2
	1057-H	23±2	575±79	25±2	45±1	23±1	17±2	32±5	5±1	5±1	90±3	32±8
B	1015-L	17±8	554±268	32±3	44±2	24±0	23±6	33±2	6±1	5±0	89±2	32±2
	1015-H	24±19	636±441	29±3	45±0	21±0	19±1	35±4	6±1	5±0	90±0	33±8
	1019-L	23±2	795±64	35±1	46±2	24±1	19±1	33±4	5±0	4±0	91±1	36±3
	1019-H	9±5	213±115	25±1	46±3	22±1	17±2	39±15	5±2	5±0	91±1	43±1
	1042-L	24±4	763±141	32±1	48±3	24±1	17±2	31±10	3±0	3±0	91±0	35±1
	1042-H	11±5	286±82	29±6	46±0	24±1	17±2	34±9	4±0	3±2	90±7	43±0
	1114-L	27±8	974±283	36±3	46±2	24±1	22±1	25±4	5±0	5±1	90±0	31±2
	1114-H	26±10	1092±396	51±40	46±1	23±0	20±1	31±11	5±1	5±0	90±0	43±5
C	1030-L	30±5	871±117	29±3	45±1	24±0	21±0	30±2	6±0	5±0	89±1	32±5
	1030-H	14±4	374±119	28±6	45±0	23±1	16±1	35±8	6±1	5±1	88±1	41±7
	1062-L	22±9	719±290	32±1	47±2	25±2	19±0	31±2	5±0	5±0	92±1	39±10
	1062-H	22±5	619±124	28±1	45±1	24±2	18±2	33±2	6±0	6±0	91±2	41±1
	1087-L	17±11	490±231	31±7	46±1	23±3	24±10	29±6	6±1	4±1	88±5	45±9
	1087-H	25±25	494±379	28±11	47±1	23±1	19±4	35±3	6±2	5±0	92±1	42±1
Control A	새아-L	24±16	1337±166	27±4	46±1	29±5	22±2	27±3	5±1	4±1	70±34	33±0
	새아-H	4±0	268±132	42±2	45±2	26±2	27	25±5	5±1	5±0	91±2	41±1
	새정-L	52±15	483±230	33±1	49	26	20±1	21	4±1	5±1	91	35±1
	새정-H	7±4	416±406	42±1	47	24	23±7	27	6	5	90	42±1
	새도-L	15±6	905±464	42±9	46±0	27±1	20	27±3	5±0	5±0	92±1	35±2
	새도-H	10±10	222±54	55±14	43	24	22	25±5	5±1	6	89	45±4
	새한-L	13±1	339±0	27±2	45±2	25±1	18±1	24±3	6±0	5±1	93±1	34±4
	새한-H	17±1	567±26	34±3	46±1	26±1	22±1	24±5	5±2	5±1	93±2	43±1

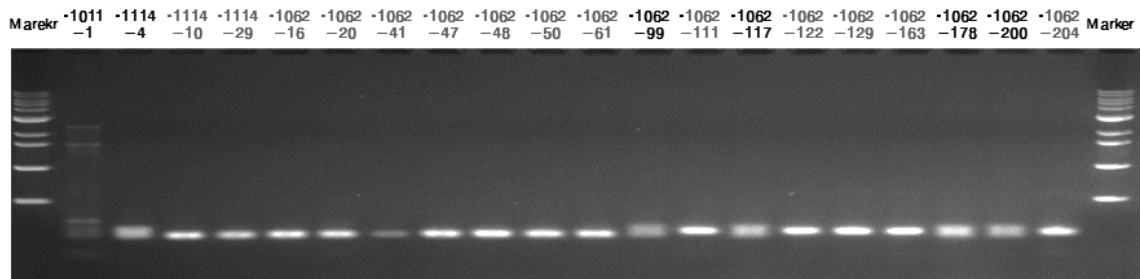


고온성 양송이품종을 육성하기 위한 집단을 육성하고, 유전지도 및 QTL분석을 위한 모본의 유전양식을 정확하게 파악하기 위해 양송이의 A1, A2의 각 교배형을 정확하게 분리하고자 일반 포자분리가 아닌 원형질체분리 및 재생방법을 활용하여 ASI 1011는 1점, ASI 1114는 92점, 1062는 251점이 원형질 재생체가 확보되었다. 원형질체 재생체의 균사체를 배양하여 1차로 균사 생장을 조사하여, 동형핵균주가 균사 배양속도가 대체적으로 느리기에 1차로 균사 배양속도가 느린 균주를 중심으로 선발하였고, 2차로 선발된 균주의 DNA를 추출 후 SSR06 및 SSR45마커를 이용하여 ASI 1011 6점, ASI 1114 2점(ASI 1114-10, 29), ASI 1062 12점(ASI 1062-16, 20, 41, 47, 48, 50, 51, 111, 122, 129, 163, 204)을 선발하였다. Di-mono 교잡을 위해 이형핵균주인 '새도'품종에 ASI 1062의 동형핵균주를 교잡하여 동형핵균주 여부를 재확인코자 하였으나, 균총만으로 교잡확인이 어려워 중복대에 분석을 의뢰하였다. 동형핵균주 모본선발이 생각보다 늦어져, 모균주 ASI 1011은 ASI 1011-1. 2. 3. 4. 5. 6번과 모균주 ASI 1114는 ASI 1114-1,2와 모균주 ASI 1062는 우선 1062-48, 50, 122, 204와 교잡을 하여 교잡유무확인을 위해 재배를 진행하였다.

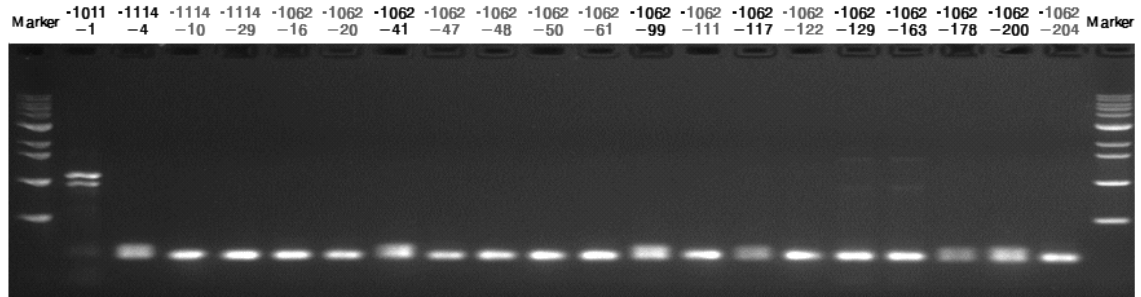


<그림. 원형질체 분리 및 재생방법 과정>

### SSR06



### SSR45



<그림. SSR06 및 SSR45마커를 이용한 동형핵균주 선발>

모균주	1011					
동형핵균주	1011-1	1011-2	1011-3	1011-4	1011-5	1011-6
1011-1						
1011-2						
1011-3						
1011-4						
1011-5						
1011-6						

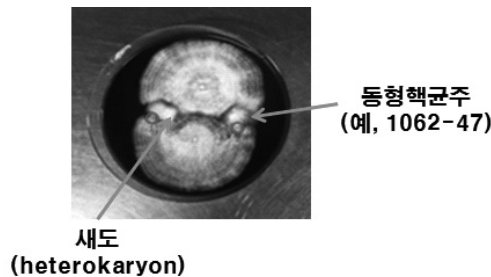
<그림. ASI 1011 균주의 교차교잡으로 모본 선발>

모균주	1114	
동형핵균주	1114-1	1114-2
1114-1		
1114-2		

<그림. ASI 1114 균주의 교차교잡으로 모본 선발>

모균주	1062									
동형핵균주	1062-47	1062-48	1062-50	1062-61	1062-111	1062-117	1062-178	1062-122	1062-200	1062-204
1062-47										
1062-48	x									
1062-50	x	o								
1062-61	x	x	x							
1062-111	o	x	o	x						
1062-117	o	x	x	x	o					
1062-178	x	o	o	x	-	o				
1062-122	o	o	o	x	-	o	-			
1062-200	o	x	o	x	x	o	x	x		
1062-204	o	o	o	o	-	o	-	-	x	

<그림. ASI 1062 균주의 교차교잡으로 모본 선발>

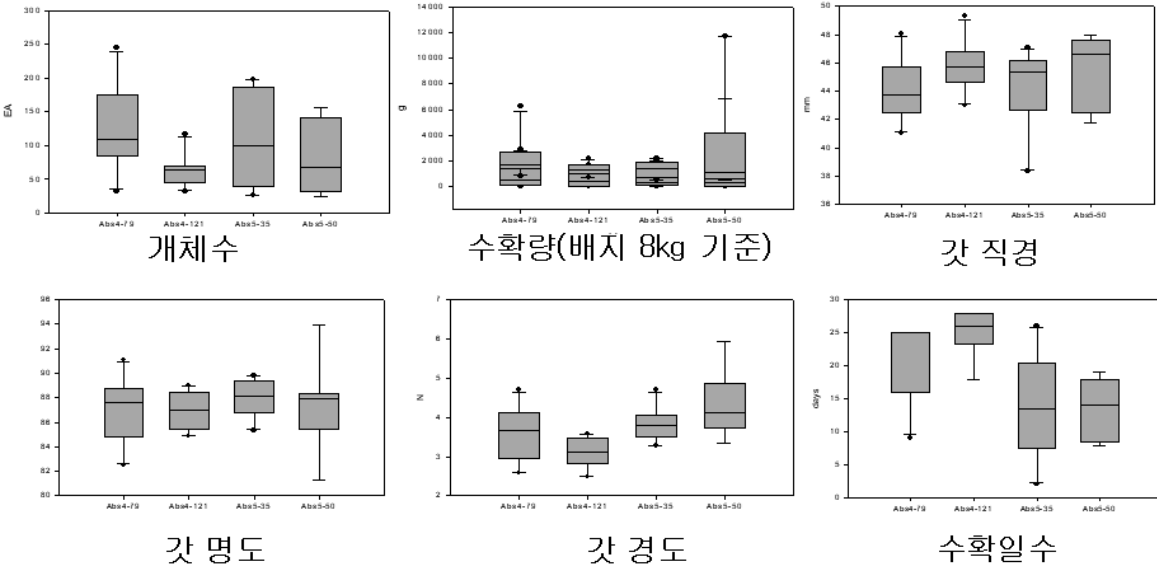


<그림. di-mono 교잡으로 동형핵균주 재확인>

고온성 형질의 유전분석을 위한 집단구축 이외에 품종육성을 위해 동일 모균주를 가지고 계통을 육성하였으며, 교잡주 238점을 1반복으로 30계통을 1차 선발하고, 2차 재배에서는 5반복으로 Abs4-79(1062-112x s1038-211), 121(1062-235x s1346-110), Abs5-35(1114-439x s1346-26), 37(1114-445x s1038-211), 50(1114-462x s1346-110) 5계통을 선발하여 현재 3차 재배를 10반복으로 진행하였다. 3차재배에서 선발된 Abs4-79(1062-112x s1038-211), 121(1062-235x s1346-110), Abs5-35(1114-439x s1346-26), 37(1114-445x s1038-211), 50(1114-462x s1346-110)을 10반복으로 재배하여 최종적으로 4계통, Abs4-79(1062-112x s1038-211), 121(1062-235x s1346-110), 37(1114-445x s1038-211), 50(1114-462x s1346-110)을 4차재배에서 20반복으로 재배하였다. 전체적으로 봤을 때 Abs4-79, 5-35은 다발성계통이며 Abs4-79와 Abs5-50은 다수확계통, 그리고 Abs5-35, 50이 짧은 시간에 많은 버섯을 수확할 수 있었다. 개체수, 수확량, 갓직경, 갓명도, 갓경도, 수확일수를 봤을 때 변이가 가장 적은 적고 안정성있는 계통은 Abs4-121이어서, 최종적으로 다수확인 Abs5-50와 안정적인 Abs4-121 2계통을 선발하였다.

<표. 3차재배 우량계통 5계통 특성평가>

군주번호	개체중(g)	개체수(EA)	수확량(g)	갓				대		경도			초발이일수	수확일수
				직경	두께	굵기	길이	L	L	갓	대	갓		
1011(2)	8.3±0.7	219±14.1	1823.1±275.1	41.4±4.5	13.2±1.3	12.1±0.7	38.6±8	81.7±2.2	69.9±0.1	2.7±0.1	3±0.2	23	8.5±0.7	
1062(2)	11.6±1.2	160.5±14.8	1864±362	47.5±5.8	18.1±1.8	15.5±0.6	35±0.3	88.1±0.2	81±2.2	3.8±0.2	4±0	23	22±5.7	
1114(1)	142	12.981479	1843.37	46.0458	18.2692	14.81808	35.3846	87.6108	77.91769	3.0432	3.7948	23	12	
1038(3)	17.6±5.4	88.7±72.2	1305.6±576.5	44.7±1.5	17.8±4.3	18.4±7.1	34.7±1.7	90.1±2.4	71.5±12.4	2.9±1.1	3.4±0.7	23	17.3±8.6	
1346(3)	23.6±4.5	51.7±22	1198.7±450.4	44.6±1.4	19.5±0.8	18.5±0.4	27.9±1.7	87.3±0.5	74.6±1.6	3.2±0.2	3.5±0.2	23	27±1	
4-121(10)	21.5±2.4	63.1±23.4	1345.1±458	47.6±7.1	19.7±1.6	18.6±1.7	30.7±1.9	87±1.5	75.5±2.6	3.1±0.4	3.3±0.2	23.3±0.9	25±3.8	
4-79(10)	19.6±12.2	127.8±63.7	2263.9±1526.5	44.2±2.2	18±3.1	15.4±1.3	33±2.4	86.9±2.6	77.8±4.8	3.6±0.7	3.7±0.6	23.0±0.0	20.7±5.9	
5-35(10)	14.6±3.7	106.7±67.7	1342.7±618.2	44.2±3	20.2±3.8	14.9±1.8	31.4±2.3	87.9±1.6	76.6±3.9	3.8±0.4	3.9±0.4	25.4±1.3	14±8.3	
5-37(9)	17.9±4.3	55.9±45.4	993.2±886.4	44.5±4	20.9±1.8	21.6±17.3	31.3±4.4	88.4±4.8	80.9±4.2	4.3±0.7	4.3±0.5	23.3±0.9	17.6±8.4	
5-50(9)	27.9±22.4	85.2±53.2	2836.6±3786.5	45.2±2.7	18.8±2.3	16.6±1.8	30.9±3.1	87.3±3.4	80.7±5.1	4.3±0.8	3.9±0.5	24.0±1.5	13.2±4.7	
하이(5)	25.1±13.4	8.2±6.9	257.9±204.8	49.7±3.6	21.4±2.6	24.2±6.1	23.4±3.3	85.6±4.7	82±4.5	5.7±1.7	5.5±1.4	23.0±0.0	3.4±3.4	
새도(1)	18.9	47.0	887.2	41.4	20.5	19.5	23.1	87.6	79.0	3.8	3.4	23.0±0.0	27	





<그림. 3차 선발된 4계통의 개체수, 수확량, 갓직경, 갓명도, 갓경도, 수확일수 상자그림>

<표. 4차재배 우량계통 4계통 특성평가>

군주 번호	개체수 (EA)	수확량 (g)	갓		대		색도 (갓)		색도 (대)		경도		첫 수확 소요일수
			직경	두께	굵기	길이	L(명도)	L(명도)	갓(N)	대(N)			
1038(3)	61.33±48.68	1350.3±542.96	45.25±1.65	23.18±0.88	18.03±0.53	33.66±4.62	87.5±3.43	76.08±8.2	3.36±0.75	3.18±0.26	33.67±3.79		
1062(5)	40.2±21.42	1092±480.68	45.96±2.16	22.97±0.95	18.54±1.3	34.48±4.29	89.07±1.41	80.17±2.52	4.2±0.5	3.99±0.6	36.2±5.22		
1114(4)	48±14.58	1543.76±592.42	48.25±0.55	24.16±0.44	19.64±1.6	36.12±3.33	87.96±0	79.44±0	4.2±0	4.02±0	38.25±4.57		
4-121(14)	16.5±8.24	558.02±250.17	46.89±2.15	24.59±1.88	19.63±1.1	29.6±2.54	89.45±1.59	79.43±2.81	3.21±0.95	3.86±0.65	36.5±5.39		
4-79(18)	38.83±16.6	1638.17±1587.76	47.35±1.92	23.33±1.59	20.24±4.44	36.37±8.4	88.29±1.09	78.29±4.36	4.2±0.41	3.94±0.68	34.56±4.5		
5-35(18)	41.5±18.35	1060.19±528.07	47.21±5.22	22.94±1.13	18.65±1.99	35.54±3.87	87.87±3.39	89.05±41.34	4.48±0.79	3.94±0.47	34.83±2.96		
5-50(13)	42±23.34	1478.02±764.24	48.18±2.2	22.52±1	24.37±27.29	34.69±4.75	87.56±1.62	80.64±4.28	5.19±1.01	3.65±0.49	36.64±4.57		
새도(15)	18.4±9.42	548.29±247.37	47.41±2.45	23.74±0.97	19.74±1.31	26.67±3.85	90.44±1	79.2±4.07	3.12±0.64	3.51±0.47	29.93±3.49		
하이(4)	31.25±8.34	658.89±189.42	44.87±1.07	20.04±0.74	20.01±0.36	18.81±2.46	88.4±1.12	77.42±3.25	5.73±0.38	7.06±1.06	39.75±1.5		
1346(3)	17.33±10.97	564.62±210.25	48.08±2.15	22.82±0.33	20.16±0.54	29.63±0.56	90.28±1.14	80.41±0.81	3.4±0.43	4.2±0.24	32.67±1.53		

최종 우량계통의 현장실증을 위해 2019년 5월 10일(금) 1세부의 위탁과제를 맡고 있는 한마음영농조합법인에서 특성을 설명하는 자리를 마련하였다. 실증농업인은 총 5명으로 경주농가 1, 부여농가 4명에게 우량계통의 특성과 실증시 유의사항 등에 대해 설명하였다. 실증시기는 고온기 7-8월로 진행하였는데, 'Abs4-121'는 생장이 늦고 발생량이 다소 적지만, 개열이 적고 형태도 좋으며 손 자국이 덜하며, 'Abs5-50'는 수확이 Abs4-121에 비해 2주 정도 빠르고, 수확량이 많지만, 대 자른 부분이 여름양송이처럼 빨갱게 변하여 시장가격이 좋지 못하다는 평가를 들었다. 또한 고온성 품종 재배시 발이상태에서 버섯 갓과 대가 형성 될 때까지는 16±2℃까지 온도를 내리다가, 수확할 때까지 1℃씩 올리면서 버섯을 성장시키는 방법이 적절할 것 같다는 의견을 들었다.

버섯 발생 사진	특성
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 버섯의 갓이 크고, 두꺼우며 고온에서도 갓 퍼짐이 늦음</li> <li>○ 발생량은 1,345(g/상자, 2주기) 대조구에 비해 적지만, 모양이 예쁜 고품질 버섯임</li> <li>○ 반복간의 변이가 적고 안정성있는 계통임</li> </ul>
Abs4-121	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 다발성이며 다수확 계통으로 수확량은 2,836(g/상자) 짧은 시간(13일)에 많은 양의 버섯을 수확할 수 있음</li> <li>○ 고수량으로 가공용 품종으로 적합</li> <li>○ 고온에서 버섯 갓이 잘 퍼짐</li> </ul>
Abs5-50	

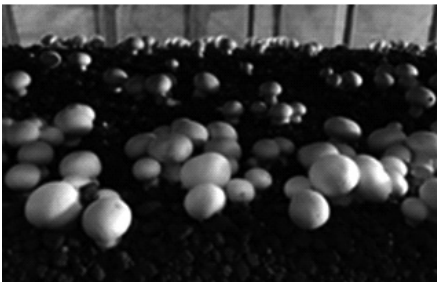
<그림. 최종 선정된 우량계통 설명>



<그림. 계통 특성 설명>



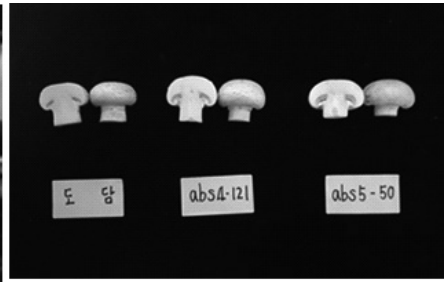
<그림. 실증 농가 전경>



<Abs4-121>



<Abs5-50>



<계통별 자실체 사진>

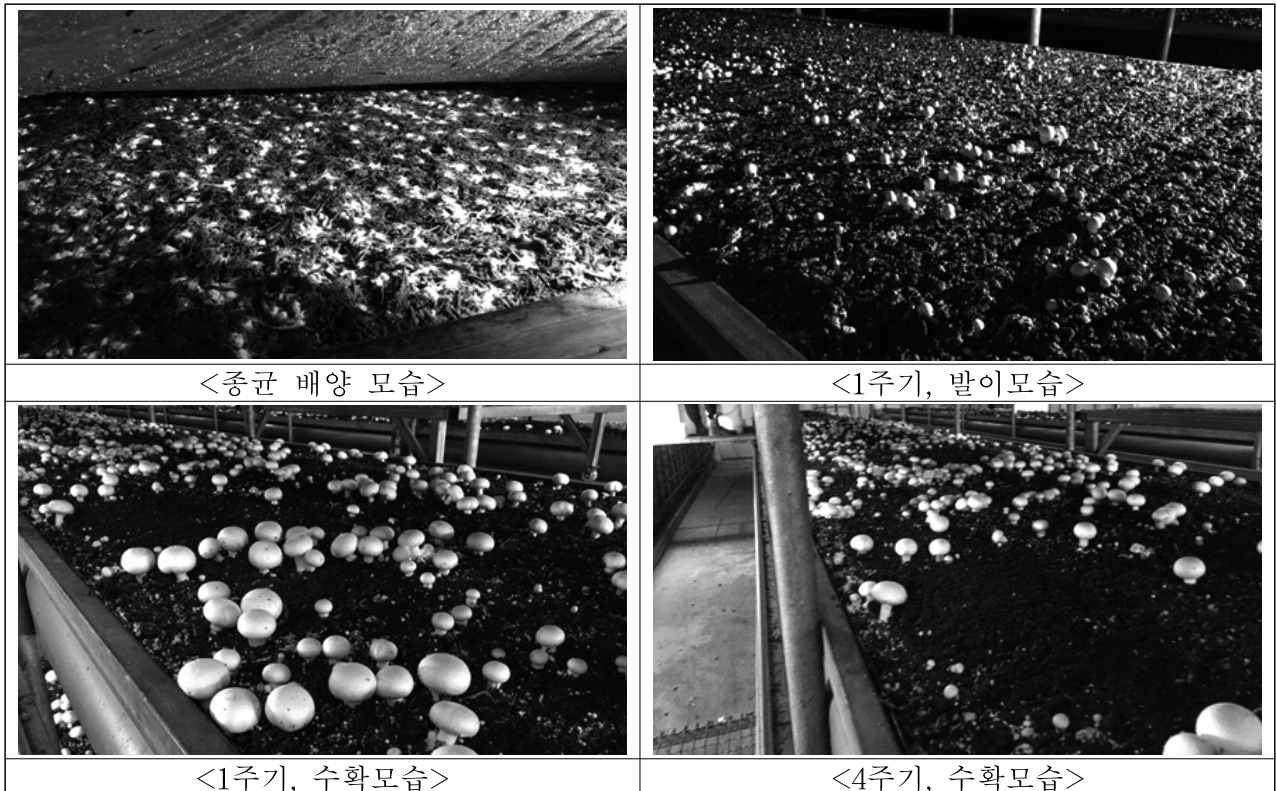
<그림. 농가 실증 사진>

2020년 6월 3일 작년과 같이 품종으로 육성된 ‘하담’의 고온기 실증을 위한 설명회를 6월 3일(수)에 1세부의 위탁과제를 맡고 있는 한마음영농조합법인에서 진행하였다. 이번에는 부여지역 5개 농가로서 현재 ‘도담’ 품종을 재배하는 농가였다. 이번에는 1차 실증을 보완하기 위해 농가와 실증방법을 논의하여 진행하였다. 실증결과는 균 배양은 ‘도담’보다 길고 빠르게 진행되었으며, 버섯 발생은 고온재배시 20℃이하가 적정하였으며, 일반 재배온도(16±2℃) 재배시 ‘도담’보다 다수확으로 재배되며, 단단하지만, 색은 ‘도담’보다 밝지 않다는 평가가 있었으며, ‘하담’은 다른 국산품종보다 기형없이 버섯 형태가 균일하게 발생된다는 평가를 받았다.



<그림. ‘하담’품종 실증을 위한 설명회>

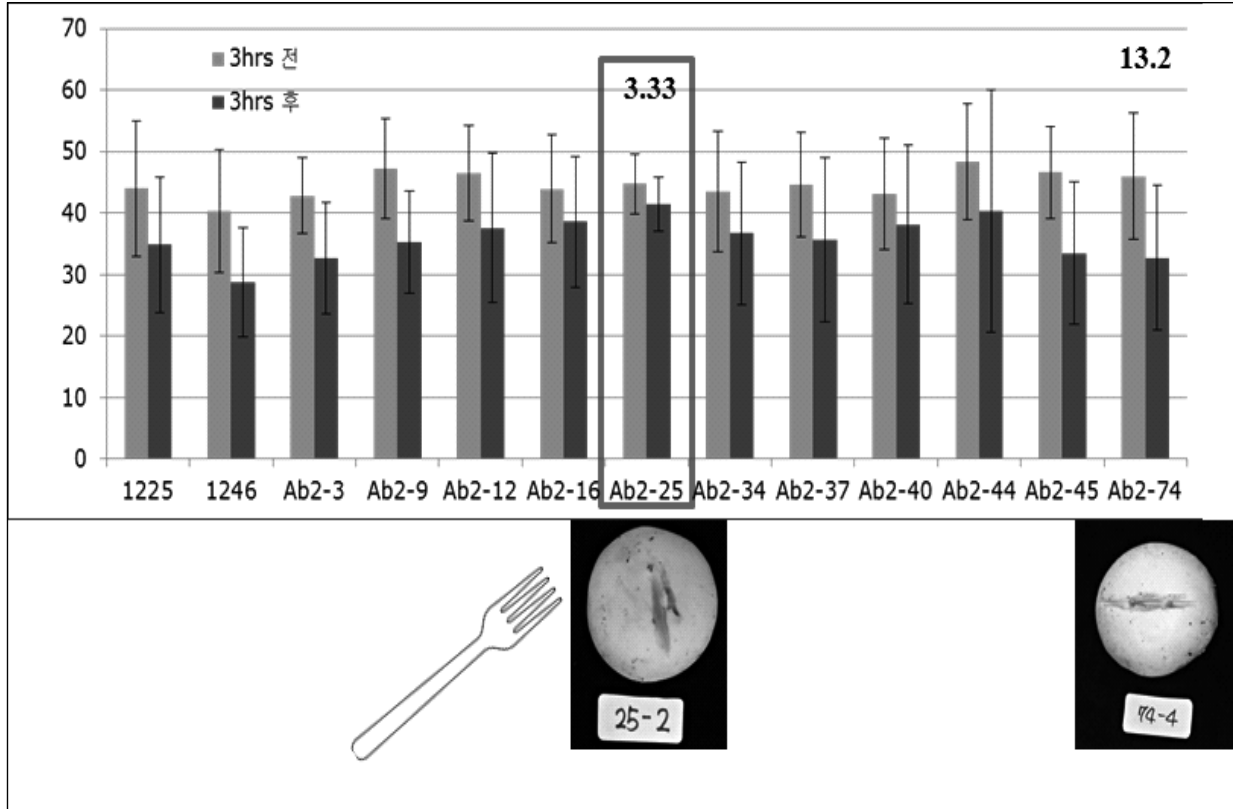
‘하담’이 고온성 품종으로 알려져 일부에서는 여름버섯으로 알고 있어 춘추기 보급이 어려워 전략을 수정하여 광온성 품종으로 보급을 하기로 하였다. 2020년 6월 3일 작년과 같이 품종으로 육성된 ‘하담’의 고온기 실증을 위한 설명회를 6월 3일(수)에 1세부의 위탁과제를 맡고 있는 한마음영농조합법인에서 진행하였다. 이에 따라 부여지역에서 정보 확산이 잘되는 농가를 대상으로 실증을 하였는데, A농가의 경우는 생육온도 16℃로 수량을 44kg/평 확보하였으며, 이 농가의 경우는 ‘람버트 901’ 외국품종을 사용하였지만, 현재 ‘하담’ 등 국산품종만 재배하는 중이다. 또한 B농가의 경우 외국품종보다 버섯 발생이 쉬우며 수량이 많다고 평가하였다.



<그림. ‘하담’품종 A농가 농가실증 모습>

□ 갈변저항성 품종 개발

갈변저항성 형질을 파악하기 위해 포크로 외부 자극을 처리하고 백색도(whiteness index, L(명도)-3Xb(황색도))를 3시간 간격으로 측정하였으며, 이를 확인하기 위해 우수 교잡주 Abs-2016 11점과 모균주인 ASI 1225, 1246를 대조로 예비 실험을 진행하였다. ‘Abs2-2016-25’ 균주가 처리전과 처리 후가 백색도 차이가 3.33으로 가장 적게 차이가 났다.



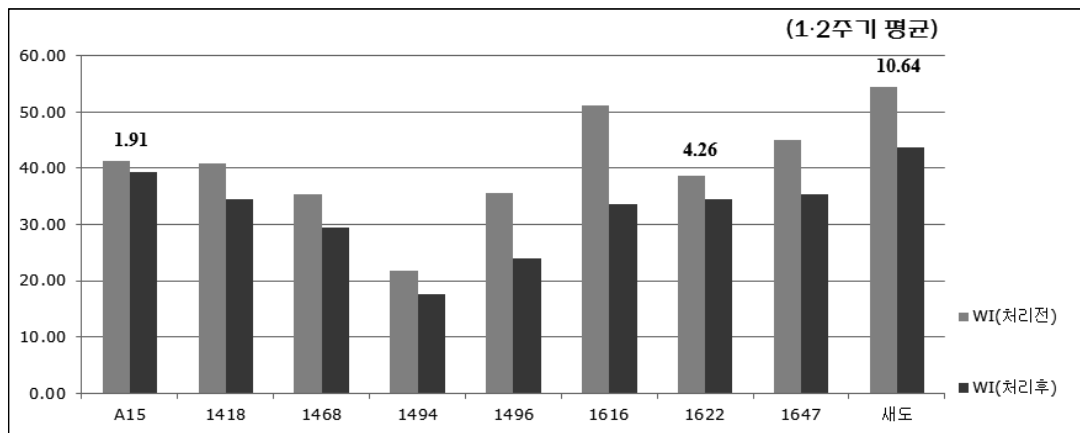
<그림. 포크의 자극 처리 후 3시간 후 백색도 변화>

네덜란드에서 도입한 야생균주 200여점을 균사 배양 상태를 파악하여 최종적으로 157점을 선발한 후 재배 후 예비 시험방법을 토대로 처리 후 3시간 이후 백색도를 측정하여 최종적으로 백색도 차이가 적은 ASI 1622를 최종 선발하였다. 이때 A15(외국품종)은 갈변 처리 후 1.91/새도 (국산품종)은 갈변처리 후 10.64였다. ASI 1622는 수확량 및 형태적 특성은 ‘A15’와 ‘새도’에 비해 갯의 두께와 대의 굵기, 대의 명도, 갯과 대의 경도가 높은 것으로 나왔으며, 수확량은 대체적으로 적었지만, 이를 모균주로 활용하여 다수확 품종과 교잡하여 이를 극복하고자 하였다. ASI 1622에서 수집한 단포자 500개중 ISSR14마커를 활용하여 PCR한 결과를 자동전기영동장치로 확인한 결과 밴드가 이핵균주에 비해 밴드 수가 적은 것으로 나타나며 동핵균주는 16.8%로 84점 선발하였다. 선발한 동핵균주와 상업균주 A15의 원형질체 재생균주 A15-p1과 A15-p2를 교잡하여 교잡주를 168점 육성하였다.



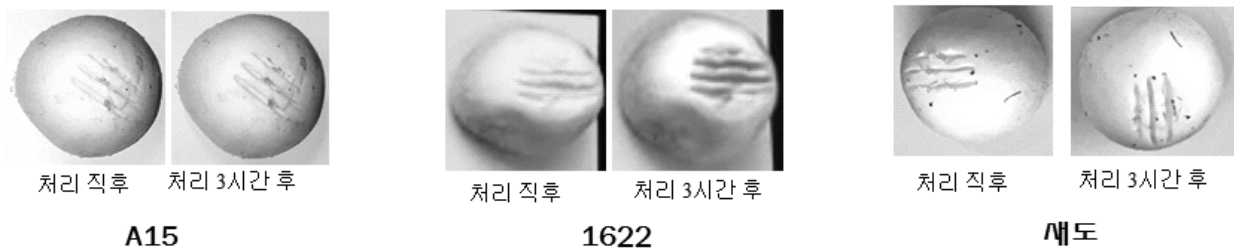
<표. 수집된 유전자원 중 최종 재배한 157점>

순번	ASI	균주명	생장확인(%)		균사 상태	비고	오염
			6월 15일	7월 3일			
1	1415	A15	60~70%	100%	보통	MES 03793	
2	1416	U1	60~70%	100%	보통	MES 14686	
3	1417	Somycel 53	60~70%	100%	보통	MES 03878	
4	1418	Sinden A61	80~90%	100%	보통	MES 03803	
5	1419	Somyce 856	80~90%	100%	보통	MES 04018	
6	1420	Darlington 735	60~70%	100%	보통	MES 03816	
7	1422	Le lion C9	80~90%	100%	보통	MES 04026	
8	1423	bisp001	80~90%	100%	보통		
9	1424	bisp002	80~90%	100%	보통		
10	1425	bisp003	60~70%	100%	보통		
...							
20	1440	bisp018	80~90%	100%	보통		
21	1441	bisp019	80~90%	100%	보통		
22	1442	bisp020	50%이하	100%	보통		
23	1444	bisp022	50%이하	70%	보통		
24	1445	bisp023	60~70%	100%	보통		
25	1446	bisp026	60~70%	100%	보통		
26	1447	bisp027	60~70%	100%	보통		
27	1448	bisp028	80~90%	100%	보통		
28	1449	bisp029	80~90%	100%	보통		
29	1450	bisp030	60~70%	100%	보통		
30	1451	bisp031	80~90%	100%	보통		
31	1452	bisp032	60~70%	100%	보통		
32	1453	bisp033	60~70%	100%	보통		
33	1454	bisp034	80~90%	100%	보통		
34	1455	bisp035	80~90%	100%	보통		
...							
157		새도					

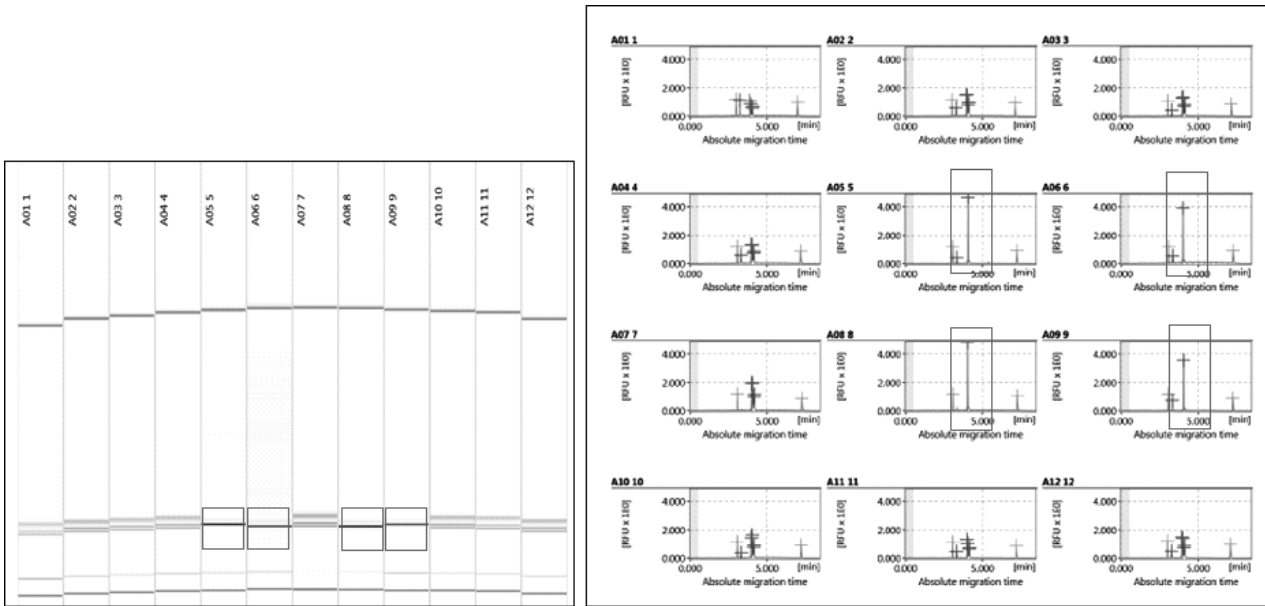


<그림. 갈변저항성 우수 자원 선발을 위한 처리 후 3시간동안 백색도 차이>

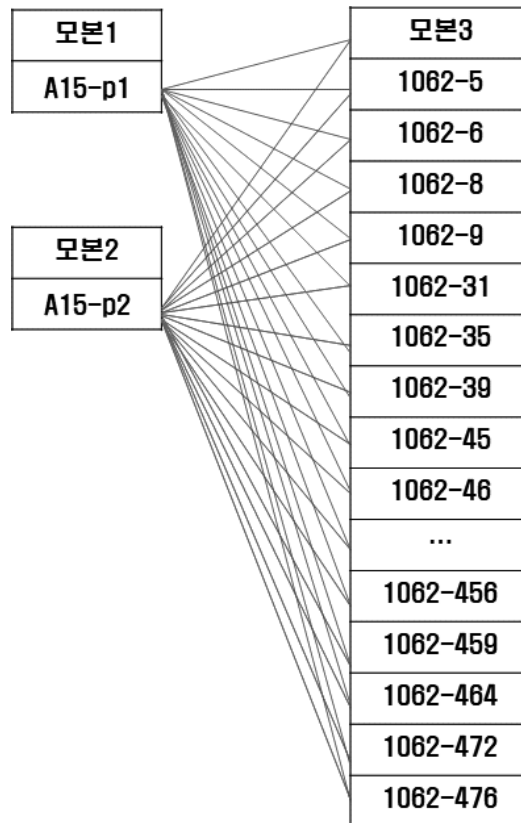
균주번호	개체수	수확량	갓		대		갓		대		갓		대	
			직경	두께	굵기	길이	L	a	b	L	a	b	경도	경도
A15	115.0	1979.8	43.9	24.7	15.2	29.4	92.4	0.3	8.6	78.7	1.1	12.0	3.6	3.7
1622	76.0	1053.3	42.9	26.8	16.8	25.5	89.3	0.9	11.2	79.8	2.6	14.2	3.5	3.9
새도	288.0	14856.5	44.5	25.5	16.9	25.9	91.9	0.1	8.4	76.9	1.2	13.4	3.4	3.7



<그림. 갈변저항성 균주의 수확량 및 자실체 형태적 특성 조사 \*대조: 'A15', '새도' 품종>



<그림. ISSR마커를 이용한 ASI 1622 단포자의 동형핵군주 선발>



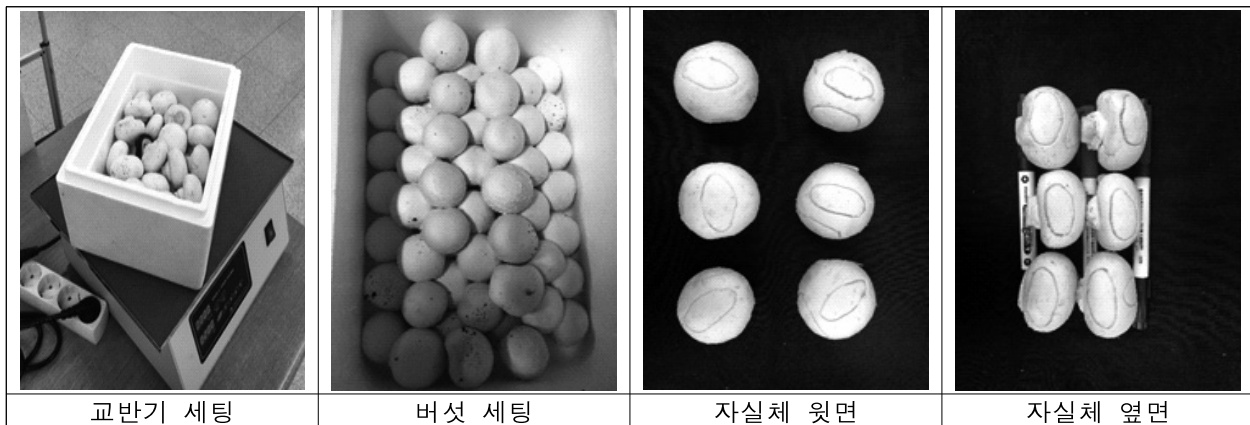
<그림. ASI 1622의 동형핵군주와 상업군주(A15) 교잡주 육성>

갈변저항성 우량계통 선발을 위해 교반기 특성평가를 구축하였다. 교반기 150~300rpm 처리 3시간(국내 평균 버섯 유통시간) 후 윗면과 옆면 모두 WI(L-3b)을 측정 한 결과 교반기 150rpm이 옆면만 갈변을 유도하는 결과를 보여주었다.

<표. 교반기를 활용한 갈변저항성 특성 평가>

윗면(백색도, WI(L-3b))							
150rpm		200rpm		250rpm		300rpm	
전	후	전	후	전	후	전	후
38.2±4	23±7.3	35.5±3.2	32.8±5	36.1±2.9	-23.5±13	30.4±6.3	-7.7±8.7
윗면(백색도, WI(L-3b))							
150rpm		200rpm		250rpm		300rpm	
전	후	전	후	전	후	전	후
40.7±5.5	40.2±3.9	43.4±2.9	33.2±8.6	38.5±1.3	-29.7±4	37.2±1.9	-13.5±3.5

\* 교반시 접촉이 되는 측면과 접촉이 없는 윗면을 구분하여 갈변화 측정



<그림. 교반기를 활용한 갈변 유도 장치(좌), 150rpm 교반으로 갈변 유도된 버섯(우)>

갈변저항성 우량계통 선발을 위해 또한 갈변 유도장치를 제작하여, 특허출원 (10-2019-0158914) 하였다. 다양한 크기의 버섯이 활용되도록 버섯의 크기별(상, 중, 하)로 버섯의 갓과 대의 직경을 달리하여 제작하였으며, 거치판의 최소화를 위해 갓의 5mm 대의 길이는 20mm 로 고정하고, 거치판 활용이 편리하도록 좌우가 안쪽으로 들어가 손잡이 역할을 하였다.

<표. 버섯의 등급에 따른 크기>

버섯크기	상	중	하
갓 직경	50	45	40
대 직경	25	21	18

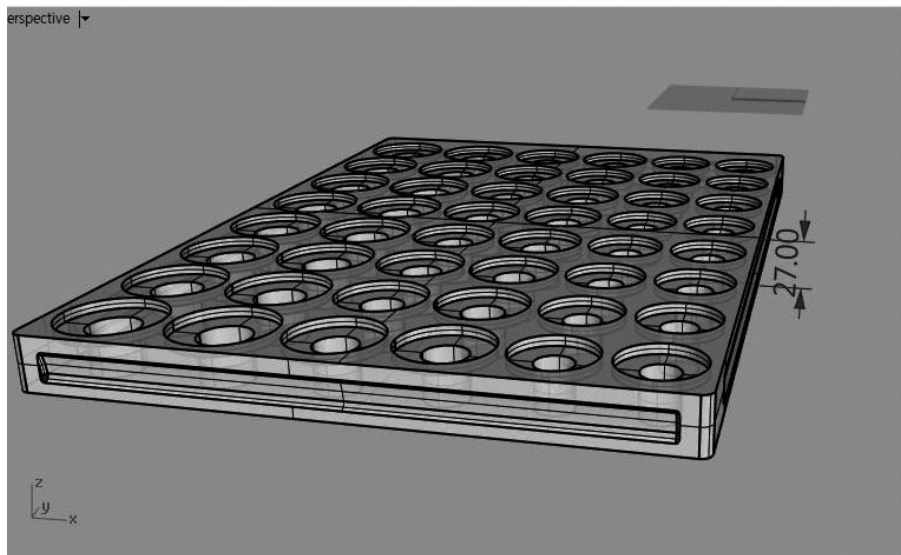
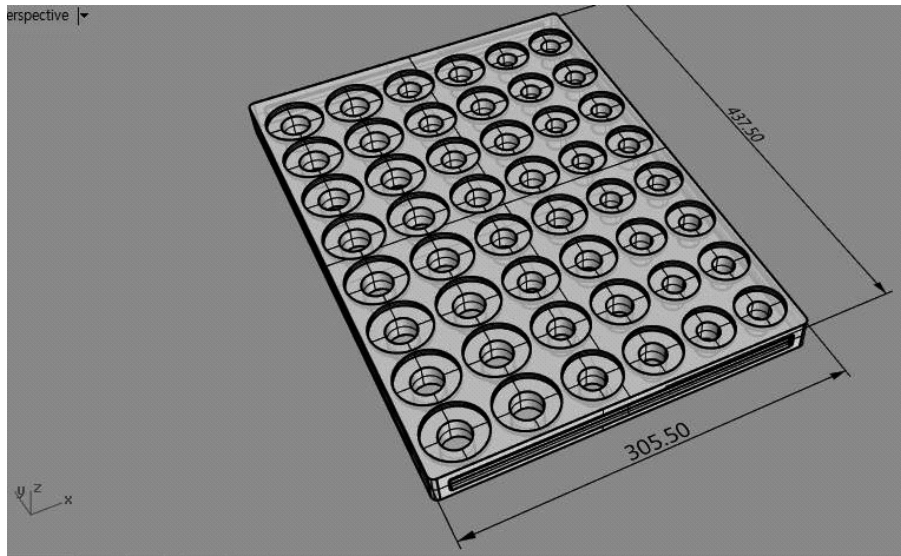


그림. 거치판의 측면, 손잡이 있음

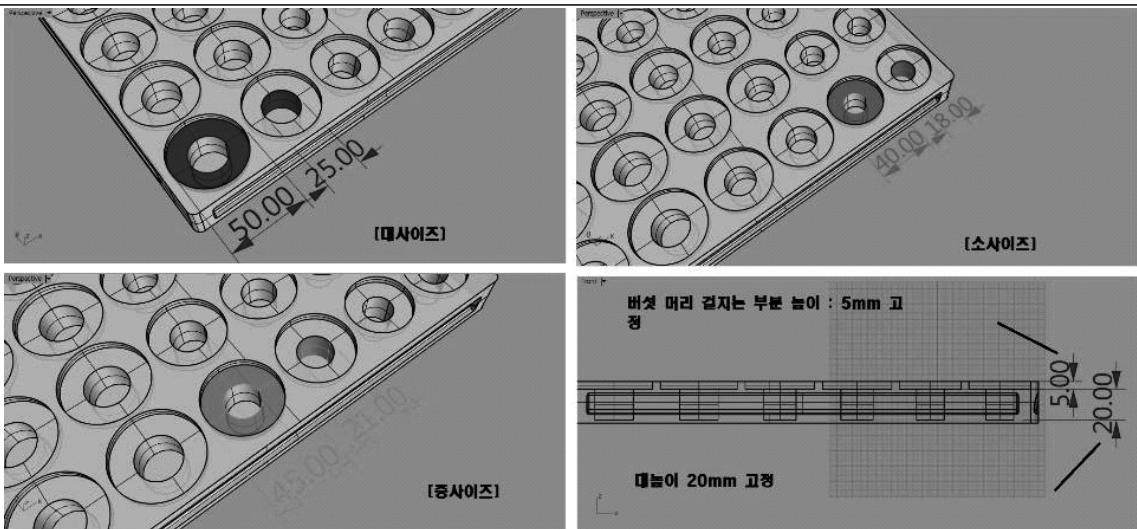
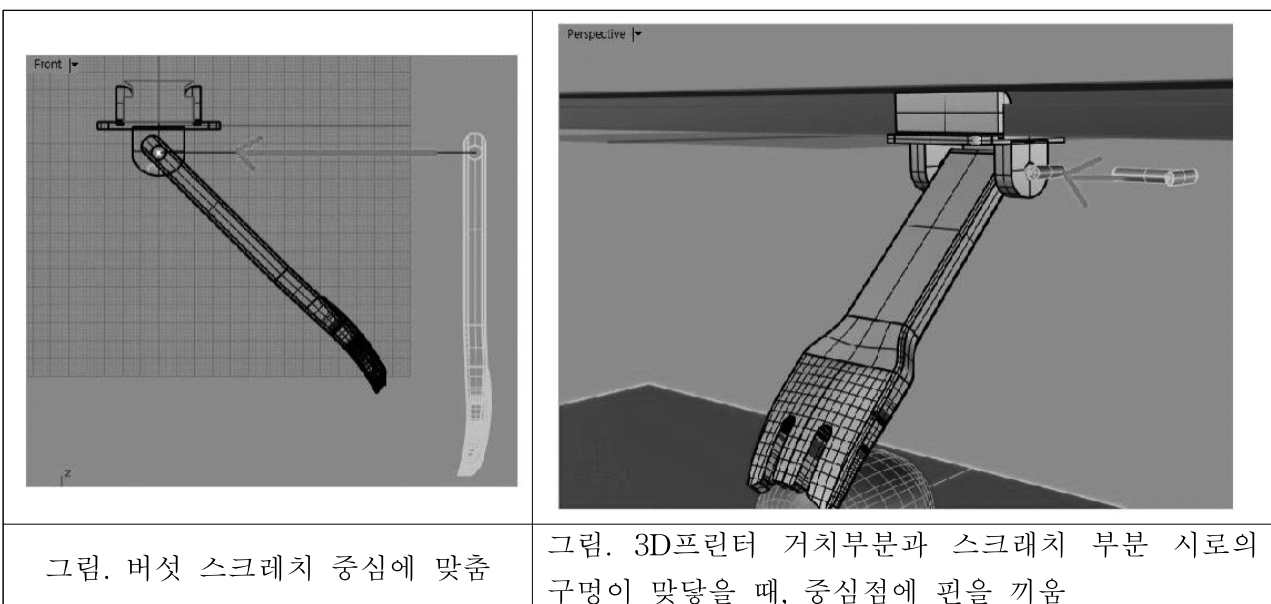
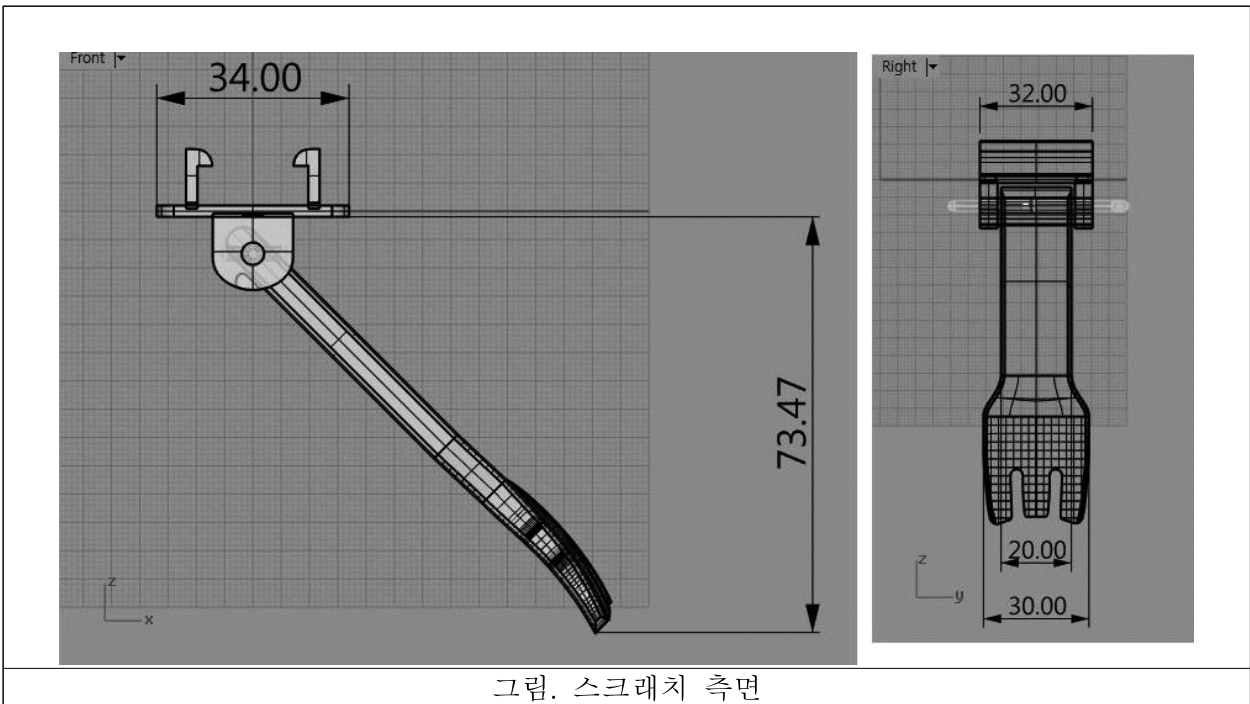
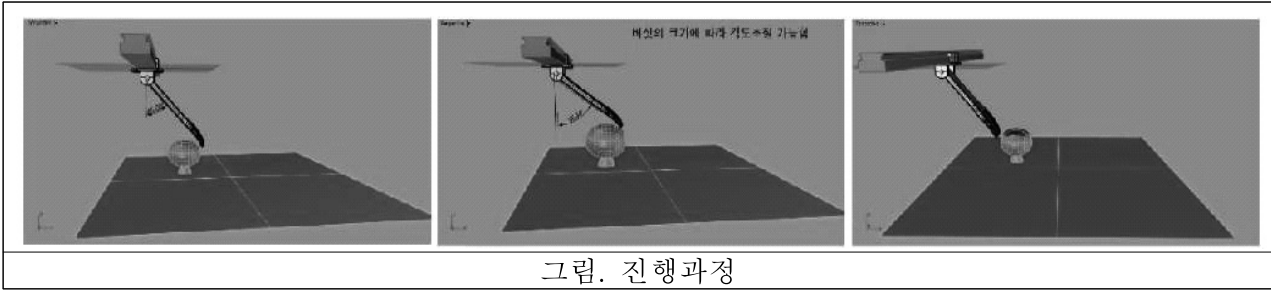


그림. 버섯크기별 거치판 크기

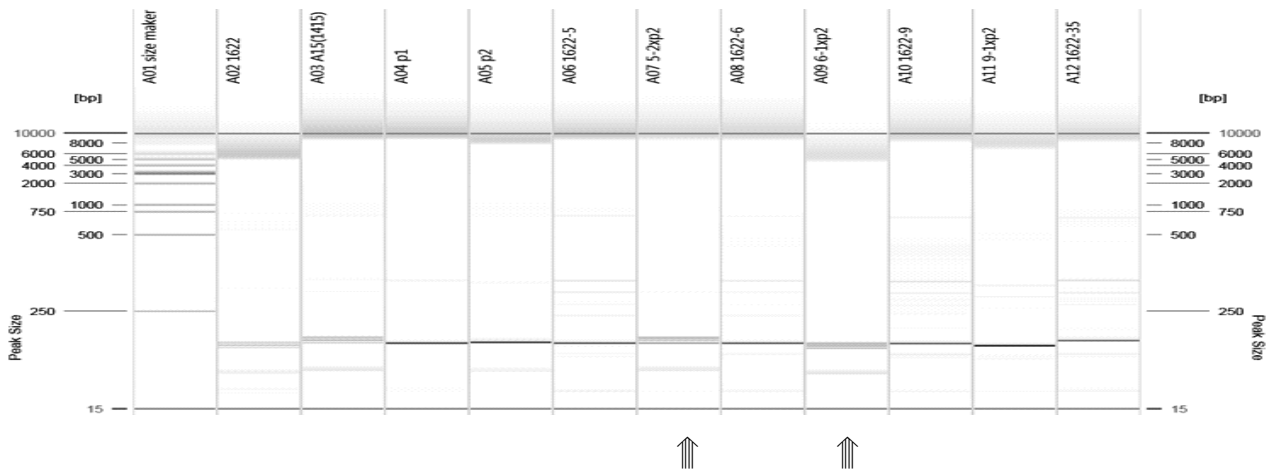
버섯의 갓에 스크래치는 탄성이 있는 플라스틱의 포크의 형태로 제작하였으며, 버섯에 스쳐 지나가도록 포크가 약 45°에서 90°사이로 이동이 가능하도록 하고, 자극을 위해 이외의 움직임을 최소화하기 위해 핀으로 고정하였다. 스크래치가 버섯에 스쳐 지나가도록 작동하기 위해 3D프린터)를 이용하였다. 거치판에 버섯의 갓이나 대를 거치하고, 프린터가 출력되는 위치에 스크래치를 설치하여, 버섯의 크기에 따라 스크래치 위치[X(상), Y(하)]만 조절하고 수작으로 밀어 스크래치가 버섯을 스쳐 지나가 물리적 자극을 주었고, 거치판에 버섯의 갓이나 대를 거치하고, 프린터가 출력되는 위치에 스크래치를 설치하여, 버섯의 크기에 따라 스크래치 위치[X(상), Y(하)]와 속도(S)를 조절함으로써 스크래치가 버섯을 스쳐 지나가 물리적 자극을 주었다.



1) 정확하고, 재현성 있는 왕복을 위해 주변에서 쉽게 활용 할 수 있는 3D프린터를 적용함



2019년에 육성한 168점을 SSR마커 SSR4 분석하여 총 27점이 교잡된 것을 확인하였다. 4~5월 봄재배(16℃, 85%)로 수량성이 높고 형태가 우수한 것으로 Abs6-1, 9, 16, 23, 44, 46, 65 총 7점을 선발하였고, 9~10월 가을재배(16℃, 85%)로 2점(Abs6-16, 46)을 선발하였다. 선발한 계통 ‘Abs6-16’은 수확 후 명도가 90보다 높고, 수확 후 백색도(WI)가 60보다 높았으며, 갈변처리 후 3시간이 지나서는 명도는 78, 백색도는 30보다 높았다. ‘Abs6-46’은 수확 후 명도는 90보다 높았고, 수확 후 백색도(WI)는 60보다 높았으며, 갈변처리 후 3시간이 지나고 명도는 78 백색도(WI)는 30보다 높았다. 특히 이 계통이 수량성 높았다.



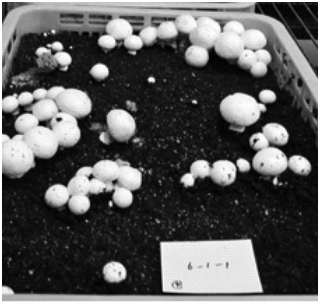
<그림. SSR4마커 교잡확인> \* 교잡이 확인된 균주↑로 표기

<표. ASI 1622의 동형핵균주와 상업균주(A15) 마커로 최종 교잡이 확인된 27계통>

NO.	ASI 1622 동핵균주		A15 동핵균주	NO.	ASI 1622 동핵균주		A15 동핵균주
Abs6-1	1662-5-2	×	p2	Abs6-47	1662-313-1	×	p2
Abs6-2	1662-6-1	×	p2	Abs6-48	1662-316-1	×	p1
Abs6-8	1662-54-1	×	p1	Abs6-53	1662-358-1	×	p1
Abs6-9	1662-55-2	×	p1	Abs6-55	1662-368-1	×	p1
Abs6-16	1662-104-1	×	p2	Abs6-56	1662-380-1	×	p1
Abs6-17	1662-108-2	×	p2	Abs6-57	1662-380-2	×	p2
Abs6-20	1662-137-2	×	p1	Abs6-58	1662-397-1	×	p2
Abs6-22	1662-155-1	×	p1	Abs6-62	1662-419-1	×	p1
Abs6-23	1662-155-2	×	p2	Abs6-65	1662-432-1	×	p2
Abs6-28	1662-193-1	×	p2	Abs6-66	1662-441-1	×	p1
Abs6-33	1662-222-1	×	p1	Abs6-69	1662-445-1	×	p1
Abs6-35	1662-224-1	×	p1	Abs6-74	1662-464-1	×	p2
Abs6-44	1662-269-1	×	p2	Abs6-75	1662-472-1	×	p2
Abs6-46	1662-313-1	×	p1				

<표. 계통들의 일반 특성, 수량·버섯형태, 갯색, 경도, 발이일수, 수확일수>

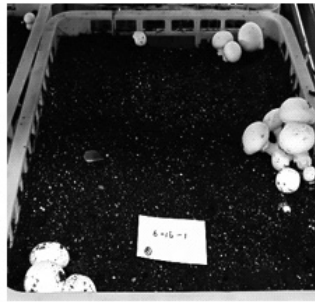
균주 번호 (반복)	발이 일수	수확 일	개체 수 (EA)	수량 (g)	갯(mm)		대(mm)		색도(명도)		경도	
					직경	두께	굵기	길이	갯	대	갯	대
1415(3 )	28	37±1.7	38.3±8 .6	923.9± 151.2	44.6± 2.8	27.2± 30.5	18±2. 9	28.1± 5.6	86.9±2 .3	76.4±7 .6	2.8±0. 7	3.1±1. 2
1622(3 )	28	38.3±2 .1	43±7	961.3± 153.4	44.4± 3.5	24.5± 2.7	17.9± 2.6	33.6± 8.9	87.9±2	78.4±7 .2	2.4±0. 6	2.6±1
Abs6- 1(2)	28	46.5±9 .2	27.5±1 0.6	491.9± 127.2	43.1± 3.8	24.8± 2.8	15.4± 3.1	32.0± 3.8	88.2±2 .7	70±3.9	3.1±0. 5	4.3±1
Abs6- 9(2)	28	44.3±4 .7	25.7±1 0.6	515±3 07.5	44±4	24.3± 2	18.6± 3.5	32.2± 8.4	88.4±1 .4	76.3±5 .6	2.6±0. 8	3.2±1. 3
Abs6- 16(2)	28	40.5±0 .7	24.5±4 .9	679.8± 24.6	47.2± 5.2	23.6± 1.8	18.8± 2.4	24.8± 5.5	87.9±2	75.9±5 .9	2.8±1	3±1.3
Abs6- 17(2)	28	45±7.1	19.5±1 7.7	457.5± 460.1	44.3± 3.8	26.1± 1.9	18.2± 2.2	36.3± 6.2	89.4±1 .5	73.8±8 .7	2.2±0. 6	2.6±0. 9
Abs6- 22(2)	31	51.5±2 .1	22.5±4 .9	541±1 09.6	42.7± 0.7	24.5± 0.7	16±1. 3	24±1. 4	88.8	86.5	4.5	7.0
Abs6- 23(2)	32	45±7.1	32.5±7 .8	727.5± 43	44.1± 4.3	24.8± 2.6	18.8± 3.7	31.3± 8.3	87.6±2 .1	76.3±3 .2	3±0.8	3.6±1. 3
Abs6- 33(2)	32	44±5.7	26.5±2 .1	643±1 52.6	44.1± 3.4	22.2± 2.8	19.3± 5.8	31.3± 6.6	86.7±2 .3	76.4±4 .7	3.4±0. 6	3.3±1
Abs6- 44(3)	28	36±0	43±5.7	996.8± 72.1	44.5± 2.9	24.7± 2.4	17.9± 2.2	32.8± 9.5	87.9±3 .6	77.5±7 .1	2.5±0. 6	3±1
Abs6- 46(2)	32	47±1.4	20±17	356.8± 307.9	47±2. 2	25.3± 1	19.2± 2.2	29.3± 9.6	90.2±1 .3	84.7±1	2.9±1	3.9±0. 4
Abs6- 47(2)	28	40±0	34±4.2	726.5± 69.9	43.4± 3.7	31.3± 35.4	17.9± 2.1	30.1± 6.5	83.3± 19.9	75.1± 7.3	2.7±0. 8	3.3±1. 1
Abs6- 55(2)	28	38.5±3 .5	36.5±1 6.3	869.3± 424.1	45.5± 4.6	24.2± 3.4	19.5± 1.8	33.6± 8.1	88.7±1 .6	77.8±5	2.8±0. 7	3.2±1. 2
Abs6- 56(2)	28	42.5±9 .2	20.5±1 2	582.7± 388.4	44.7± 3.9	25.3± 2.5	17.6± 3.1	35.1± 9.2	88.5±1 .9	73.7±4 .6	2.8±0. 7	3.5±1. 2
Abs6- 57(2)	28	38±2.8	11.5±2 .1	214.6± 18	44.2± 7.8	26.6± 3.5	18.2± 3.6	38.6± 8.9	88.5±2 .2	79.9±5 .5	2.3±0. 3	4.6±1
Abs6- 58(2)	28	47±1.4	10.5±2 .1	256.7± 135	46.1± 8	23.4± 1.9	17.8± 3	33.6± 4.8	86.9±2 .9	78.5±3 .4	2.9±0. 3	3.3±0. 9
Abs6- 65(3)	28	39.5±0 .7	28±14. 1	674.3± 426.6	43.9± 4	23.9± 2.2	17.4± 2.8	30.5± 5.3	86.5±2 .7	78.5±3 .5	3.2±0. 9	3±1
새한	28	38±2.4	14.8±2 .6	336.1± 51.6	43.2± 2.5	23.2± 1.8	15.2± 1.7	29.9± 7.2	87.4±3 .1	74.7±7 .5	2.5±0. 6	3.6±1. 2



[Abs6-1]



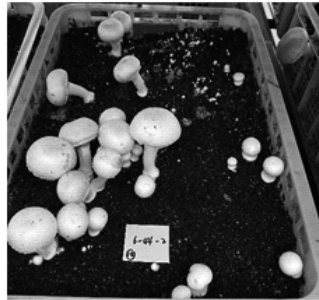
[Abs6-9]



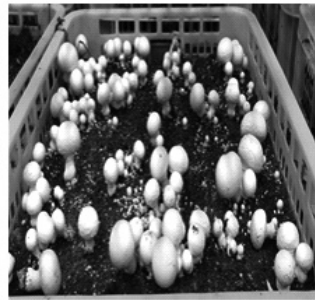
[Abs6-16]



[Abs6-23]



[Abs6-44]



[Abs6-46]



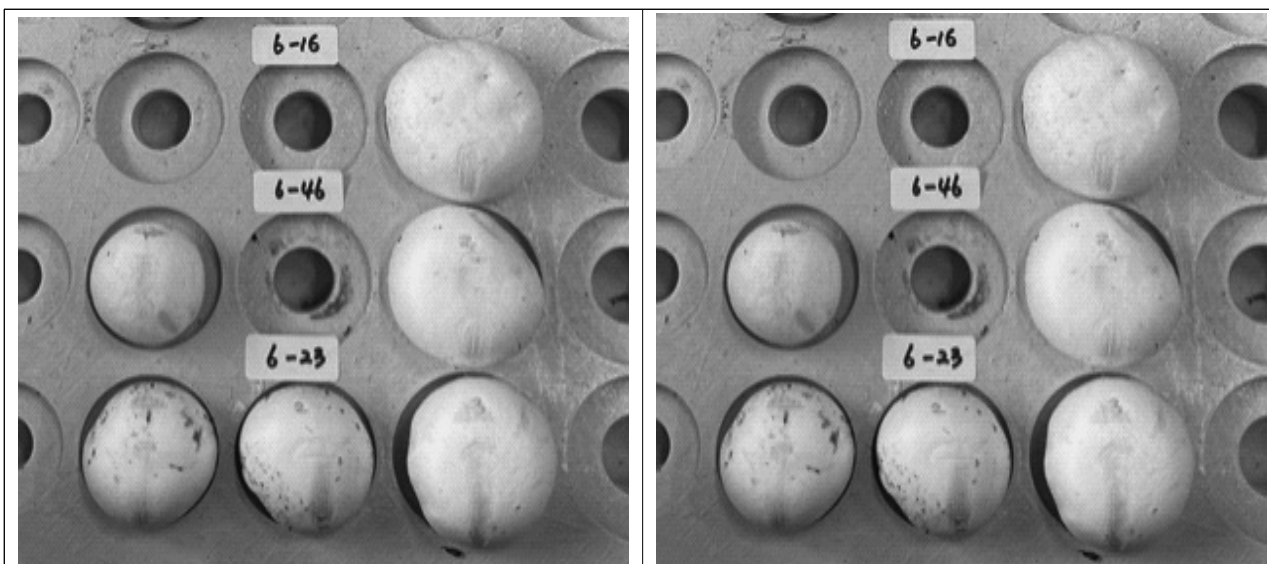
[Abs6-65]

<그림. 선발된 계통 7점 사진>

<표. 선발계통의 버섯 갈변유도장치를 이용한 갈변저항성 조사>

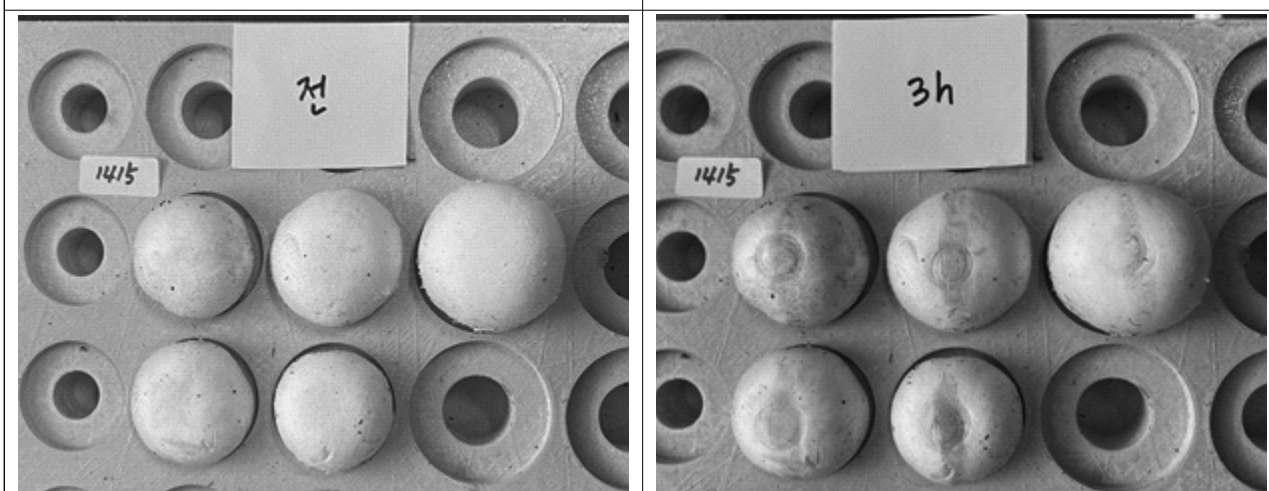
균주	L(명도)	WI(백색도)	L(명도)	WI(백색도)	L(명도)	WI(백색도)
Abs6-1	92.7±1.1	65.9±2	83.6±1.6	38.8±3.1	80.4±4.1	31.6±7.8
Abs6-9	91.6±1	68.5±1	82.5±1.5	39.1±4.2	80.5±3.3	29.8±8
<b>Abs6-16</b>	<b>90.8±1</b>	<b>61.7±1.8</b>	<b>82.2±5.8</b>	<b>41.4±9.9</b>	<b>80.6±4.1</b>	<b>36±12.5</b>
Abs6-23	90.1±1.1	64.5±3.4	77.2±5.4	44±15.7	77.1±4.6	29.2±10.4
Abs6-44	90.6±0.8	62.8±4.7	77.5±3.2	31.2±6.4	73.3±1.1	20±4.7
<b>Abs6-46</b>	<b>90.7±2</b>	<b>61.2±5.9</b>	<b>84.8±4.3</b>	<b>47.2±6.5</b>	<b>75.1±6.4</b>	<b>31.7±4.3</b>
Abs6-65	88.9±3.9	57.2±10.3	81.1±5	37±2.9	74.9±5.8	28.2±7.7
A15품종 (대조구)	89.6±1.9	57.5±6.7	82.5±4.3	37.3±10.5	78.4±4.3	28.9±9





<그림. 선발계통 Abs6-16, 46의 갈변저항성 처리전>

<그림. 선발계통 Abs6-16, 46의 갈변저항성 처리 3시간 후>



<그림. 대조구 A15품종의 갈변저항성 처리전>

<그림. 대조구 A15품종의 갈변저항성 처리 3시간 후>

최종 우량계통을 선발하기 위해 경주에서 1, 2주 동안 생육온도 17℃에서 모균주이며 대조구인 ‘A15’품종과 우량계통 ‘Abs6-16’과 ‘Abs6-46’을 경주에서 농가실증을 하였다. ‘Abs6-16’은 버섯 발생이 ‘A15’에 비해 1주기에는 5일, 2주기에는 3일정도 늦지만, 형태가 우수하며 단단하였고, ‘Abs6-46’은 동일하게 많은 버섯이 발생하였으며, 1주기에는 갓이 작지만 2주기에는 갓이 두껍게 발생되었다. 연구실에서 특성평가한 결과는 ‘Abs6-16’은 대조구 대비 개체중이 무겁고 갓이 두껍고 단단하였으며, ‘Abs6-46’은 갓이 두껍고 갓색이 밝았다.



Abs6-16



Abs6-46

<그림. 선발된 계통 농가실증>

<표. 대조구 'A15' 대비 선발된 계통 특성조사>

군주번호	수확주기	개체중 (g)	갓(mm)		대(mm)		경도(N)	
			직경	두께	굵기	길이	갓	대
A15	1	18.2	34.0	18.6	14.7	20.4	4.9	5.1
	2	14.3	40.2	20.9	14.7	27.6	2.5	3.3
Abs6-16	1	20.6	35.8	19.6	14.5	21.4	5.4	4.1
	2	20.5	43.3	22.8	18.1	20.2	5.7	4.7
Abs6-46	1	17.4	34.5	20.0	14.6	25.8	5.2	4.0
	2	8.8	31.3	17.5	13.2	24.6	2.8	2.7

교반기 처리결과 대조구 갓 색이 우수하였으나 1주기에는 'Abs6-16'이 갈변저항성이 높았으며, 2주기에는 두 계통 모두 대조구보다 높았다.

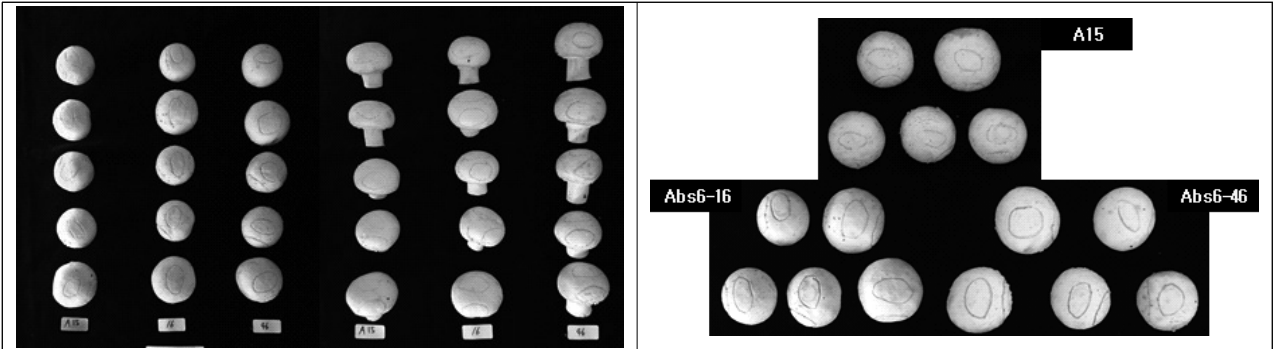
<표. 대조구 'A15' 대비 교반기 처리 전·후 갓 색 평가>

계통	수확주기	처리 전				처리 후(3시간)			
		윗면		옆면		윗면		옆면	
		L	WI	L	WI	L	WI	L	WI
A15	1	90.9	69.4	88	61.1	87.2	58	84.2	51
	2	86.2	61.4	84.7	57.8	82.4	40.1	80.6	39.3
Abs6-16	1	90.3	65.3	89.9	63.8	88.8	60.5	87.3	56
	2	83.2	43.1	84.4	48.6	84.7	52.9	82.4	47.3
Abs6-46	1	88.5	61.2	85	56	87.1	58	81.9	49
	2	86.8	59.4	84.2	54.8	85.9	56.3	82.7	47.3

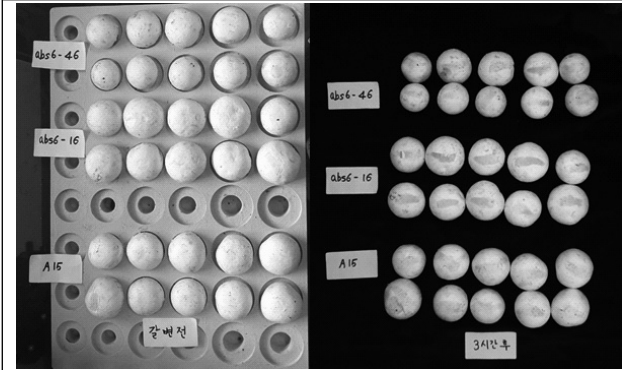
갈변유도장치는 1주기에는 처리전 대조구가 갓 색이 우수하였지만, 2주기에는 'Abs6-46'이 우수하였으며, 처리 후에는 1, 2주기 모두 대조구가 변화가 적었고 다음으로 'Abs6-46'이었다.

<표. 대조구 'A15' 대비 갈변유도장치 처리 전·후 갓 색 평가>

계통	수확주기	처리전		처리 후(3시간)	
		L	WI	L	WI
A15	1	90.5	67.6	82.4	42.5
	2	85.9	59.5	79.2	42.6
Abs6-16	1	89.2	63.1	81.1	35.6
	2	82.4	45.4	75.3	27
Abs6-46	1	88.8	65.8	79	38.5
	2	87.4	59.8	77.1	39.3

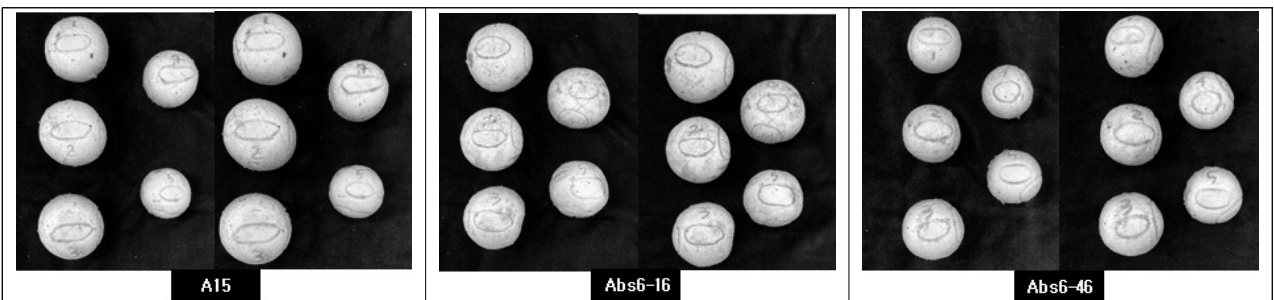


교반기처리(좌\_처리전, 우\_처리후)

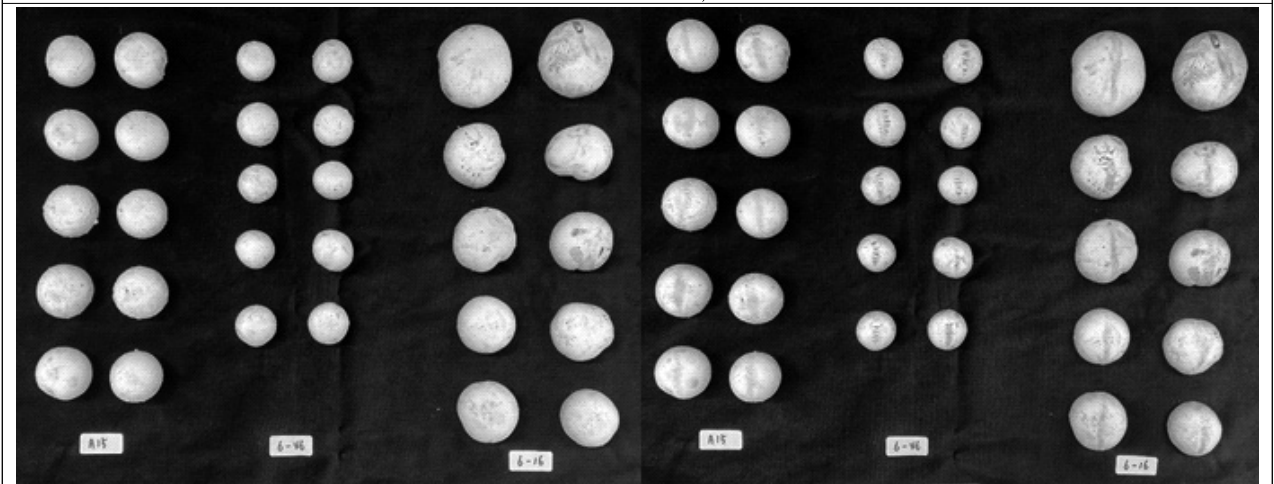


갈변유도기처리(좌\_처리전, 우\_처리후)

<그림. 1주기 교반기 및 갈변유도기 처리 전후 모습>



교반기처리(좌\_처리전, 우\_처리후)



갈변유도기처리(좌\_처리전, 우\_처리후)

<그림. 2주기 교반기 및 갈변유도장치 처리 전후 모습>

보령에서는 외국품종 대비 1, 2주 동안 생육온도 18℃에서 농가실증을 하였다. 'Abs6-16'은 버섯 발생이 'A15'에 비해 늦으며, 'Abs6-46'은 배양시 스트로마가 발생되었지만, 1·2주기 모두 꾸준히 버섯이 다발생되고 형태가 우수하였다는 의견을 얻었다. 원예원 내부 특성조사에서는 1주기에는 'Abs6-46'이 2주기에는 'Abs6-16', 대조구에 비해 개체중이 많았고, 1주기는 'Abs6-46'이 갓이 두꺼웠으며, 2주기에 'Abs6-46'이 대조구보다 단단하였다.

<표. 대조구 'A15' 대비 선발된 계통 특성조사>

균주번호	수확주기	개체중 (g)	갓(mm)		대(mm)		경도(N)	
			직경	두께	굵기	길이	갓	대
A15	1	28.4	53.2	26.05	19.5	19.75	5.5	6.8
	2	17.9	46.05	22.95	16.45	20.3	3.7	4.7
Abs6-16	1	20	50.1	23.8	16.7	22.3	4.8	5
	2	24.2	48.1	25.65	18.4	17.05	4.4	4.9
Abs6-46	1	28.6	51.75	27.35	19.55	17.1	5.2	5
	2	21	43.4	25	18.25	18.65	4.5	5

교반기 처리결과 2주기에는 처리전 대조구보다 두 계통이 갓 색이 우수하였고, 처리 후에는 1주기에는 대조구만큼 'Abs6-46'이 좋았고, 2주기에는 'Abs6-16'이 우수하였다.

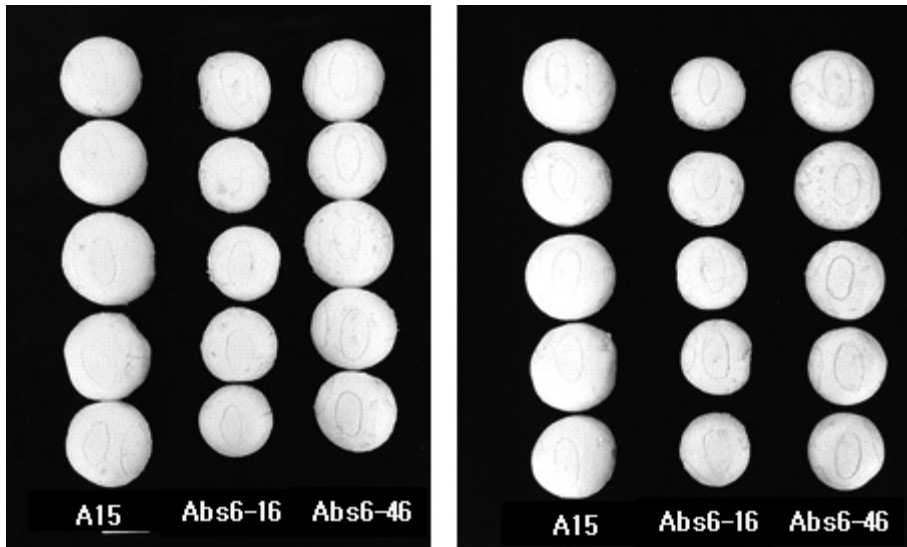
<표. 대조구 'A15' 대비 교반기 처리 전·후 갓 색 평가>

계통	수확주기	처리 전				처리 후(3시간)			
		윗면		옆면		윗면		옆면	
		L	WI	L	WI	L	WI	L	WI
A15	1	90.7	68.5	90.9	69.6	89.8	64.6	87.7	54.9
	2	90.0	66.7	88.0	65.3	89.3	62.6	87.8	60.1
Abs6-16	1	90.6	68.5	86.6	61	87.2	57.7	82.4	50.7
	2	88.8	66.9	89.3	68.0	89.2	65.1	87.2	60.0
Abs6-46	1	90.6	67.1	90.3	66.9	88.5	59.5	86.8	55
	2	90.3	66.3	88.9	66.2	88.5	63.7	85.0	54.6

갈변유도장치는 처리전·후 1주기에는 대조구>Abs6-46>Abs6-46 순이지만, 2주기 처리전에는 Abs6-16>Abs6-4>대조구 순이지만 처리 후에는 대조구>Abs6-46>Abs6-16 순이었다.

<표. 대조구 'A15' 대비 갈변유도장치 처리 전·후 갓 색 평가>

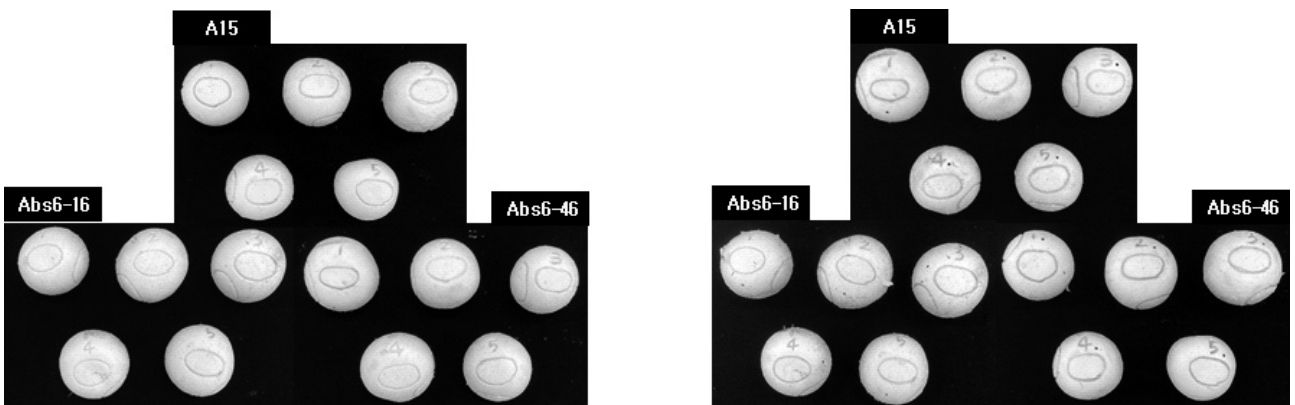
계통	수확주기	처리전		처리 후(3시간)	
		L	WI	L	WI
A15	1	91	70.1	86.8	51.3
	2	89.3	66.9	86.3	55.0
Abs6-16	1	91.1	69.9	84.8	45.7
	2	90.3	69.5	86.2	54.2
Abs6-46	1	91.2	68.2	83.3	43
	2	89.8	67.6	86.4	53.6



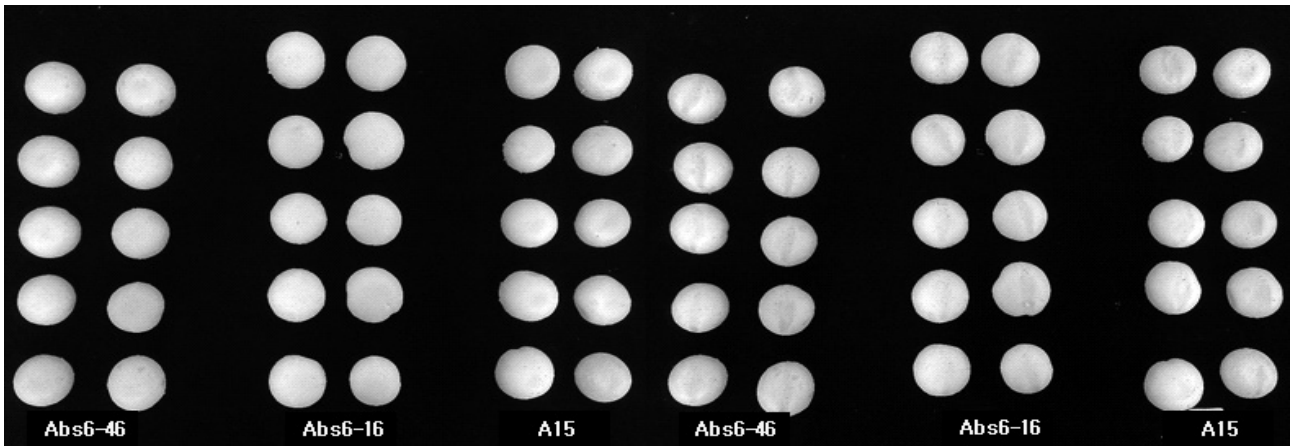
<그림. 1주기 교반기 전(좌)·후(우) 모습>



<그림. 1주기 갈변유도기 처리 전(좌)·후(우) 모습>



<그림. 2주기 교반기 처리 전(좌)·후(우) 모습>

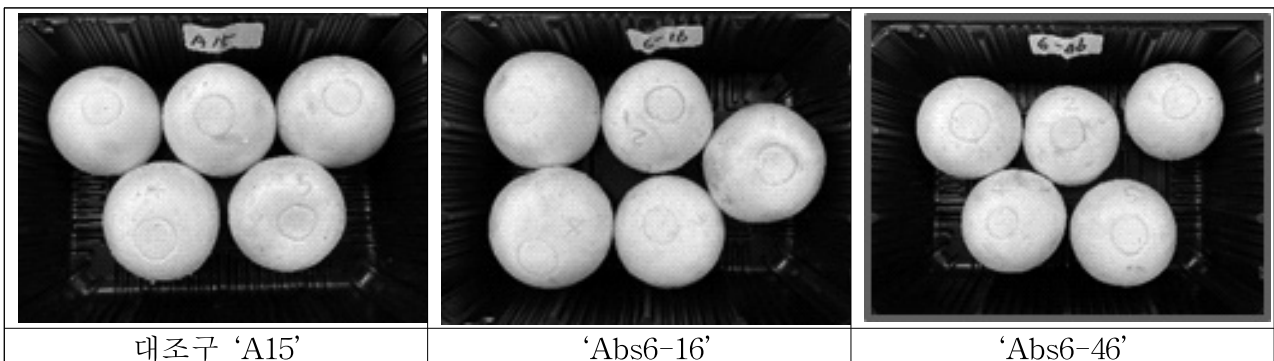


<그림. 2주기 교반기 처리 전(좌)·후(우) 모습>

저장성 조사는 교반기 처리 유무에 따라 7일간 저장한 결과, 교반기를 처리하지 않는 것은 대조구가 우수하였지만, 교반기 처리후에는 ‘Abs6-46’이 전반적으로 우수하였다.

<표. 대조구 ‘A15’ 대비 교반기 처리전·후 저장성 평가>

군주번호	교반유무	무게(g)	갓직경	대꺾기	색도(갓)		색도(대)	
					L	WI	L	WI
A15	-	-0.4	0.95	1.35	11.7	15.5	15.9	26.7
	○	-0.6	1.7	2.3	11.9	8.6	17.8	29.7
Abs6-16	-	-0.6	1.5	2.1	9.7	12	13.6	25.5
	○	-0.8	1.25	2.05	10.7	12	20.6	34.7
Abs6-46	-	-0.6	1.5	2.1	12.4	12.6	17.6	26.6
	○	-0.4	1.6	2	8.1	9.1	14.1	30.4

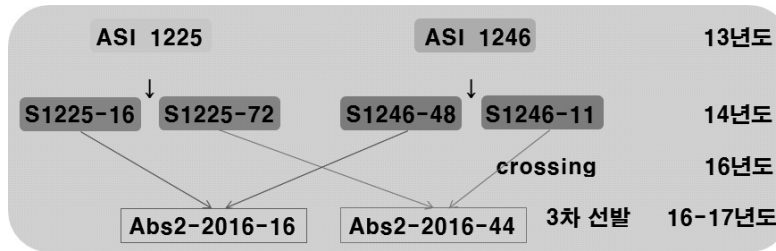


<그림. 대조구 ‘A15’ 대비 교반기 처리 후 저장성 시험>

전반적으로 현장실증에서 Abs6-46이 버섯수량이나 형태적으로 우수하였으며, 갈변저항성을 보면, 교반기처리에서는 1주기에는 대조구나 ‘Abs6-16’이 2주기에는 ‘Abs6-46’이 우수하였으며, 갈변 유도장치에서는 대조구가 우수하였고, 다음으로 Abs6-46이었다. 저장성조사에서는 교반기를 처리한 후에는 Abs6-46이 전반적으로 우수하였다. 따라서 최종적으로 ‘Abs6-46’을 직무육성하기로 하였다.

□ 1단계에서 육성한 계통 신품종 1점 개발

국내 유전자원에서 선발된 ASI 1225와 1246의 모균주를 토대로 동형핵균주를 SSR마커를 통해 선발하고, 선발한 균주 S1225-16과 S1246-48을 교잡하여 Abs2-2016-16, S1225-72와 S1246-11을 교잡하여 Abs2-2016-44를 각각 육성하고 3차례 벚짚발효배지 상자재배 2회, 균상재배 1회를 통해 최종 2점을 선발하였다. ‘Abs2-2016-16’은 경도가 높은 단단한 품종이며, ‘Abs2-2016-44’은 수량성이 높은 계통이었다. 육성된 두 계통은 11월 경주와 부여의 현장실증으로 ‘Abs2-2016-16’을 ‘도담’으로 육성하였다.



<그림. 계통 육성 모식도>

<표. Abs2-2016-16, 44 두 계통의 수확량 및 형태적 특성 평가(3차 균상재배, 대조: 새도품종)>

균주번호	개체수(EA)	수확량(g)	갓(mm)		대(mm)		WI	경도(N)		수확일수
			직경	두께	굵기	길이		갓	대	
1225	424±201.86	8030.76±3214.24	47.36±0.74	26.54±0.2	17.61±0.34	32.45±1.27	60.09±1.76	4.06±0.16	4.15±0.22	32.67±2.31
1246	454.33±151.14	10170.75±3288.76	46.65±0.61	25.64±1.28	18.68±0.25	32.65±1.17	59.76±2.09	4±0.02	3.86±0.23	34.67±1.15
<b>Abs2-16</b>	<b>313.33±189.96</b>	<b>6630.79±3718.59</b>	<b>47.95±0.5</b>	<b>26.23±0.64</b>	<b>16.85±0.62</b>	<b>34.42±0.98</b>	<b>60.27±2.48</b>	<b>4.22±0.17</b>	<b>4.4±0.41</b>	<b>32.67±2.31</b>
<b>Abs2-44</b>	<b>480±174.67</b>	<b>10,440.47±3550.64</b>	<b>46.52±0.89</b>	<b>25.88±0.24</b>	<b>24.46±9.47</b>	<b>30.71±2.68</b>	<b>61.69±1.66</b>	<b>3.98±0.29</b>	<b>3.9±0.14</b>	<b>31.33±2.31</b>
새도	434.67±179.85	8627.32±2394.83	46.82±0.94	25.58±0.06	18.25±0.91	30.83±0.06	61.54±4.05	3.97±0.25	3.74±0.28	32±3.46



<그림. Abs2-2016-16 1주기 버섯 발생모습(균상재배)>



<그림. Abs2-2016-44 1주기 버섯 발생모습(균상재배)>

육성 전 최종 우량계통 선발을 위해 ‘도담’품종은 2017년 부여에서 대조구인 ‘새도’품종

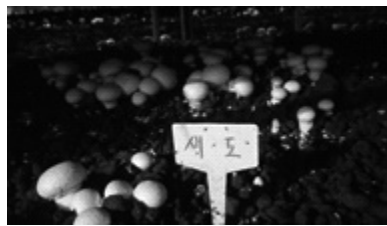
과 생육온도 16℃에서 현장실증을 진행하였는데, 대조구 ‘새도’와 ‘도담’사이 수확량에서는 차이가 없으나, 3주기에서는 ‘새도’의 갓 색이 누렇게 되는 경향이 있으며, ‘도담’은 반면 갓색이 우수하며 인편도 적게 나타난다는 의견을 들었고, 시료를 채취하여 연구실에서 1주기에 특성조사를 실시한 결과는 대조구 ‘새도’보다 ‘도담’이 약간 밝게 차이가 났으며, 갓은 뚜렷하게 단단한 특성을 보였다.

<표. ‘도담’품종과 ‘새도’품종의 자실체 특성 비교>

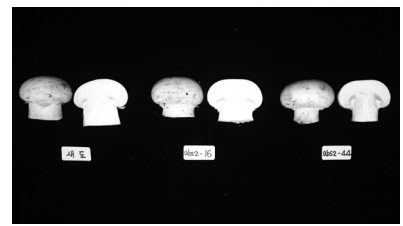
품종명	개체중(g)	갓(mm)		대(mm)		색도-갓 L	경도(N)	
		직경	두께	굵기	길이		갓	대
새도	27.4±3.8	47±2.5	23.3±1.6	22.2±1.3	29.9±2.9	92.5±1.0	5.1±0.8	5.7±0.7
도담	<b>25.4±5.2</b>	46.7±3.8	23.5±1.6	<b>22.4±2.5</b>	25.0±3.9	<b>92.9±1.4</b>	<b>5.9±0.9</b>	5.0±1.2



<‘Abs2-16’ 계통(도담)>



<대조구, ‘새도’품종>



<운송 2일 후 자실체모습>

<그림. 부여 농가 ‘도담’품종 현장실증 사진>

또한 같은 해에 부여에서 동절기에 16℃로 농가실증을 하였는데, 1주기때 대조구 ‘새도’보다 ‘도담’품종 발생이 이틀정도 늦지만, 배양에서는 큰 차이점이 없으며, ‘도담’이 단단하고 우수하다는 의견을 들었고, 연구실의 특성조사는 대조구 ‘새도’보다 ‘도담’이 갓색이 밝고 갓이 단단한 특성을 보였다.

<표. ‘도담’품종과 ‘새도’품종의 자실체 특성 비교>

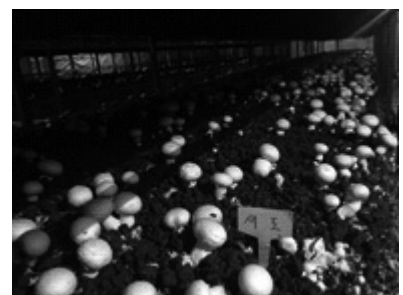
품종명	개체중(g)	갓(mm)		대(mm)		색도-갓 L	경도(N)	
		직경	두께	굵기	길이		갓	대
새도	27.4	47.0	23.3	22.3	29.9	92.5	5.1	5.8
도담	25.4	46.7	23.5	22.4	25.0	<b>92.9</b>	<b>5.9</b>	5.0



<‘Abs2-16’ 계통(도담)>



<‘Abs2-44’ 계통>



<대조구, ‘새도’품종>



경주에서는 12월에 생육온도 15℃에서 1주기 특성을 조사하였는데, 버섯 군사 생장이나 발생에는 큰 차이가 없지만, ‘도담’이 인피가 적어 매끈하고 버섯형태가 우수하였으며, 연구실에서 특성조사시 ‘도담’ 개체중이 많으며, 형태적으로는 갓이 크고, 대 길이도 짧아 우수하였다. 또한 갓색에서는 명도가 높아 밝고, 경도도 갓과 대 모두 단단하였다.

<표. ‘도담’품종과 ‘새도’품종의 자실체 특성 비교>

품종명	개체중(g)	갓(mm)		대(mm)		색도-갓 L	경도(N)	
		직경	두께	굵기	길이		갓	대
새도	27.4	45.6	25.8	21.5	19.8	89.2	6.2	5.3
도담	27.6	<b>46.7</b>	<b>26.0</b>	18.4	<b>20.4</b>	<b>89.6</b>	<b>6.3</b>	<b>5.9</b>



<Abs2-44' 계통>



<Abs2-16' 계통(도담)>



<대조구, '새도'품종>

□ 1단계에서 육성한 품종의 현장실증

여름양송이 ‘하리’품종 현장실증(대구, 2017년 6월초 집중, 2주기, 생육온도 19℃)을 진행하였다. 장점은 발생에는 차이가 없었으며, ‘하리’품종의 갓이 단단하고, 저장성이 우수하며, 개체중이 많아서 상품 가격이 ‘여름양송이1호’보다 좋았으나, 군사생장은 ‘하이’품종이 늦고, 형태가 균일하지 않았다.

<표. 대구 농가 ‘하이’품종 현장실증 결과(대조: 여름양송이1호)>

품종	개체중(g)	갓(mm)		대(mm)		갓 백색지수	경도 갓
		직경	두께	굵기	길이		
하이	23.00	48.97	19.45	23.09	20.35	117.32	5.48
여름양송이1호	22.31	45.92	19.50	22.46	20.25	108.58	5.52



‘여름양송이 1호’ 품종



‘하이’ 품종



자실체 안·측면

<그림. 대구 농가 ‘하이’품종 현장실증 사진>

여름양송이 ‘하리’품종 두 번째 현장실증은(부여, 2017년 7월 중순 집중, 1주기, 생육온도 16.5℃)을 진행하였다. 장점은 발생에는 차이가 없었으며, ‘하리’품종의 갓이 단단하고, 개체중과 수확량이 많았으나, 군사생장은 ‘하이’품종이 늦었다.

<표. 부여 농가 ‘하리’품종 현장실증 결과(대조: 여름양송이1호)>

품종	개체중(g)	갓(mm)		대(mm)		갓 백색지수	경도 갓
		적경	두께	굵기	길이		
하이	15.38	41.15	22.72	22.07	20.94	61.88	4.73
여름양송이1호	14.98	40.37	22.63	21.84	20.42	61.16	4.75



‘여름양송이 1호’ 품종



‘하리’ 품종



자실체 안·측면

<부여 농가 ‘하리’품종 현장실증 사진>

추가적으로 갈색양송이를 홍보하기 위해 온라인 평가를 진행하였다. 2017년 1월 23일 (월)부터 3월 10일(금)까지 45일간 기관 홈페이지와 SNS(페이스북 등) 및 이메일을 활용하여 갈색양송이의 유래 등 사전 정보를 사진과 동영상으로 제공하고 GSP 개발품종인 갈색양송이 ‘호감’품종을 소개하였다. 이 후 1차 SNS로 갈색양송이에 대한 사전 인지도와 선호도를 설문하여 1,763명에게 응답을 받았으며 2차로 200명을 무작위로 선발하여 식미평가를 진행하였다.



<그림. 갈색양송이 ‘호감’ 온라인 평가>

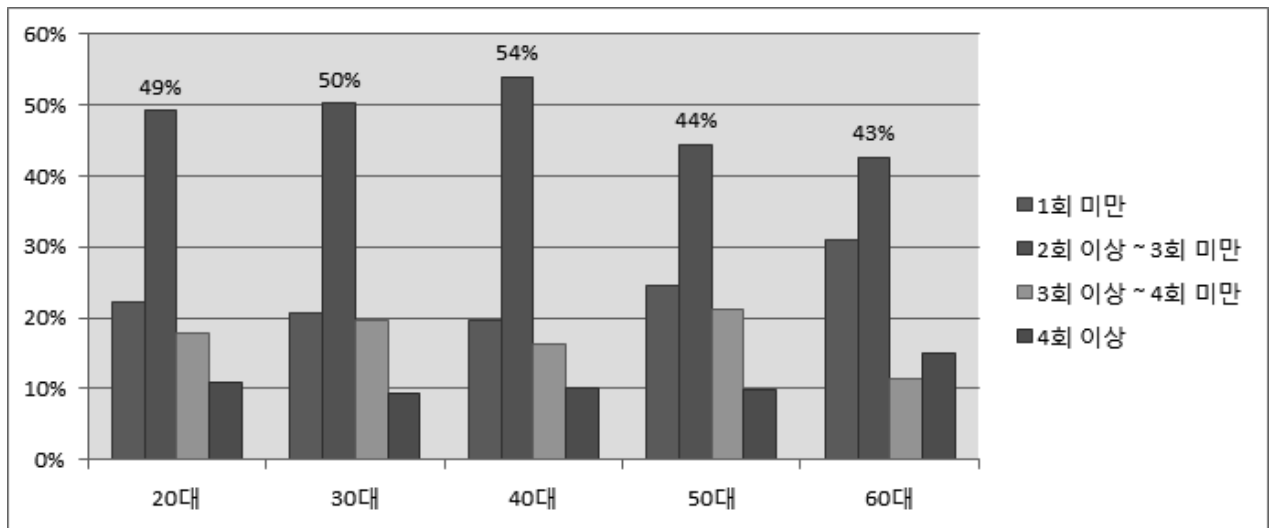
추진결과 응답자의 97%가 버섯을 즐겨 먹었으며, 50%가 버섯을 일주일에 2회 이상 먹었다. 갈색양송이 인지도는 갈색양송이는 83%가 접한 적이 없었으며, 그 이유는 68%가 ‘시장

에서 볼 수 없어서', 25%가 '먹어본 적이 없어서'였으며, 갈색양송이 '호감'동영상 시청 후 68%가 '맛있어 보인다, 20%가 '신기해 보인다' 그밖에 표고버섯과 닭았다는 의견도 있었으며, 응답자 98%가 시장에서 버섯을 구매할 의사를 밝혔다. 기대품종은 51%가 '맛있는 품종' 특히 맛과 식감이 있는 품종을 원하였으며, 33%가 '기능성이 있는 품종'개발을 기대하였다.

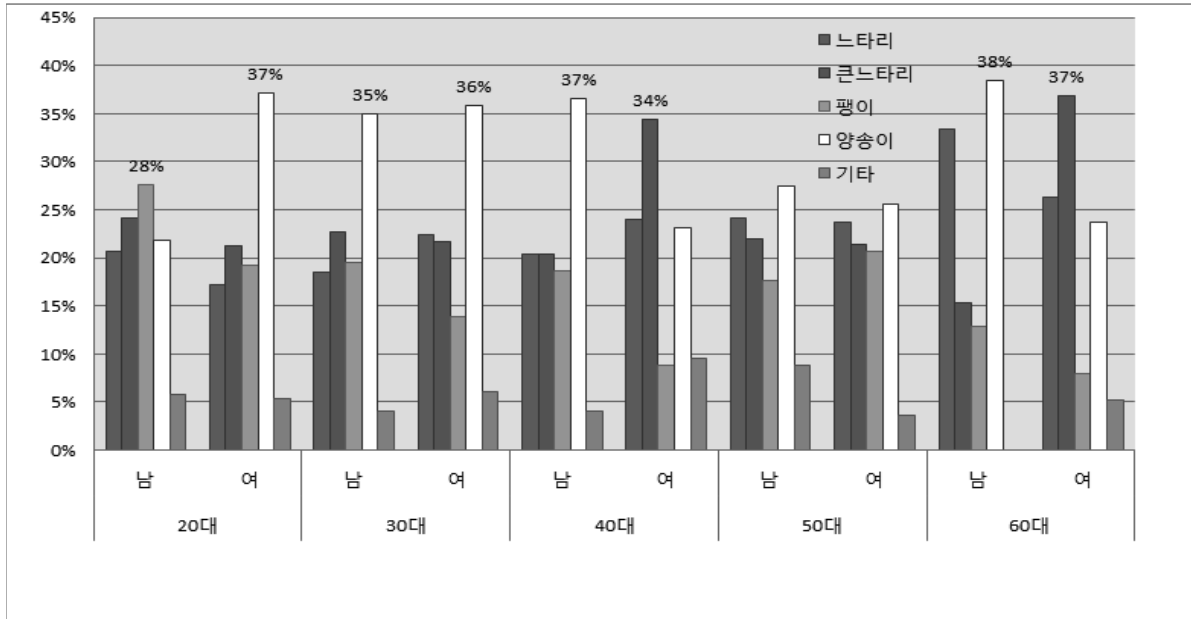
<표. 세대별 버섯, 갈색양송이의 인지도 및 기대품종>

설문 내역		응답자 분류		20대(%)		30대(%)		40대(%)		50대(%)		60대(%)		총계
		남	여	남	여	남	여	남	여	남	여			
인지도	버섯 선호도	96	94	97	99	96	97	96	99	100	97			97
	주당 2회이상 섭취율	77	78	81	78	73	84	82	71	62	78			78
갈색양송이	양송이 선호도	22	37	35	36	37	23	27	26	38	24			30
	시식 경험 없음	73	79	78	85	81	86	86	88	79	79			83
	정보확인 후 구매의사 있음	97	97	95	98	96	98	99	99	98	97			98
기대 품종	구매의사의 주 이유: 맛	48	45	47	47	52	45	39	39	46	30			44
	'맛있는 품종'	55	58	54	47	42	41	60	60	34	45			51
	'기능성 있는 품종'	33	29	25	36	36	38	33	33	46	33			33

연령별로는 20~30대와 40~60대 남성이 양송이를 가장 선호하였으며, 20대 남성은 팽이, 40~60대 여성은 큰느타리(새송이), 50대는 모든 버섯을 선호하였다.



<표. 세대별 버섯 섭취 횟수>

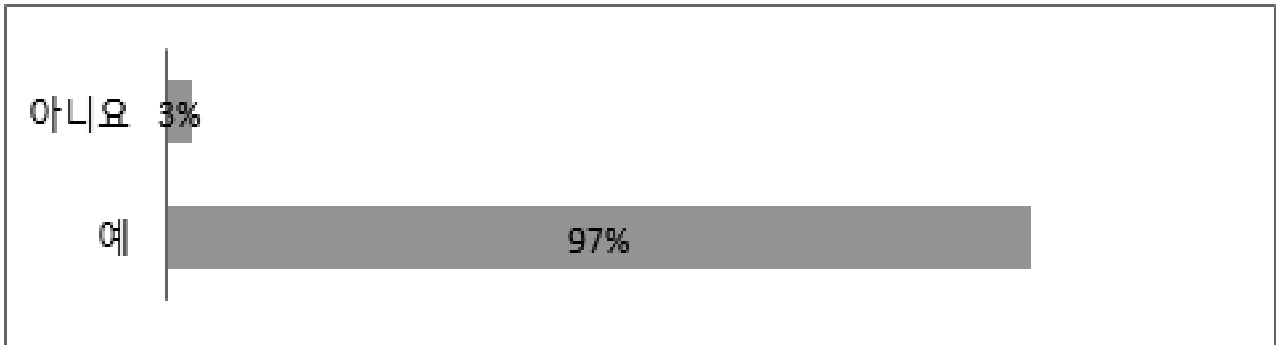


<표. 성별 및 세대별 선호하는 버섯 종류>

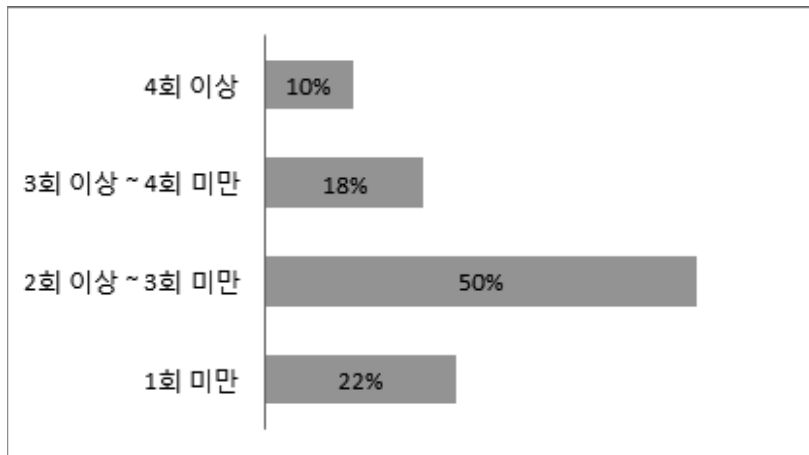
2차 선정된 200명 대상 이메일을 이용한 식미평가는 버섯을 받은 소비자들은 56% ‘맛있어 보인다’, 24% ‘신기해 보인다’와 표고버섯과 헛갈리는 사람이 일부 있었으며, 95%가 불편한 사람이 없다고 응답하였고, 일부는 갈색양송이가 백색보다 물로 씻고 나서 끈적거림이 더 느껴져 거부감이 약간 있다고 말하였다. 갈색과 백색의 맛을 비교하였을 때 ‘식감이 좋다, 맛있다, 향이 좋다’는 의견이 가장 많았으며, 갈색양송이 식미평가 이후 95%가 구매의사를 밝혔다. 참가자들의 의견은 갈색양송이 요리법개발과 함께 영양성분, 효능에 대한 정보를 원하였으며, 소비촉진을 위해 다양한 홍보, 포장재, 브랜드화 등 의 의견이 있었다. 이번 평가회로 소비자는 시장에서 보이는 버섯의 크기보다 큰 버섯을 오히려 많이 선호하였으며, 소비자들이 원하는 식미와 식감을 담은 품종개발과 함께 기능성 연구를 진행하여 많은 정보를 소비자들에게 제공할 필요가 있다고 사료된다.

[참고 1] 갈색양송이 호감도 1차 설문 결과

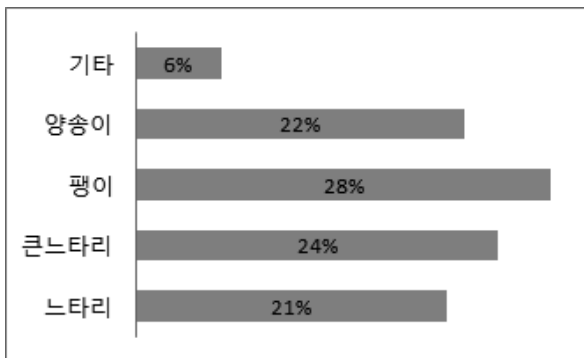
1. 평소 버섯을 즐겨 드시나요?



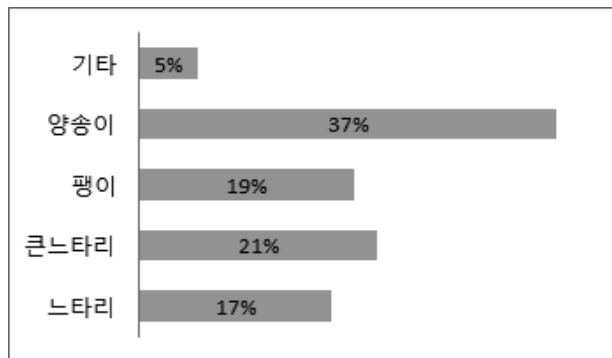
2. 버섯은 일주일에 몇 번 드시나요?



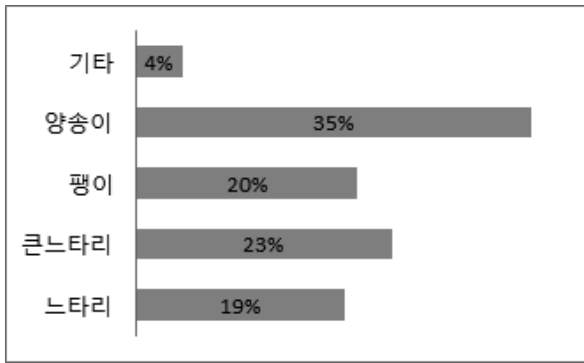
3. 버섯을 드신다면, 어떤 종류의 버섯을 좋아하나요(1번 문제, 1번을 응답하신 분)?



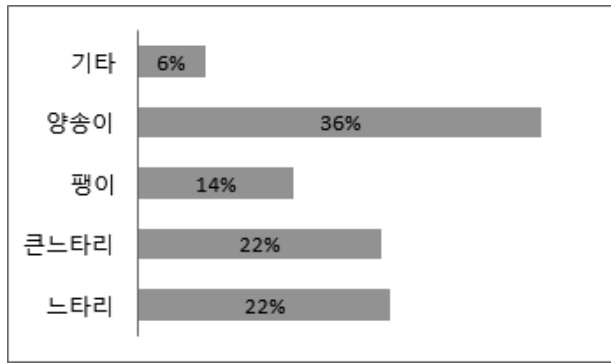
20대 남성(87명 참여)



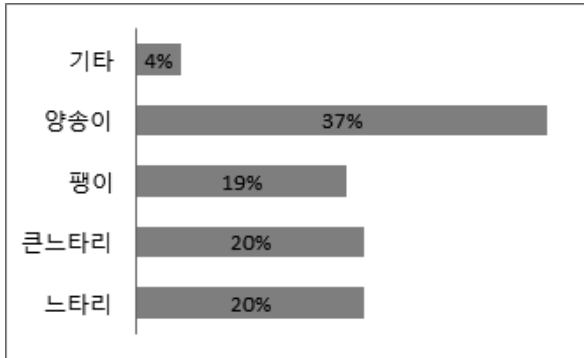
20대 여성(245명 참여)



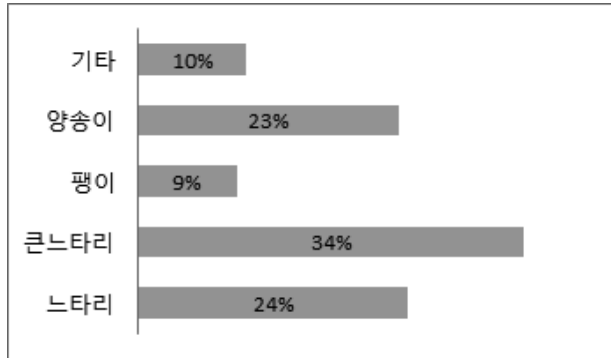
30대 남성(194명 참여)



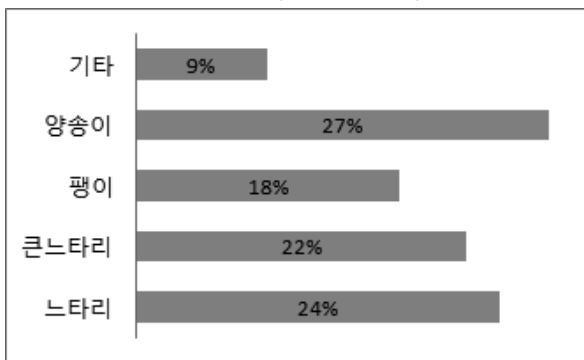
30대 여성(460명 참여)



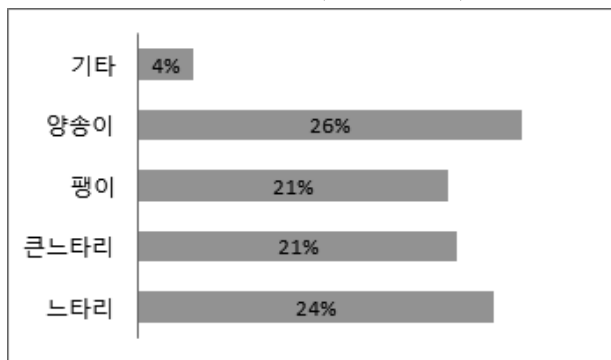
40대 남성(123명 참여)



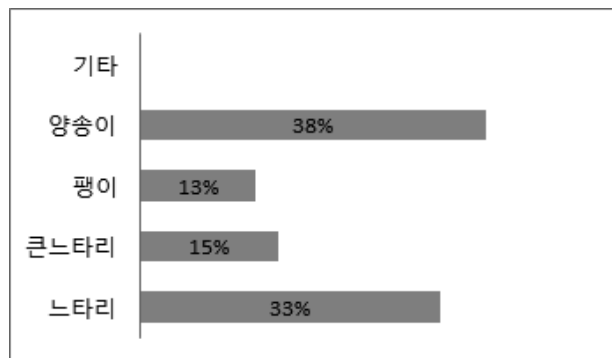
40대 여성(250명 참여)



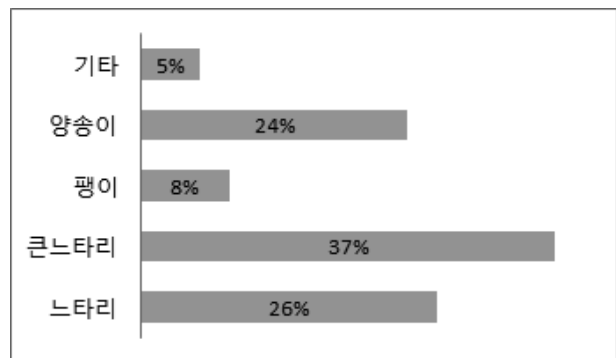
50대 남성(91명 참여)



50대 여성(164명 참여)

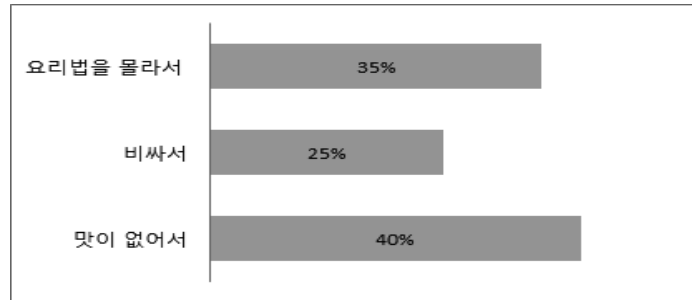


60대 남성(39명 참여)

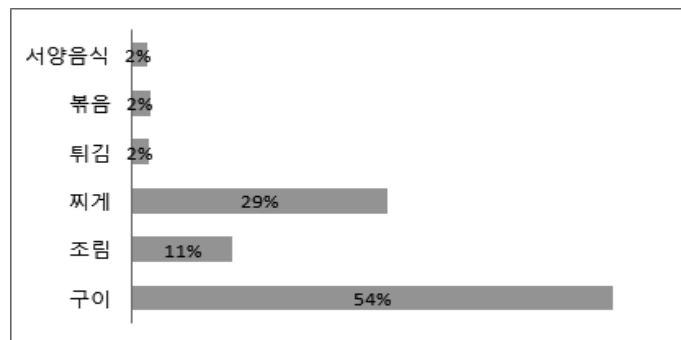


60대 여성(38명 참여)

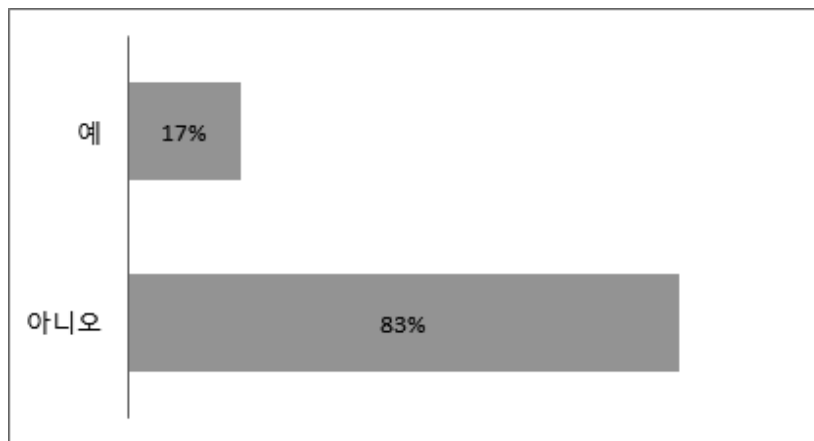
4. 버섯을 안 드신다면, 그 이유는(1번 문제 아니오에 응답하신 분)? 48명 응답자 중



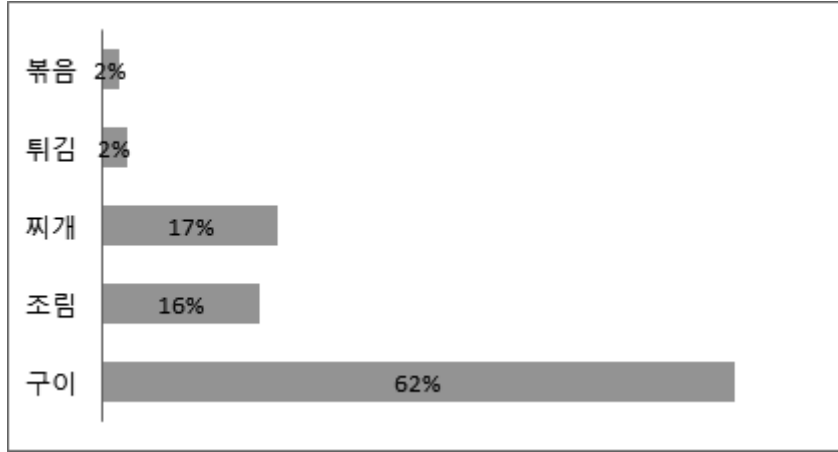
5. 일반 양송이는 주로 어떻게 드시나요?



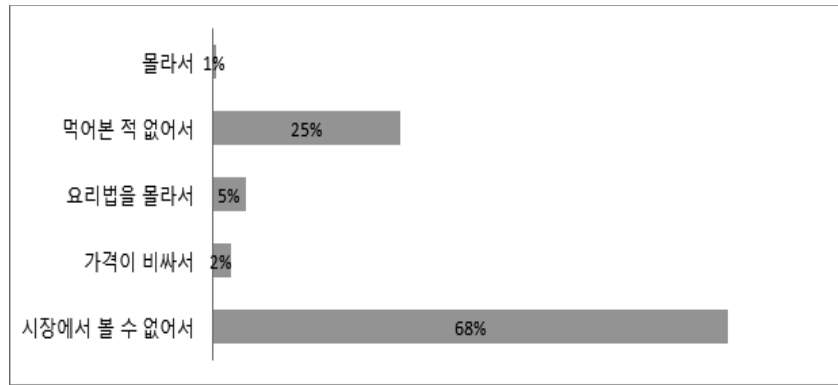
6. 갈색양송이를 드셔 본적이 있으신가요?



7. 갈색양송이를 드셔 본적이 있으시다면, 어떻게 드시나요(6번 문제, 예 응답하신 분, 296명)



8. 갈색양송이를 드셔 본적이 없다면, 그 이유는(6번 문제, 아니오 에 응답하신 분)



9. 사진(동영상)의 갈색 양송이는 우리원에서 개발한 ‘호감’이란 품종입니다. 일반 백색과 비교해서 첫 인상은 어떠신가요?

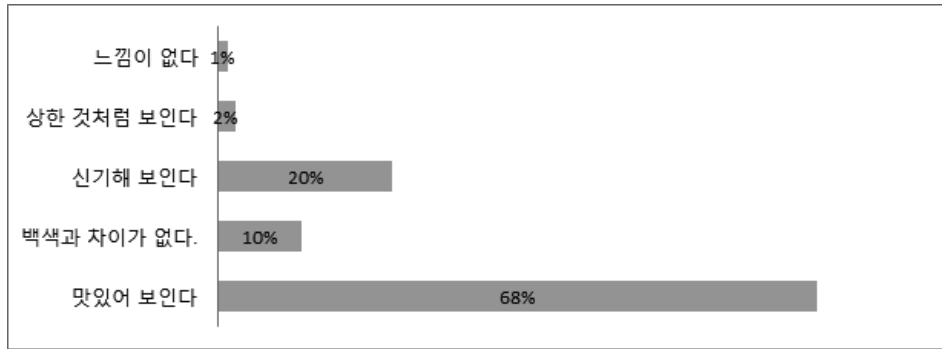


↑ 백색 양송이

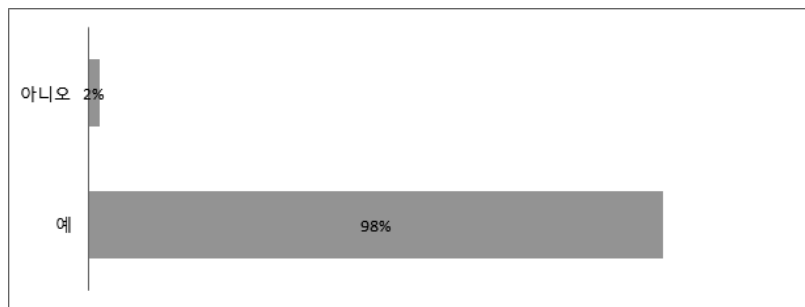


↑ 갈색 양송이

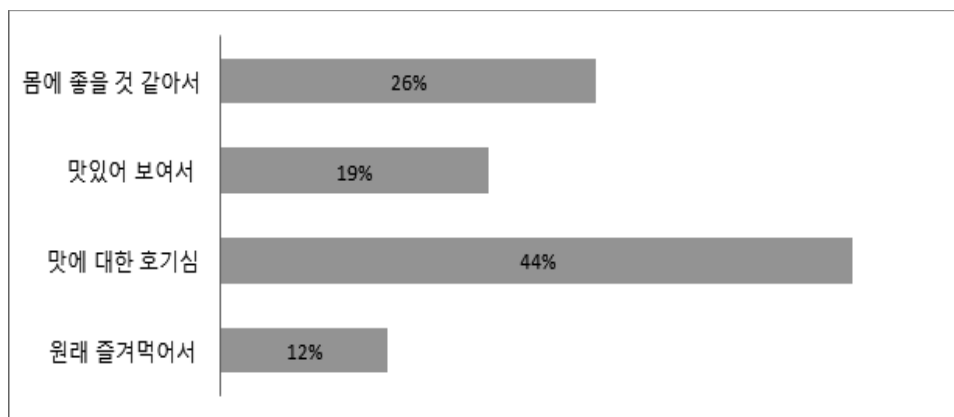




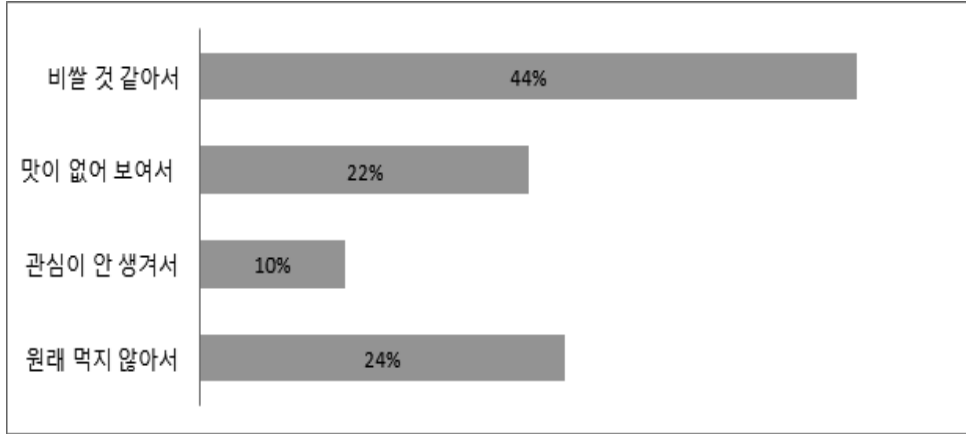
10. 갈색양송이 사진과 정보 확인 후 시장에서 버섯을 구매하실 의향이 있으십니까?



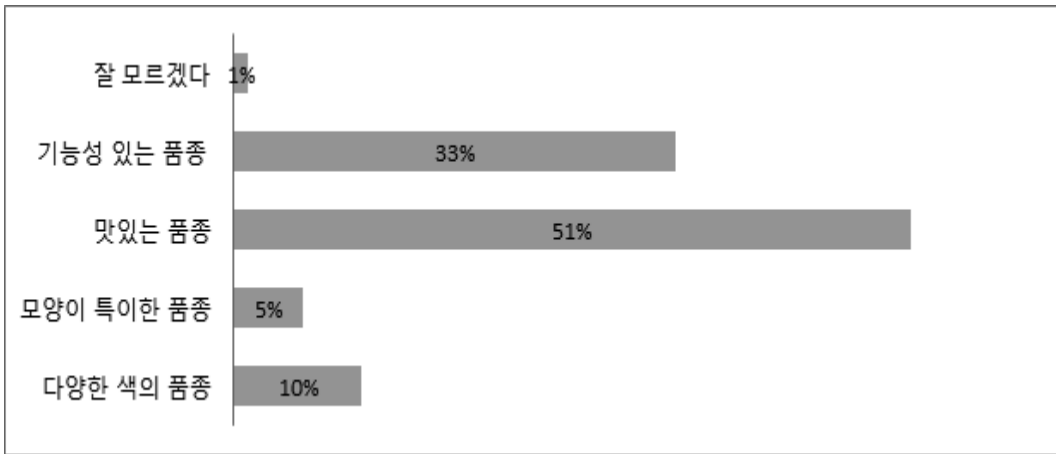
11. 구매하실 의향이 있다면, 그 이유는(10번 문제, 1번에 응답하신 분)?



12. 구매하실 의향이 없다면, 그 이유는(10번 문제, 2번에 응답하신 분, 41명)?



13. 당신이 양송이 육종가라면 어떤 품종을 만드시겠습니까?

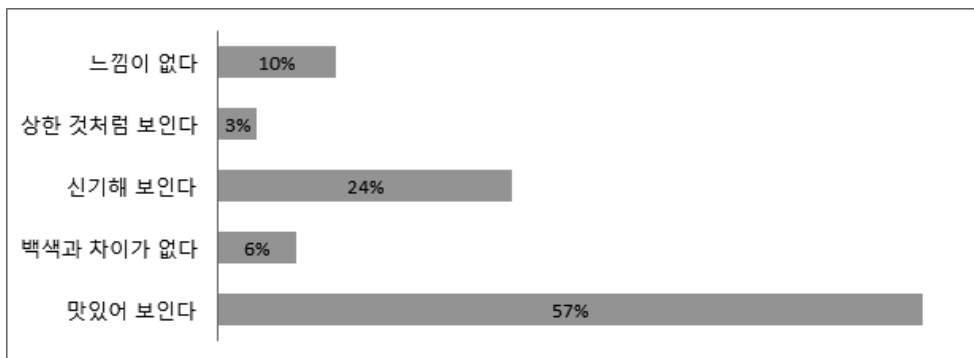


[참고 2] 갈색양송이 식미평가 2차 설문 결과

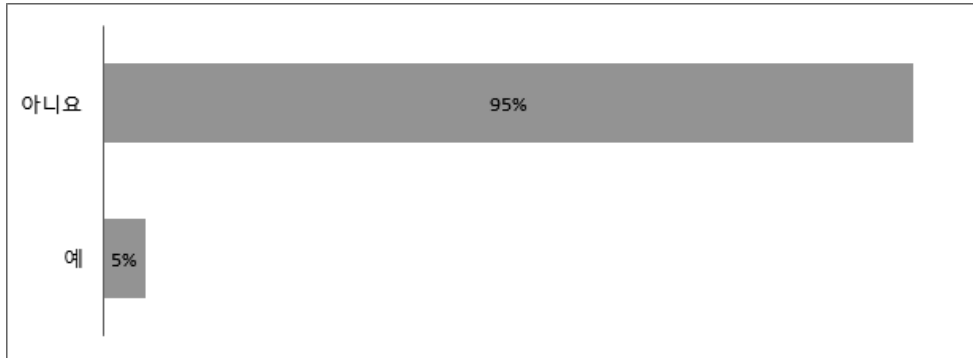
1. 성별과 연령대가 어떻게 되시나요?

가족들과 함께 즐기고 공유된 의견을 보내주어 성별과 연령은 중요하지 않았음

2. 갈색양송이 품종 ‘호감’의 실물을 본 첫 느낌은 어떠하셨나요?



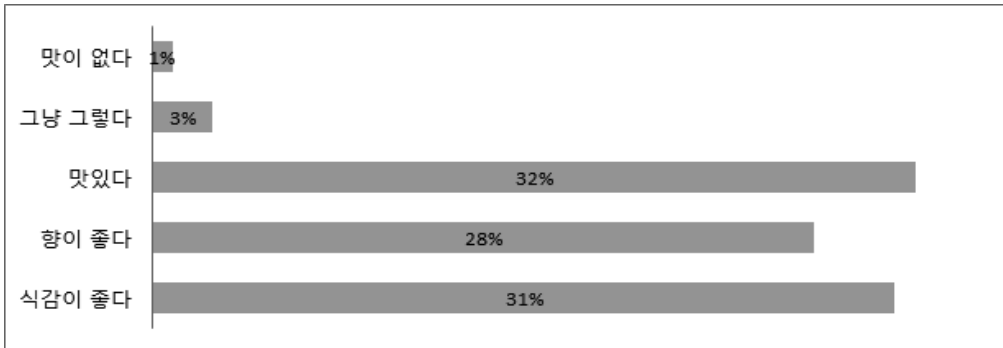
3. 일반 백색 양송이보다 갈색양송이‘호감’요리시 불편하신 점이 있었나요?



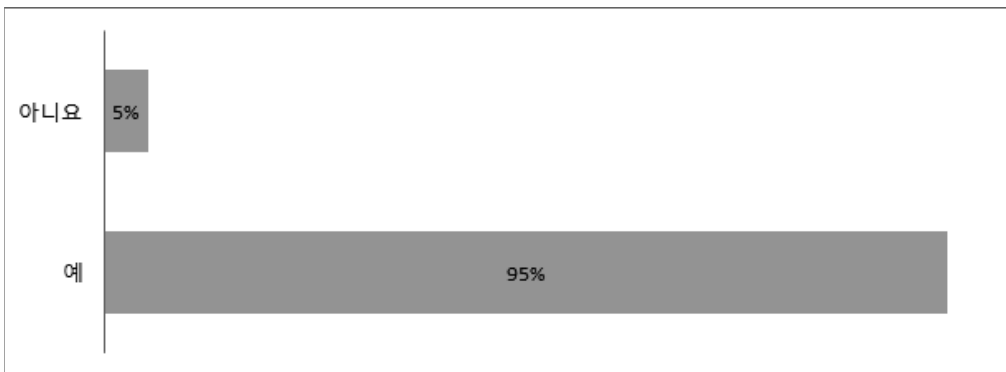
4. 불편하셨다면, 어떤 점이 불편하셨나요? (3번 문항 ‘예’에 해당하는 분)

손질시 껍질 벗겨져, 시각적으로 깨끗하지 않음

5. 일반 백색 양송이에 비해, 갈색양송이‘호감’의 맛은 어떠셨나요? (중복 가능)



6. 갈색양송이 판매 시 지속적으로 구매하실 의향이 있으신가요?



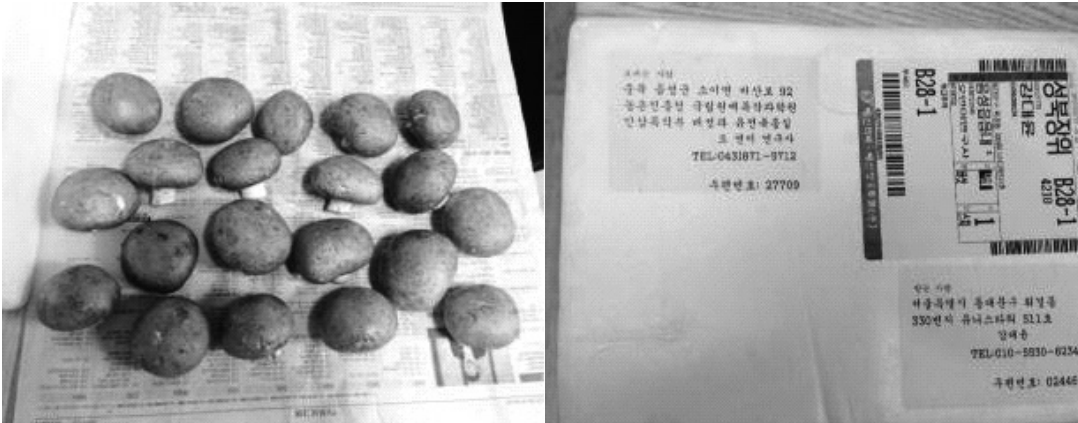
7. 구매하실 의향이 없으시다면, 그 이유는 무엇인가요?

호감에 대한 정보 부족(조리법/영양성분/갈색양송이의 효능 등

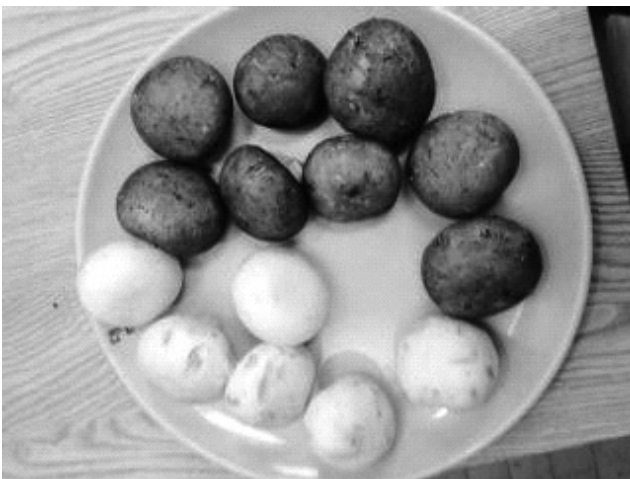
[참고 3] 참가자 베스트 후기

갈색양송이 시식 솔직 후기

◎ 이벤트로 받은 갈색양송이



이벤트 당첨 사실을 모르고 있다 택배기사의 연락을 받고 기쁜 마음으로 수령 후 개봉 갈색양송이 첫인상은 아기 표고버섯 느낌, 평소보던 하얀색 양송이와는 많이 달라보였다.



◎ 하얀양송이와 비교

갈색양송이와 일반 양송이의 차이를 비교 확인하고 싶어 일반 양송이 한팩 구입.

일단 색깔에서 확연한 차이가 난다. 크기나 단단함은 비슷하고.

향은 하얀양송이는 다소 밋밋한 양이 열게 나는 반면, 갈색양송이는 약간 비릿한 향이 있었다.

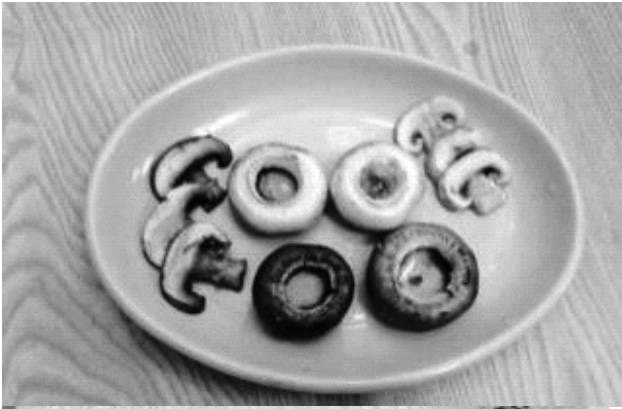
(손질을 안해서 그런가??)

◎ 진짜 비교는 먹어봐야 알지

우선 본연의 맛을 비교하기 위해 아무런 양념없이 소금간만하고 구워보았다.

통으로 슬라이스로,

전체적으로 갈색양송이가 수분 함량이 많은지 즙이 많이 생겼다. 구웠을 때 단단함은 비슷하고, 맛에도 큰 차이가 없었다. 다만, 갈색양송이 향이 좀더 강한듯하다.



버섯 맛에 치중하기 위해 양념이 약한 조리법으로 버섯타바스와 오일파스타 요리  
 버섯타바스에는 마늘버터와 방울토마토  
 오일파스타에는 청경채와 양파를 추가하여  
 아삭한 식감을 더했음.  
 그리고 시원한 맥주한잔



개인적으로 버섯은 오일을 이용한 요리에 어울리는 것 같다. 그냥 구우면 밋밋하고 스프나 국에 들어가면 존재가 잘 들어나지 않는 것 같다.  
 버섯타바스는 버섯이 메인인지라 토핑을 살짝 가미하듯 올렸는데 갈색양송이가 하얀양송이에 비해 다른 재료에 밀리지 않고 향과 맛이 어울리고 있음. 하얀양송이는 향이 부족함.



오일파스타에서는 갈색이나 하얀 양송이 둘다 비슷하고 두드러지지 않았음.

볶음요리 두 번째로 굴소스를 이용한 소시지 야채볶음과 맥주

개인적으로 이요리엔 갈색양송이가 가장 잘 어울렸던 것 같다.

사등분한 버섯이 단단한 식감을 유지하면서도 간간한 소스가 잘 스며들어 풍미가 훨씬 좋아졌다.

게다가 하얀양송이는 소스에 의해 색이

변하였지만 갈색양송이는 그색 그대로 유지되어 시각상으로 보기에 좋았다.

이상 갈색양송이 버섯과 하얀양송이 버섯을 간략히 비교해 보았는데, 요리실력이 미천하여 각각의 풍미를 잘 살리지 못한 것 같아 아쉽고, 볶음요리 위주로 시평을 한것도 아쉽다.

양송이스프나 양송이계란탕, 버섯전골 등 국물요리에도 응용을 해보고 싶었으나 맛을 제대로 살리지 못할 것 같아 이번엔 패스했다. 조만간 국물류 및 고기와의 궁합도 확인해 보고 새송이 버섯, 느타리버섯 등 다른 버섯들과도 차이가 무언지도 알아봐야겠다.

### ◎ 갈색양송이 버섯 총평

식감이나 맛에 있어 하얀양송이와 커다란 차이가 없는 것 같다. 다만 수분함량이 좀 더 많은 듯하고 이에 약간 진한 소스와 잘 어울리는 듯하다. 향은 생일 때 다소 비릿한 향이 있었으나 요리시에는 하얀양송이와 별반 차이가 없었다.

맛이나 식감, 향 등이 그리 유별나지 않아 쉽게 접할수 있고 다양한 요리에 사용이 가능하다고 생각된다. 다만 유통과정상의 문제인지 마트 등에서 볼 수 없는 것이 아쉽다.

[참고 4] 참가자 블로그 게시 사례

주소: <http://blog.naver.com/nayounoh/220945999300>

★오늘 다이어트-

[채식식단/ 양송이카레 레시피]갈색양송이 활용했어요

2017.02.27, 18:20

URL 복사 | -----



# 갈색양송이 카레 만들기

버섯이 너무 예뻐보이지?  
바로 갈색양송이인데요  
외국에서는 크레미니(Cremini)버섯으로  
불리우는 종류이래요



갈색양송이의 우수성을 확인하기 위해 백색양송이 ‘도담’과 ‘단석1호’를 비교하여 기능성을 분석하였다. 백색양송이는 당도와 에르고스테롤이 높았으며, 갈색양송이는 베타글루칸, 비타민(B1, B3, B6, C), 에르고치오네인, 폴리페놀이 높았다.

□ 성과

(품종등록) 여름양송이 ‘하리’(출원번호 2017-230)와 ‘도담’(출원번호 2018-11)은 등록을 위해 1·2차 재배심사를 진행하여 ‘하리’는 제8333호, ‘도담’은 제7964로 등록되었다.

(리플릿제작) ‘세계인들이 가장 많이 먹는 양송이 I’를 1단계에서 제작하고, 2단계에서 II를 양송이에 대한 기능성 및 갈색양송이 홍보에 대한 내용을 추가하여 제작하였고, III에서는 재배농가를 위해 PLS, 수확후 관리 요령을 추가하여 제작 및 배포하였다.

**육성년도 2015**  
**밝은 갈색 품종 '호감'**  
 • 균사배양 최적온도는 23-25°C, 배섯생육온도는 13-18°C로 갈색계통임  
 • 배섯의 대 굵기가 두껍고 배섯형태가 우수하며, 상자당 평균수량은 1,084g/상자임  
 • 배섯의 개체중이 많이 나기에, 밝은 갈색의 깃털을 가짐

**육성년도 2016**  
**여름양송이 품종 '하리'**  
 • 국내 최초로 고집된 여름양송이 품종  
 • 균사배양 최적온도는 25-30°C, 배섯발생 및 배섯생육온도는 20-25°C로 고온성 백색계통임  
 • 대조구인 '여름양송이1호' 보다 균사배양이 2일정도 느리나, 개체중이 많이 나기에, 배섯이 단단하고 저장성이 우수함

**육성년도 2017**  
**단단한 고품질 품종 '도담'**  
 • 균사배양 최적온도는 23-25°C, 배섯생육온도는 13-18°C로 백색계통임  
 • '새도' 품종보다 균사배양이 빠르고, 형태와 깃털이 우수하며, 상자당 평균수량은 2,203g/상자임  
 • '도담'이라는 품종명처럼 단단하고 아무진 통통함

**양송이 품종보호출원 및 등록 현황**

출원년도	품종명	출원인	등록일	기타
2010	다향	충청남도농업기술원	2012.08.20	품종보호등록
2011	새아	농촌진흥청	2012.06.13	품종보호등록
2012	설강	충청남도농업기술원	2013.03.12	품종보호등록
2012	새정	농촌진흥청	2015.06.04	품종보호등록
2013	새연	농촌진흥청	2015.06.04	품종보호등록
2013	새도	농촌진흥청	2015.06.04	품종보호등록
2013	설원	충청남도농업기술원	2015.06.04	품종보호등록
2014	새한	농촌진흥청	2016.12.23	품종보호등록
2015	효감	농촌진흥청		재배심사
2016	진향	충청남도농업기술원		재배심사

**국내 양송이 품종의 영양성분**

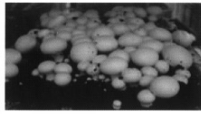
\*'새아' 품종은 총 식이섬유, 비타민 B2, B3, '새도' 품종은 구리, '새한' 품종은 비타민 B1, '호감' 품종은 단백질과 구리가 많았다.

분석항목명	시료명	양송이(백색 계통) (새아)	양송이(백색 계통) (새도)	양송이(백색 계통) (새한)	양송이(갈색 계통) (호감)	느타리 (대조구)
수분(%)	100g	90.29	90.77	92.28	90.32	90.32
단백질(%)	100g	3.42	2.84	2.35	3.39	2.52
비타민B1(mg/100g)		0.06	0.06	0.08	0.05	0.06
비타민B2(mg/100g)		0.46	0.40	0.32	0.45	0.15
나이아신(mg/100g)		2.37	2.06	1.86	2.23	1.87
Cu(구리)(mg/100g)		0.40	0.43	0.42	0.43	0.25
S(황)(mg/100g)		389.22	350.93	328.09	343.75	247.82
총식이섬유(%)	100g	2.09	1.84	1.22	1.79	1.99

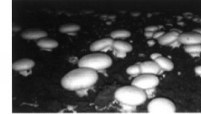
\* 새아: 새아향(백색), 다향(백), 고품질(백), 배섯(갈색) / 새한: 새한(백) / 새도: 새도(백) / 호감: 호감(갈색)  
 비타민 B3: 신장건강, 콜레스테롤, 피부 수분 유지 / 단백질: 근육의 구성성분 / 구리: 혈관의 흡수, 세포호흡

<그림. 세계인들이 가장 많이 먹는 양송이 II 리플릿>

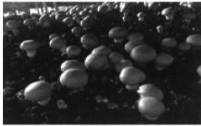
국산 양송이 품종 소개



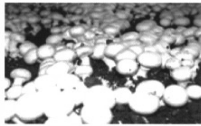
군사 배양이 우수한 품종 '새도'  
(육성년도 2012)



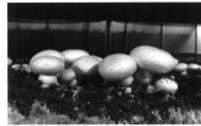
어름양송이 품종 '하이'  
(육성년도 2016)



밝은 갈색 품종 '호감'  
(육성년도 2015)



최초의 다수확 교배품종 '새아'  
(육성년도 2010)



갓 색이 우수한 품종 '새한'  
(육성년도 2013)



단단한 고품질 품종 '도담'  
(육성년도 2017)

← 수량이 많고, 재배가 쉬움

→ 수량이 적당하고, 고품질

<그림. 세계인들이 가장 많이 먹는 양송이 III 리플릿>

(업무협약) 2017년 4월 18일 '[사]한국종균생산협회', 2018년 8월 31일 경주버섯연구회, 2019년 7월 9일 동부여양송이배지센터와 업무협약을 체결하였다.

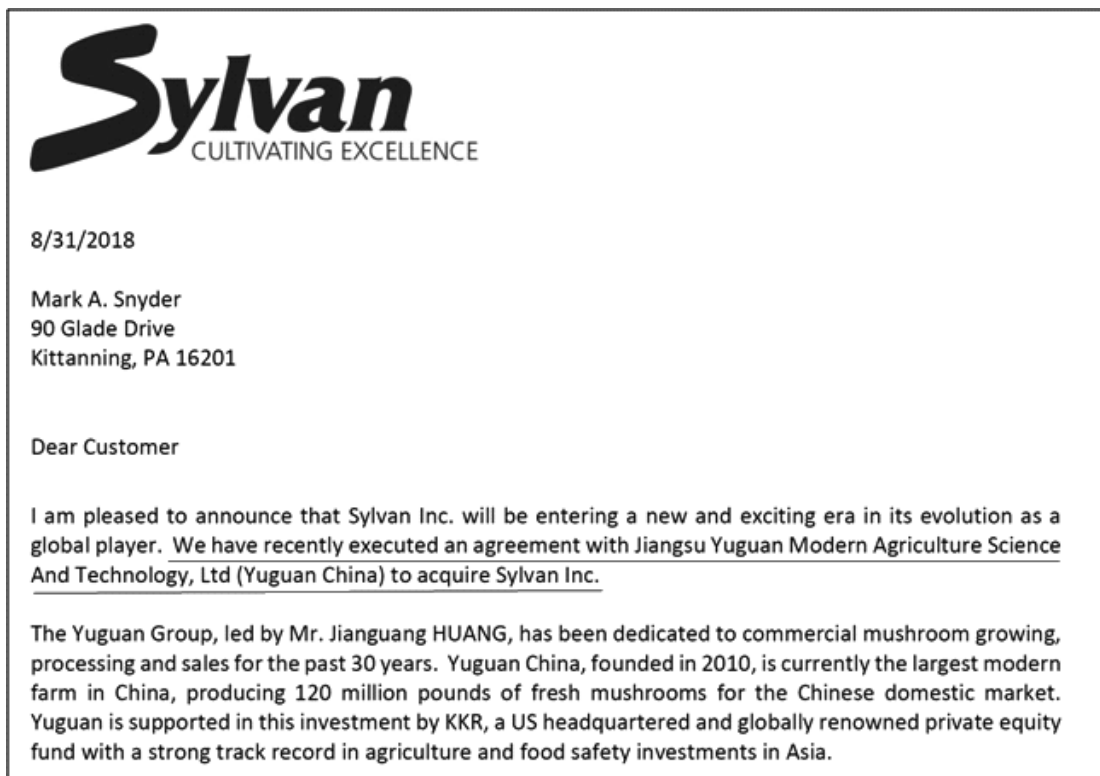
[사]한국종균생산협회	경주버섯연구회	동부여양송이배지센터
<p>□ 주요 협약 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종균협회 지정 농장을 통한 신품종 실증시험 협력</li> <li>○ 신품종에 적합한 버섯배지와 신품종 공동 연구 협력</li> <li>○ 농진청 육성 신품종 통상 실시 및 농가 보급 지원</li> <li>○ 연도별(품목별) 국산 보급률 및 종균 공급량 조사 제공</li> </ul>	<p>□ 주요 협약 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 버섯 품종의 특성과 재배 기술에 대한 상호 정보 제공 협력</li> <li>○ 계통을 포함한 신품종 또는 신기술 실용화를 위한 실증 사업 협력</li> <li>○ 버섯과 육성 신품종의 시장진입을 위한 홍보</li> <li>○ 기타 양 기관의 목표와 일치하는 업무 협력</li> </ul>	<p>□ 주요 협약 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 버섯 품종의 특성과 재배 기술에 대한 상호 정보 제공 협력</li> <li>○ 버섯과 육성 신품종의 시장진입을 위한 홍보</li> <li>○ 양질의 완성형배지 제조를 위한 기술 협력</li> <li>○ 기타 양 기관의 목표와 일치하는 업무 협력</li> </ul>



## <마케팅\_1세부 위탁과제>

### □ 국내 양송이품종의 시장 분석

국내 양송이 종균은 최근 수입종균의 시장확대로 국내 종균과의 비교가 더욱 뚜렷해지고 있으며, 국내품종이 농가에서 수입품종보다 기형 및 각종 병해충 발생도 많다고 알려져 있다. 이에 따라 대규모 재배농가의 경우 안정생산을 위해 수입품종으로 전환 중이지만, 국산품종을 접종하여 생산하는 블록배지에서는 문제발생빈도가 적어, 배지 품질의 문제점을 모두 종균문제로 인식하고 있다고 생각한다. 친환경재배가 늘면서 점차 갈색양송이 재배가 늘고 있지만, 현재 갈색종이 백색종에 비해 가격이 낮아 재배 확대가 어려운 상태이다. 국외는 양송이 품종 A15, 737 등을 판매하는 글로벌 '실반'업체가 중국 'Yuguan'과 합병하여 중국으로부터 투자를 받고 있는 중이다. 이에 따라 점차 외국 종균업체가 아시아로 확장하고 있는 상황으로 국내 진주종균 업체가 글로벌 종균업체의 한국지점 건립을 추진 중에 있으며, 이에 따라 국내 종균업체들이 국산품종에 대한 보급 확대가 축소될 것이라고 우려하고 있다.



<그림. 글로벌 종균업체 '실반'의 중국기업 'Yuguan'과 합병>

### □ 개발 신품종의 국내 시장 확대

'19년도 판매량을 기준으로 국내 유통 국산품종의 인지도를 조사하였다. GSP과제 1단계에서 육성한 '새한'이 47.8%로 가장 많이 보급되고 있었으며, 그 다음 2단계에서 육성한 '도담' 품종이었다.

<표. 종균 판매량 기준 인지도 조사>

품종명	단석1호	새도	도담	새한	설강	설원,진향	호감,여름
판매비율(%)	0.4	9.5	38.9	47.8	3.4	0.1	-
순위	5	3	2	1	4	6	7

'하담' 품종의 평가회를 개최('19. 8. 24.)하려 하였으나, 코로나19 확산으로 인한 거리두기 2단계 격상으로 취소되어 비대면 품종 홍보를 위한 관련 동영상 제작 후 국내 농가에 배포하였다('19. 9. 9.).



<그림. '하담'품종 동영상 홍보>

□ 농가 재배구매율 향상을 위한 지속적 모니터링 환류

다양한 한국형 품종 보급과 젊은 귀농인들의 기술력 그리고 배지센터 건립에 따른 배지의 품질 향상에 따라 생산량이 증가되고 있으며(35kg/3.3m<sup>2</sup>→ 40~60kg), 배지 품질이 향상됨에 따라 최근 개발된 '도담' 품종의 균 세력이 강하여, 스트로마 발생빈도가 높음에 따라 완성형 배지에 맞은 계통 선발이 필요하다고 사료되었다. '하담'품종의 보급 확산을 위해 2차례 1세 부과제와 설명회를 개최하고 농가의 의견을 수집하였다. 최근에는 이마트와 연계하여 '새한' 출하를 협의하였고, 앞으로 양송이 포장업체 섭외 후 '새한' 품종을 별도로 판매할 예정이다.



<그림. 이마트 담당자와 '새한' 재배농가 방문 협의>

<중부지역 품종보급\_2세부과제>

□ 국내육성 신품종 전시포 및 지역적응성 시험 시범포 설치

국내육성품종 홍보를 위한 전시포를 각 연도별 3개소 총 15개소 설치하였다. 3년차에는 부여 석성 증산리 이영복 농가에는 도담, 호감, 새한, 설강, 진향, 새도, 외국품종 7품종을 재배하여 3월에서 9월부터 운영하였고, 보령 성주 개화리 김종화 농가에서는 호감, 진향, 다향, 외국품종을 재배하여 3월부터 10월까지 운영하였다.

<표. 1년차 국내육성품종 홍보를 위한 전시포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	면적(m <sup>2</sup> )	경력(년)	특기사항
전 시 포	이영복	부여군 석성면 증산리	165	25	중부지역
	김종화	보령시 성주면 개화리	165	22	
	서정갑	경주시 건천면	165	17	남부지역



<그림. 전시포 국내육성 양송이 품종비교>

<표. 2년차 국내육성품종 홍보를 위한 전시포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	면적(m <sup>2</sup> )	경력(년)
전 시 포	이영복	부여군 석성면 증산리	165	25
	김종화	보령시 성주면 개화리	165	22
	서정갑	경주시 건천면	165	17

<표. 3년차 국내육성품종 홍보를 위한 전시포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	면적(m <sup>2</sup> )	경력(년)
전 시 포	이영복	부여군 석성면 증산리	165	25
	김종화	보령시 성주면 개화리	165	22
	김현섭	부여군 석성면 현내리	165	11



<그림. 전시포 국내육성 양송이 품종비교>

<표. 4년차 국내육성품종 홍보를 위한 전시포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	면적(m <sup>2</sup> )	경력(년)
전 시 포	이영복	부여군 석성면 증산리	165	25
	김종화	보령시 성주면 개화리	165	22
	김현섭	부여군 석성면 현내리	165	11

<표. 5년차 국내육성품종 홍보를 위한 전시포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	면적(m <sup>2</sup> )	경력(년)
전 시 포	김동찬	부여군 석성면 정강리	165	19
	이성열	논산시 부석면 탑정리	165	15
	정해평	부여군 초촌면 초평리	165	11

국내 육성품종의 지역적응성 시험을 위해 농가실증 시범포를 연차별로 3개소씩 총 15개소 운영하였다. 1년차 실증시 ‘새한’, ‘호감’ 모두 수량성이 외국품종대비 적은 것을 확인할 수 있었다. ‘새도’와 ‘새한’을 비교하였을 때는 ‘새한’이 ‘새도’보다 개체중은 적지만 갯이 밝은 것을 확인할 수 있었다. 3년차의 갈색품종별 지역적응성 시험결과는 ‘호감’이 외국품종보다 수량성은 적지만 갯이 어두운 갈색톤을 가지는 것을 확인하였다. 현재 신품종 양송이 재배동향은 2월~3월경 양송이 가격 35,000원/2kg박스 까지 오르고 있으며, 코로나19로 인해 학교 단체급식 등이 취소에 따른 금년도 갈색 양송이 수요는 전년보다 소비 크게 줄었다. 국내육성은 주로 백색종은 ‘도담’, ‘새한’, ‘설강’ 위주로 종균을 생산 공급하면서, 양송이 재배농가의 다양한 품종 선택 어려워지고 있었다. 특히 갈색 품종(호감 다향, 진향등)종균 생산량 부족으로 농가의 공급이 곤란한 상태이다. 특이점으로 SBS-TV 백종원 “맛남의 광장(74회)”에 충남 부여 양송이가 소개되면서 온라인을 중심으로 양송이 조리식품 판매가 증가되었다.

<표. 1년차 국내육성 품종의 지역적응성 시험을 위한 농가실증 시범포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	규모(m <sup>2</sup> )	경력(년)	특기사항
지역적응 시범포	김동찬	부여군 석성면 정강리	165	18	중부지역
	김명수	보령시 성주면 개화리	165	15	
	박홍대	경주시 건천면	165	22	남부지역

<표. 국내육성 품종 수량성 비교>

구 분	품종명	균배양기간(일)		초발이소요 기간(일)	수량성 (kg/3.3m <sup>2</sup> )	수량지수 (%)
		복토전	복토후			
백 색	새 한	15	7	35	32.0	100
	외국품종	15	7	35	33.3	104
갈 색	호 감	15	8	36	35.0	109
	외국품종	15	8	36	36.9	115



<새한>



<새도>



**경주지역 품종비교  
전시포  
양송이 버섯  
자실체 발생형태 비교**

<그림 국내육성 품종 자실체 형태 비교>

<표. 양송이 특성 조사 (지역적응성 김정포 박홍대 농가)>

품종구분	초발이 일수	수확 일수	갓		개체중	경도 (g)	색도			수확량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )
			넓이	두께			L	a	b	
새도	17.0	8.0	42.0	21.9	17.8	14049	89.9	-0.2	7.9	60.0
새한	17.0	8.0	41.0	21.8	16.8	11058	92.1	-0.3	8.5	60.0

<표. 2년차 국내육성 품종의 지역적응성 시험을 위한 농가실증 시범포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	규모(m <sup>2</sup> )	경력(년)
	김동찬	부여군 석성면 정강리	165	18
지역적응 시 범 포	이성열	논산시 부적면 탑정리	165	13
	박홍대	경주시 건천면	165	22



<그림 국내육성 품종 자실체 형태 비교>

<표. 3년차 국내육성 품종의 지역적응성 시험을 위한 농가실증 시범포 : 3개소>

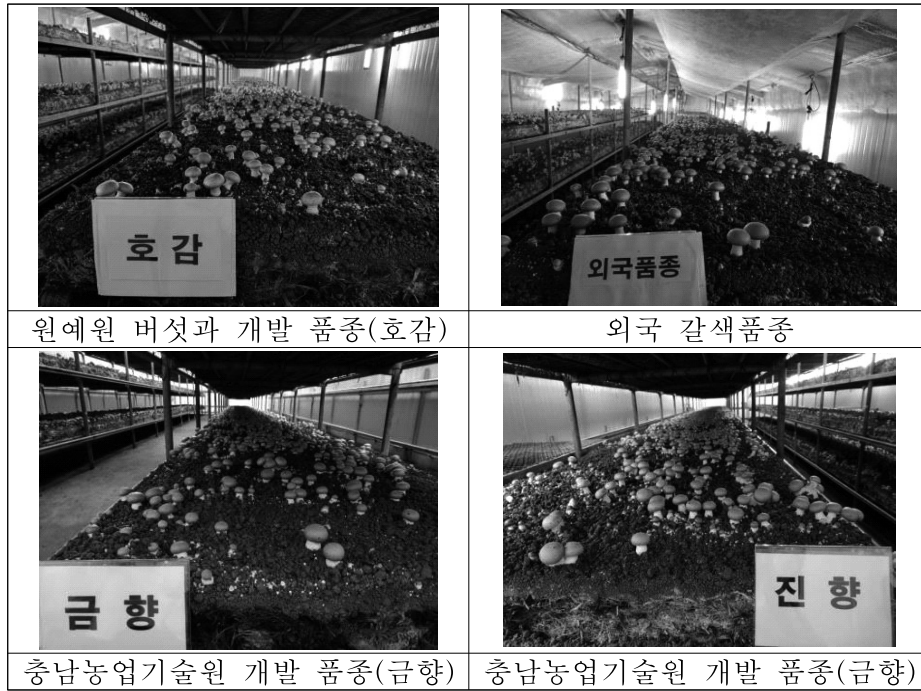
구 분	농가명	지 역	규모(m <sup>2</sup> )	경력(년)
	김동찬	부여군 석성면 정강리	165	18
지역적응 시 범 포	이성열	논산시 부적면 탑정리	165	13
	정해평	부여군 초촌면 초평리	165	10

<표. 품종별 재배적 특성>

계 통	균사 성장적온(°C)	버섯 발생적온(°C)	생육적온(°C)	갓 색깔	갓 형태
호감	23-25	13-15	13-18	갈색	구형
금향	23-25	16-18	16-18	진갈색	반구형~구형
진향	23-25	16-18	16-18	진갈색	반구형~구형
외국품종	23-25	16-18	13-18	진갈색	반구형

<표. 품종별 재배기간>

계 통	균배양기간	복토후 발이 소요일수	자실체 생육일수
호감	15일	35	5.0
금향	15일	28.7	7.6
진향	15일	28.1	7.5
외국품종	15일	28.7	6.5



<그림. 품종별 균상재배 형태적 특성>

<표. 자실체 형태적 특성 및 경도 비교>

계 통	형태적 특성 (mm)				경도 (kg/15mm)	수 량 (kg/m <sup>2</sup> )	수량지수
	갓직경	갓높이	대길이	대굵기			
호감	47.0	25.4	27.7	22.3	3.40	12.8c	103
금향	37.7	13.4	26.1	14.7	1.23	14.2	106
진향	38.1	13.2	25.5	15.9	1.21	13.9	108
외국품종	37.7	12.5	25.3	15.6	4.40	26.0a	130

\* DMRT at 5% level, NS; not significant.

<표. 자실체 색도>

계 통	L		a		b		ΔE	
	갓	대	갓	대	갓	대	갓	대
호감	40.38	63.91	0.37	0.33	0.36	0.34	56.67	33.17
금향	92.84	61.21	3.51	0.34	12.93	0.35	2.25	35.85
진향	93.17	61.20	3.64	0.35	13.81	0.34	3.06	35.86
외국품종	36.18	61.22	0.35	0.33	0.37	0.36	60.87	35.87

\* L : 명도, a : 적색도, b : 황색도

\*\* ΔE(색차) =  $\sqrt{(L-L')^2+(a-a')^2+(b-b')^2}$

<표. 품종별 병해충 저항성>

품 종	버섯파리				푸른곰팡이병			
	부여1	부여2	보령1	보령2	부여1	부여2	보령1	보령2
호감	1	1	3	3	1	1	0	0
금향	1	1	3	3	1	1	0	0
진향	1	3	3	3	1	1	1	1
외국품종	1	3	3	3	1	1	1	1

※ 버섯파리 발생: 0, 미발생; 1, 적음(1~5마리); 3, 보통(6~10마리); 5, 심함(11~19마리); 7, 극심함(20마리 이상)

※ 푸른곰팡이 발생: 0, 미발생; 1, 적음(10% 이내); 3, 보통(11~30%); 5, 심함(31~50%); 7, 극심함(51% 이상); 발생율(%)=발생면적/균상면적×100

<표. 4년차 국내육성 품종의 지역적응성 시험을 위한 농가실증 시범포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	규모(m <sup>2</sup> )	경력(년)
지역적응 시범포	김동찬	부여군 석성면 정강리	165	18
	이성열	논산시 부적면 탑정리	165	14
	정해평	부여군 초촌면 초평리	165	10

<표. 5년차 국내육성 품종의 지역적응성 시험을 위한 농가실증 시범포 : 3개소>

구 분	농가명	지 역	규모(m <sup>2</sup> )	경력(년)
지역적응 시범포	황홍	논산시 동화동	165	16
	김중화	보령시 성주면 개화리	165	22
	김현섭	부여군 석성면 현내리	165	11

#### □ 국내육성 신품종 농가보급

2017~2019년 3월에서 11월까지 60개 농가(농가당 재배사 1동/200m<sup>2</sup>, 평균130kg/300병)에 충남도원 개발, 4품종(다향, 설강, 설원, 진향), 농진청 개발, 5품종(새아, 새도, 새연, 새한, 호감)을 보급하였다. 2020년에는 충남도원 개발 4품종(다향, 설강, 설원, 진향), 농진청 개발, 4품종(새도, 새연, 새한, 호감)을 보급하였다. 2021년에는 충남도원 개발 5품종(다향, 설강, 설원, 진향, 금향), 농진청 개발 5품종(새도, 새연, 새한, 도담, 호감)을 보급하였다.

<표. 국내육성 양송이 신품종 보급 농가 선정 (단위: 개소수)>

보급년도	보령시	아산시	논산시	부여군	태안군	당진시	계
2017	10	1	8	37	4		60
2018	10		8	42			60
2019	10			50			60
2020	14	1	6	39			60
2021	10	1	16	32		1	60



<표. 2017년 국내육성 양송이 신품종 농가 보급 결과>

(개소수)

품종명	보령시	아산시	논산시	부여군	태안군	계
설강	4	1		12	2	19
새도	1		1	8	2	12
설원			5	3		8
새연	2		2	6		10
새한	1			3		4
다향				3		3
호감	1			1		2
진향	1			1		2
합계	10	1	8	37	4	60

- 2017년 10월말 까지

<표. 2017년 국내육성 양송이 신품종 종균판매 매출 실적>

(단위 : 종균량 : 병/파운드, 금액 : 천원)

구분 품종명	보령시		아산시		논산시		부여군		태안군		계	
	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액
설강	1,200	1,440	300	360			3,600	4,320	600	720	5,700	6,840
새도	300	360			300	360	2,400	2,880	600	720	3,600	4,320
설원					1,500	1,800	900	1,080			2,400	2,880
새연	600	720			600	720	1,800	2,160			3,000	3,600
새한	300	360					900	1,080			1,200	1,440
다향							900	1,080			900	1,080
호감	300	360					300	360			600	720
진향	300	360					300	360			600	720
합계	3,000	3,600	300	360	2,400	2,880	11,100	13,320	1,200	1,440	18,000	21,600

<표. 2018년 국내육성 양송이 신품종 농가 보급 결과>

(개소수)

품종명	보령시	논산시	부여군	계
설강	3	2	12	17
새도	1	1	6	8
설원		2	5	7
새연				0
새한	2	2	9	13
다향			3	3
호감	1	1	1	3
진향	1		1	2
합계	8	8	37	53

\* 농가당 종균공급량 : 균상면적 200m<sup>2</sup>/동, 종균130kg/300병

\* 기간 : 2018년 1월 1일 ~ 9월 25일까지

<표. 2018년 국내육성 양송이 신품종 종관판매 매출 실적>

(단위 : 종균량 : 병/파운드, 금액 : 천원)

구분 품종명	보령시		논산시		부여군		계	
	종균량	금액	개소수	금액	종균량	금액	종균량	금액
설강	900	1,080	600	720	3,600	4,320	5,100	6,120
새도	300	360	300	360	1,800	2,160	2,400	2,880
설원			600	720	1,500	1,800	2,100	2,520
새연								
새한	600	720	600	720	2,700	3,240	3,900	4,680
다향					900	1,080	900	1,080
호감	300	360	300	360	300	360	900	1,080
진향	300	360			300	360	600	720
합계	2,400	2,880	2,400	2,880	11,100	13,320	15,900	19,080

- 기간 : 2018년 1월 1일 ~ 9월 28일까지

<표. 2019년 양송이 신품종 농가 보급 결과>

(개소수)

품종명	보령시	부여군	계
설강	3	17	20
새도	0	2	2
설원	1	3	4
새연	0	4	4
새한	1	13	14
다향	1	3	4
호감	1	1	2
진향	0	1	1
합계	7	44	51

\* 농가당 종균공급량 : 균상면적 200m<sup>2</sup>/동, 종균130kg/300병

\* 기간 : 2019년 1월 1일 ~ 9월 25일까지

<표. 2019년 국내육성 양송이 신품종 종관판매 매출 실적>

(단위 : 종균량 : 병/파운드, 금액 : 천원)

구분 품종명	보령시		부여군		계	
	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액
설강	900	1,080	5,100	6,120	6,000	7,200
새도			600	720	600	720
설원	300	360	900	1,080	1,200	1,440
새연			1,200	1,440	1,200	1,440
새한	300	360	3,900	4,680	4,200	5,040
다향	300	360	900	1,080	1,200	1,440
호감	300	360	300	360	600	720
진향			300	360	300	360
합계	2,100	2,520	13,200	15,840	15,300	18,360

\* 기간 : 2019년 1월 1일 ~ 9월 25일까지

<표. 2020년 국내육성 양송이 신품종 농가 보급 결과>

(개소수)

품종명	아산시	논산시	보령시	부여군	계
설강	1	1	2	7	11
새도	0	1	1	2	4
설원	0	2		2	4
새연	0		1	3	4
새한	0	2	4	9	15
다향	0		1	3	4
호감	0		1	2	3
진향	0		1	2	3
<b>합계</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>30</b>	<b>48 (80%)</b>

- 농가당 평균공급량 : 균상면적 200m<sup>2</sup>/동, 평균130kg/300병
- 기간 : 2020년 1월 1일 ~ 9월 20일까지

<표. 2020년 국내육성 양송이 신품종별 평균 농가보급 실적>

(단위 : 종균량 : 병/파운드, 금액 : 천원)

구분	아산시		논산시		보령시		부여군		계	
	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액
설강	300	360	300	360	600	720	2,100	2,520	3,300	3,960
새도			300	360	300	360	600	720	1,200	1,440
설원			600	720			600	720	1,200	1,440
새연					300	360	900	1,080	1,200	1,440
새한			600	720	1,200	1,440	2,700	3,240	4,500	5,400
다향					300	360	900	1,080	1,200	1,440
호감					300	360	600	720	900	1,080
진향					300	360	600	720	900	1,080
<b>합계</b>	<b>300</b>	<b>360</b>	<b>1,800</b>	<b>2,160</b>	<b>3,300</b>	<b>3,960</b>	<b>9,000</b>	<b>10,800</b>	<b>14,400</b>	<b>17,280</b>

- 기간 : 2020년 1월 1일 ~ 9월 20일까지

<표. 2021년 양송이 신품종 농가 보급 결과>

(개소수)

구분	아산시	논산시	보령시	당진시	부여군	계
설강	1	3	2	1	7	14
새도						0
설원		4			1	5
새연					1	1
새한		3	1		8	12
도담		3	3		3	9
다향			1		3	4
호감		3	2		6	11
진향			1		2	3
금향					1	1
합계	1	16	10	1	32	60

- 농가당 평균공급량 : 균상면적 200㎡/동, 평균130kg/300병

- 기간 : 2021년 1월 1일 ~ 11월 30일까지

<표. 2021년 국내육성 양송이 신품종별 평균 농가보급 실적>

(단위 : 종균량 : 병/파운드, 금액 : 천원)

구분	아산시		논산시		보령시		당진시		부여군		계	
	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액	종균량	금액
설강	300	360	900	1,080	600	720	300	360	2,100	2,520	4,200	5,040
새도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
설원	0	0	1,200	1,440	0	0	0	0	300	360	1,500	1,800
새연	0	0	0	0	0	0	0	0	300	360	300	360
새한	0	0	900	1,080	300	360	0	0	2,400	2,880	3,600	4,320
도담	0	0	900	1,080	900	1,080	0	0	900	1,080	2,700	3,240
다향	0	0	0	0	300	360	0	0	900	1,080	1,200	1,440
호감	0	0	900	1,080	600	720	0	0	1,800	2,160	3,300	3,960
진향	0	0	0	0	300	360	0	0	600	720	900	1,080
금향	0	0	0	0	0	0	0	0	300	360	300	360
합계	300	360	4,800	5,760	3,000	3,600	300	360	9,600	11,520	18,000	21,600

- 기간 : 2021년 1월 1일 ~ 11월 30일까지

□ 양송이 신제품 현장평가회 개최


1년차 국내 육성 신제품의 현장평가회를 2017년 5월 4일(목) 개최하였다. 1년차에는 국내 재배시설 및 재배환경에서 재배한 양송이 기준으로 볼 때 국내개발 품종이 외국품종과 비교해서 품질은 비슷한 수준이었으며, 국내 양송이 다양한 신제품 개발로 재배농가 품종선택의 폭 넓어졌다는 이야기를 들었다. 갈색 양송이는 품질이 우수하고 병해충에 강한 특성 있어 백색 양송이 보다 친환경 재배에 더 유리하지만, 소비자들은 특히 갈색양송이의 맛, 향, 품질 등의 우수성에 대하여 모르기에 갈색양송이의 우수성에 대하여 소비자들에게 적극 홍보 요구되며, 국내 재배시설 수준과 재배환경에 적합한 품종 개발이 필요하는 의견을 들었다.

○ 1년차 현장평가회

- (1) 일 시 : 2017. 5. 4(목) 14:00~17:00
- (2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 증산로 100-11, 이○복 농가
- (3) 참석자 : 69명(양송이 재배농가, 유통업체, 종균배양소, 관계공무원, 과제담당자 등)
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종 설명, 재배농가 사례발표, 품종평가 등  
- 국내개발 양송이 신제품 설명 (김용균, 오연이 )

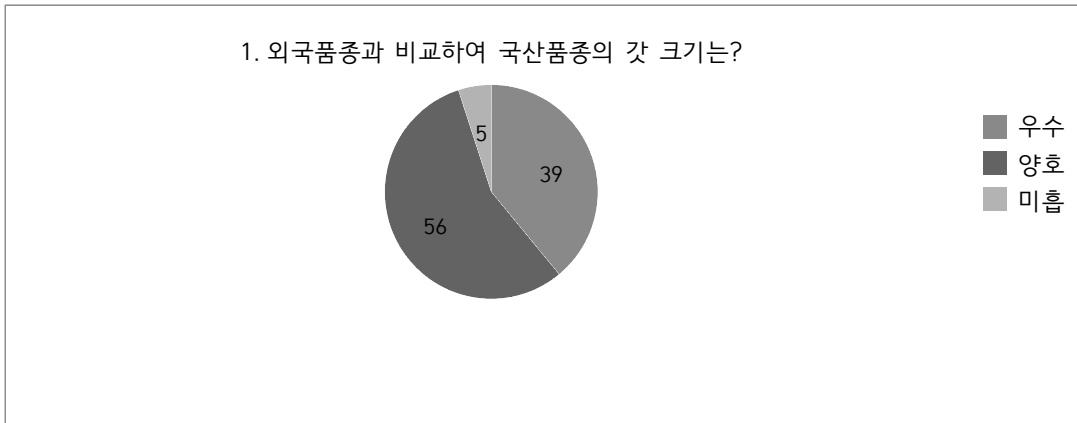
		
국내개발 양송이 신제품 현장평가	품종특성 설명(오연이)	품종특성 설명(김용균)

- (5) 주요 신제품 재배 사례발표 및 재배현장 평가(이영복 농가)
  - 충남도원 육성품종 : 진향, 다향, 설강
  - 국립원예특작과학원 버섯과 육성품종 : 새한, 새연, 새도

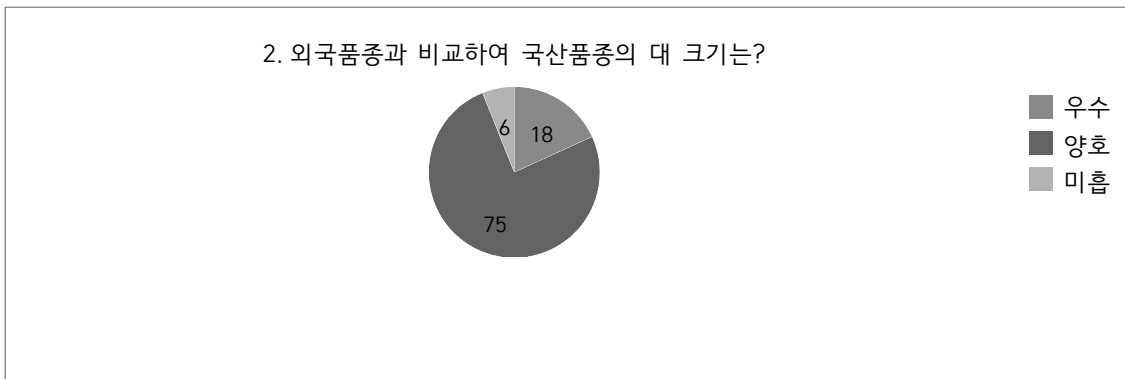
		
양송이 재배특성 평가	품종별 양송이 재배	충남농업기술원 개발 품종(다향)
		
충남농업기술원 개발 품종(설강)	농진청 원예원 개발품종(새한)	농진청 원예원 개발품종(새연)

(6) 외국품종 대비 국내육성 품종 선호도 설문조사 결과(64명 조사)

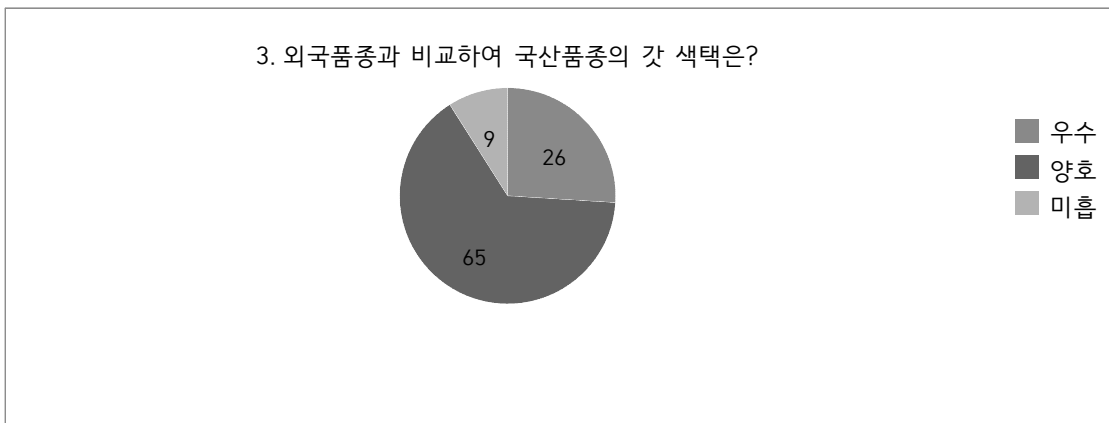
(가) 외국품종 비교하여 국산 품종의 갓 크기는 어떠합니까?



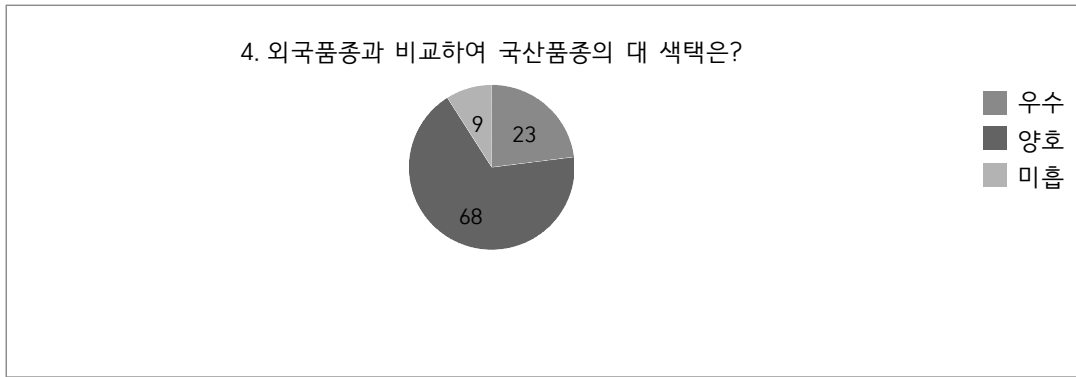
(나) 외국품종 비교하여 국산 품종의 대 크기는 어떠합니까?



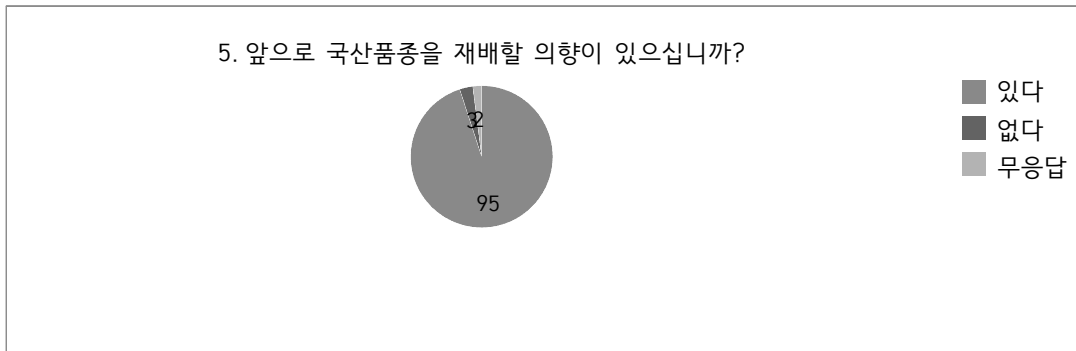
(다) 외국품종 비교하여 국산 품종의 갓의 색택은 어떠합니까?



(라) 외국품종 비교하여 국산 품종의 대의 색은 어떠합니까?



(마) 국산품종을 앞으로 재배할 의향이 있으십니까?



2년차 국내 육성 신품종의 현장평가회를 2018년 5월 18일(금)에 개최하였다. 국내개발 품종이 외국품종과 비교해서 품질은 비슷한 수준이며, 국내 양송이 다양한 신품종 개발로 재배농가 품종선택의 폭 넓어졌으며, 우량종균(선진국 수준급) 농가 보급이 절실하다고 의견이 나왔다.

○ 2년차 현장평가회

- (1) 일 시 : 2018. 5. 18(금) 14:00~17:00
- (2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 증산로 100-11, 이○복 농가
- (3) 참석자 : 78명(양송이 재배농가, 유통업체, 종균배양소, 관계공무원, 과제담당자 등)
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명, 재배농가 실증사례 발표, 품종 평가
  - (가) 국내개발 양송이 신품종 설명 (장갑열, 김용균 )
    - 충남농업기술원 개발 양송이 신품종(5품종)  
진향양송이, 다향양송이, 금향양송이, 설강양송이, 설원양송이
    - 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 양송이 신품종 (5품종)  
호감양송이, 새한양송이, 도담양송이, 새도양송이, 하이양송이

		
충남농업기술원장 인사	국내개발 양송이 품종 현장평가회	국내개발 양송이 품종 현장평가회
		
국내개발 양송이 품종 현장평가회	품종특성 설명(김용균)	품종특성 설명(장갑열)

(나) 주요 신품종 재배 사례발표 및 재배현장 평가(이영복 농가)

- 충남도원 육성품종 : 진향, 설강
- 국립원예특작과학원 버섯과 육성품종 : 새한, 호감, 도담, 새도, 새연

		
실증재배 사례발표(이영복)	양송이 품종별 특성설명	충남농업기술원 개발 품종(설강)
		
충남농업기술원 개발 품종(진향)	농진청 원예원 개발품종(호감)	농진청 원예원 개발품종(도담)

		
충남농업기술원 개발 품종(새도)	농진청 원예원 개발품종(새한)	외국품종



(3) 국내육성 품종 선호도 설문조사 결과 (64명 조사)



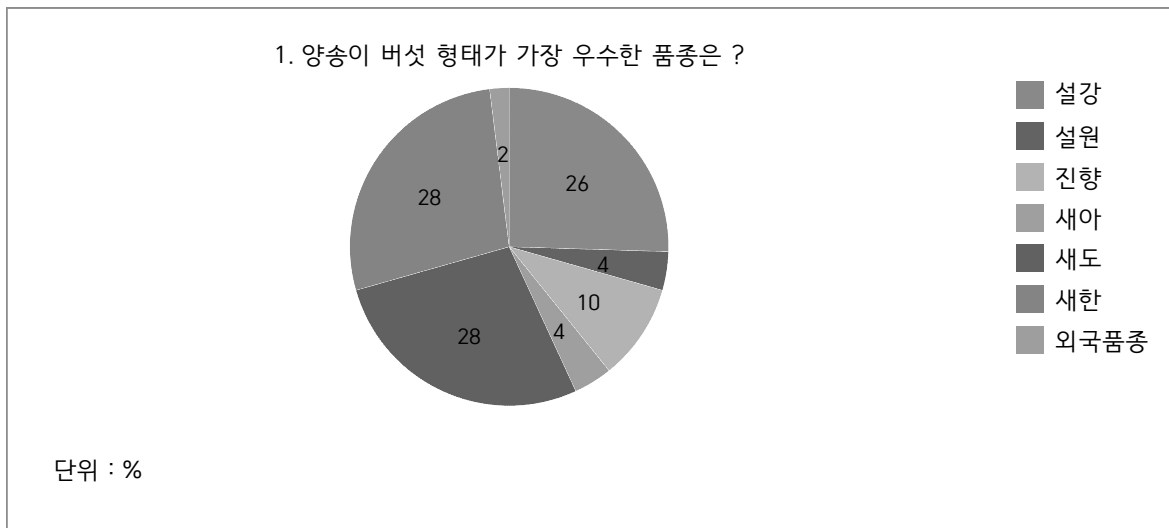
양송이 신제품 재배 특성 평가

양송이 품종별 자실체 특성평가

양송이 품종별 자실체 특성평가

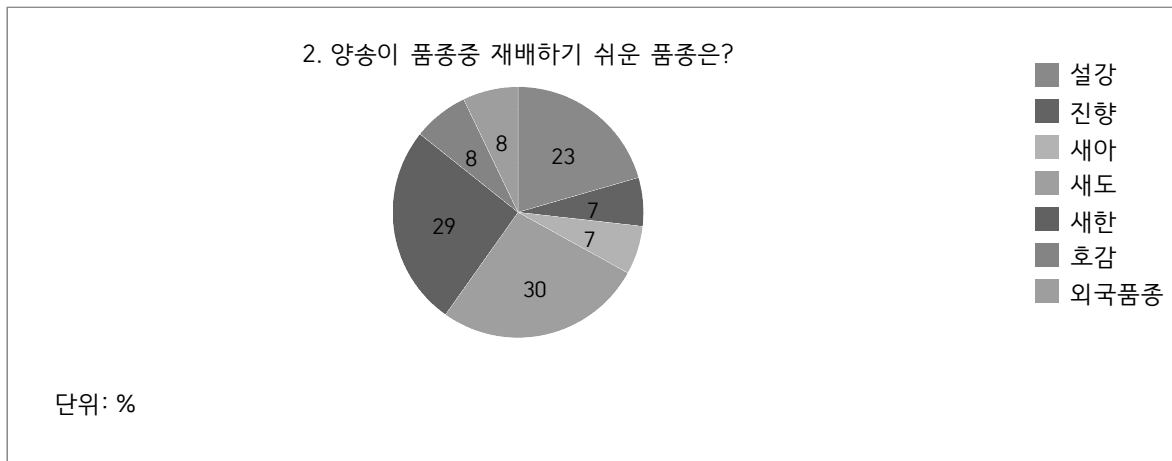
1. 양송이 버섯 형태가 가장 우수한 품종은? %

설강( 26 ), 설원( 4 ), 다향( 10 ), 진향(     ), 금향(     )  
 새아( 4 ), 새도( 28 ), 새연(     ), 새한( 28 ), 호감(     ), 외국품종( 2 )



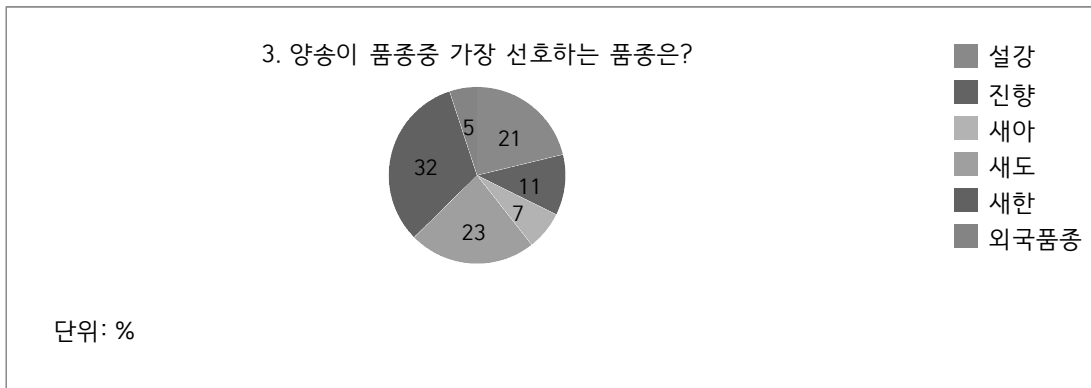
2. 양송이 품종중 재배하기가 쉬운 품종은? %

설강( 23 ), 설원(     ), 다향(     ), 진향( 7 ) 금향(     )  
 새아( 7 ), 새도( 30 ), 새연(     ), 새한( 29 ), 호감( 8 ), 외국품종( 8 )



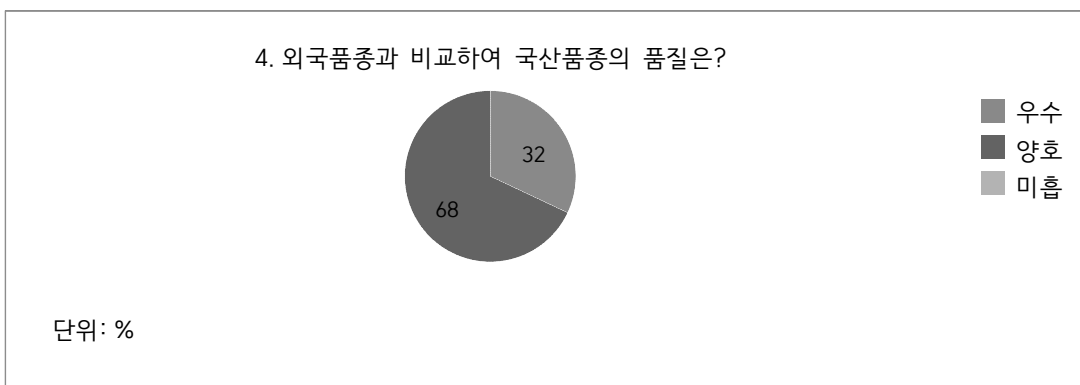
**3. 양송이 품종중 가장 선호하는 품종은? %**

설강( 21 ), 설원(    ), 다향(    ), 진향( 11 ), 금향(    )  
 새아( 7 ), 새도( 23 ), 새연(    ), 새한( 32 ), 호감(    ), 외국품종( 5 )



**4. 외국품종과 비교하여 국산품종의 품질은? %**

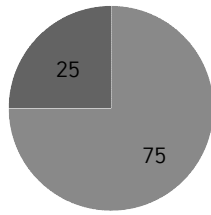
우수 ( 32 )      양호 ( 68 )      미흡 ( 0 )



**5. 앞으로 국산품종을 재배할 의향이 있으십니까? %**

지금도 재배하고 있다 ( 75 )      의향이 있다 ( 25 )      의향이 없다 ( 0 )

5. 앞으로 국산품종을 재배할 의향이 있으십니까?



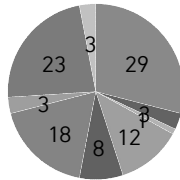
- 지금도재배하고 있다
- 의향이 있다
- 의향이 없다

단위: %

**6. 국산 품종 중 재배하고 싶은 품종은? (2개이상) %**

설강( 29 ), 설원( 3 ), 다향( 1 ), 진향( 12 ), 금향( )  
 새아( 8 ), 새도( 18 ), 새연( 3 ), 새한( 23 ), 호감( 3 )

6. 국산 품종중 재배하고 싶은 품종은?(2품종 이상)



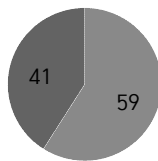
- 설강
- 설원
- 다향
- 진향
- 새아
- 새도
- 새연
- 새한
- 호감

단위: %

**7. 앞으로 갈색품종을 재배할 의향이 있으십니까? %**

의향이 있다 ( 59 )      의향이 없다 ( 41 )

7. 앞으로 갈색품종을 재배할 의향이 있으십니까?



- 의향이 있다
- 의향이 없다

단위: %

3년차 1차 국내 육성 신품종의 현장평가회를 2019년 7월 15일(월)에 개최하였다. 국내 개발 품종이 외국품종과 비교해서 품질은 비슷한 수준이며, 양송이 생산농가의 설문조사 결과 외국 품종과 국산품종의 품질 비교에서 국산품종이 우수 29%, 양호 62%로 답하고 있어 외국품종(9%) 보다 더 좋은 평가를 받고 있었으며, 국산품종 선호도는 100%로 양호하였다.

○ 3년차 현장평가회(1차)

- (1) 일 시 : 2019. 7. 15(월) 14:00~16:00
- (2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 왕릉로 455번길 14, 김동찬 농가
- (3) 참석자 : 58명(양송이 재배농가, 유통업체, 종균배양소, 관계공무원, 과제담당자 등)
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명, 재배농가 실증사례 발표, 품종 평가
  - (가) 국내개발 양송이 신품종 설명 (김용균, 오연이 )
    - ① 충남농업기술원 개발 양송이 신품종(5품종)  
진향양송이, 다향양송이, 금향양송이, 설강양송이, 설원양송이
    - ② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 양송이 신품종 (5품종)  
호감양송이, 새한양송이, 도담양송이, 새도양송이, 하이양송이



(나) 주요 신품종 재배 사례발표 및 재배현장 평가(김동찬 농가)

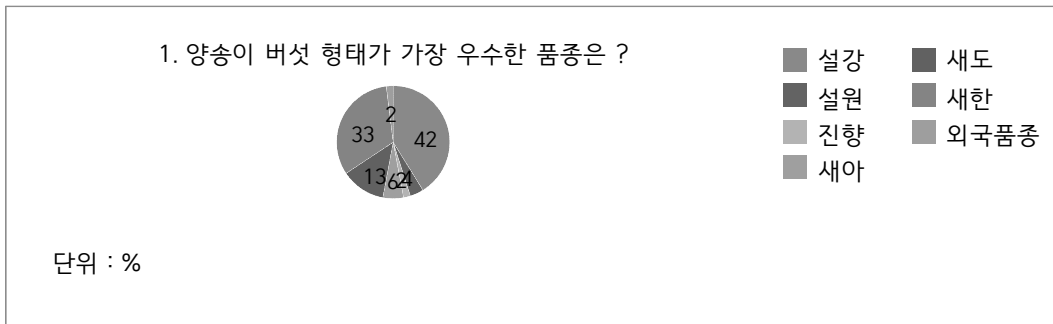
- ① 충남농업기술원 개발 신품종 : 설강양송이(1품종)
- ② 농촌진흥청 버섯과 개발 신품종 : 새한양송이, 도담양송이(2품종)
- ③ 외국품종 : A15양송이

		
국내개발 양송이 품종별 현장평가	국내개발 양송이 품종별 현장평가	국내개발 양송이 품종별 현장평가
		
실증재배 사례발표(김동찬)	양송이 품종별 특성설명	충남농업기술원 개발 품종(설강)
		
충남농업기술원 개발 품종(도담)	외국품종(A15)	농진청 원예원 개발품종(새한)

(3) 국내육성 품종 선호도 설문조사 결과 (45명 조사)

(가) 양송이 버섯 형태가 가장 우수한 품종은? %

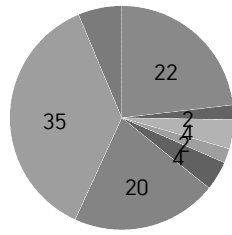
설강( 42 ), 설원( 4 ), 다향(    ), 진향( 2    ), 금향(    )  
 새아( 6 ), 새도( 13 ), 새연(    ), 새한( 33 ), 호감(    ), 외국품종( 2    )



(나) 양송이 품종중 재배하기가 쉬운 품종은? %

설강( 22 ), 설원( 2 ), 다향( 4 ), 진향( 2 ) 금향(    )  
 새아( 4 ), 새도( 20 ), 새연(    ), 새한( 35 ), 호감(    ), 외국품종( 6    )

2. 양송이 품종중 재배하기 쉬운 품종은?



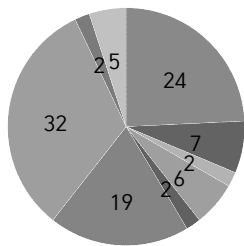
- 설강
- 새아
- 설원
- 새도
- 다향
- 새한
- 진향
- 외국품종

단위: %

(다) 양송이 품종중 가장 선호하는 품종은? %

설강( 24 ), 설원( 7 ), 다향( 2 ), 진향( 6 ), 금향( )  
 새아( 2 ), 새도( 19 ), 새연( ), 새한( 32 ), 호감( 2 ), 외국품종( 6 )

3. 양송이 품종중 가장 선호하는 품종은?



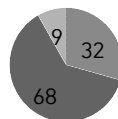
- 설강
- 새도
- 설원
- 새한
- 다향
- 호감
- 진향
- 외국품종
- 새아

단위: %

(라) 외국품종과 비교하여 국산품종의 품질은? %

우수 ( 29 )      양호 ( 62 )      미흡 ( 9 )

4. 외국품종과 비교하여 국산품종의 품질은?

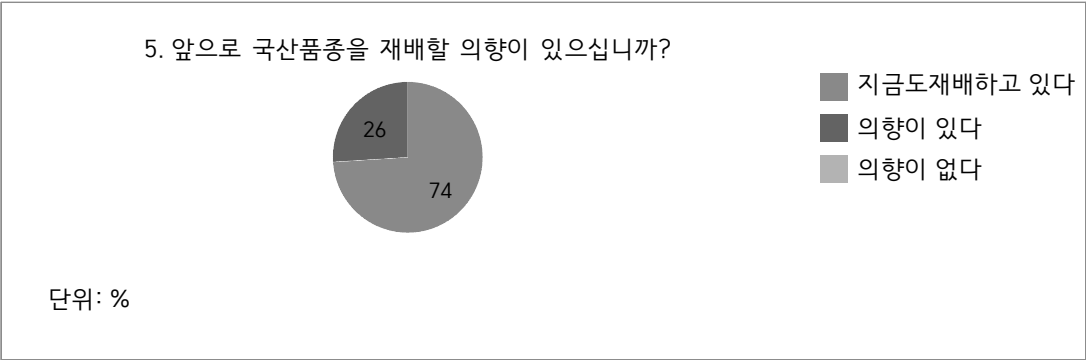


- 우수
- 양호
- 미흡

단위: %

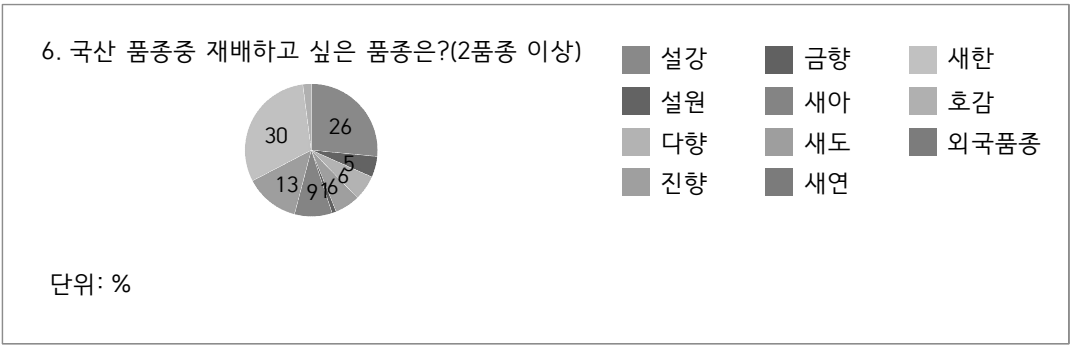
(마) 앞으로 국산품종을 재배할 의향이 있으십니까? %

지금도 재배하고 있다 ( 74 )      의향이 있다 ( 26 )      의향이 없다 ( 0 )



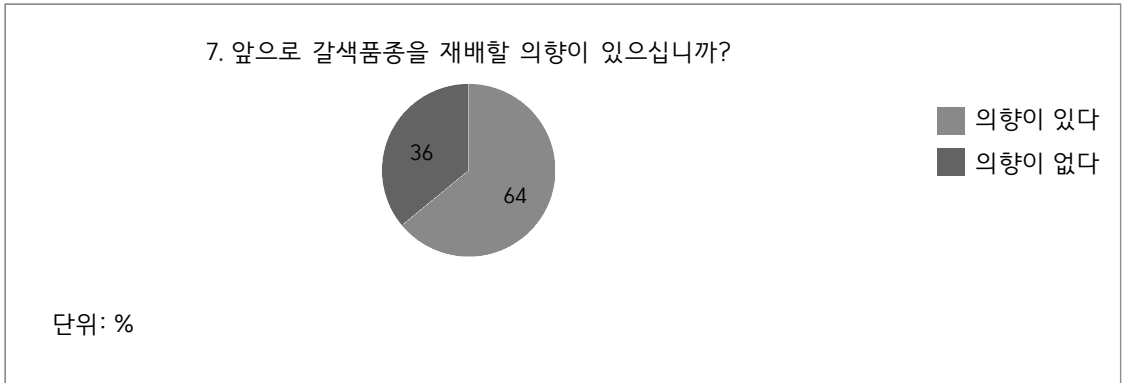
**(바) 국산 품종 중 재배하고 싶은 품종은? (2개이상) %**

설강( 26), 설원( 5 ), 다향( 6 ), 진향( 6 ), 금향( 1 )  
 새아( 9 ), 새도( 13 ), 새연( ), 새한( 30 ), 호감( 2 ), 외국품종( )



**(사) 앞으로 갈색품종을 재배할 의향이 있으십니까? %**

의향이 있다 ( 64 )      의향이 없다 ( 36 )



3년차 2차 국내 육성 신품종의 현장평가회를 2019년 10월 4일(금)에 개최하였다. 국내 개발 품종이 외국품종과 비교해서 품질은 비슷한 수준이었으며, 갈색 양송이는 품질이 우수하고 병해충에 강한 특성 있어 백색 양송이 보다 친환경 재배에 더 유리하였지만, 소비자들이 갈색양송이 잘 모르고 있어, 백색종의 생산비율이 90% 정도된 것으로 사료된다. 따라서 갈색양송이의 우수성에 대하여 소비자들에게 적극 홍보가 요구된다. 양송이 수확시 대를 살려서 수확했을 때 맛이 더 좋고, 생산성 10% 이상 증가하였으며, 여름철 고온기 재배 가능한 고온성 양송이 품

중 개발 요구되었다. 설문조사 결과 외국 품종과 국산품종의 품질 비교에서 국산품종이 우수 29%, 양호 62%로 답하고 있어 외국품종(9%) 보다 더 좋은 평가를 받고 있었으며, 국산품종 선호도는 100%로 양호하였다.

]

○ 3년차 현장평가회(2차)

(1) 일 시 : 2019. 10. 4(금) 14:00~16:00

(2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 현내리 192-2, 김현섭 농가

(3) 참석자 : 36명(양송이 재배농가 및 관계공무원등)

(4) 내 용 : 국내육성 갈색양송이 품종특성 설명, 재배농가 실증사례 발표, 품종 평가

(가) 국내육성 양송이 신제품 설명 (김용균)

① 충남농업기술원 개발 양송이 신제품(3품종) : 진향양송이, 다향양송이, 금향양송이

② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 양송이 신제품 (1품종) : 호감양송이



(나) 주요 신제품 재배 사례발표 및 재배현장 평가(김현섭 농가)

① 충남농업기술원 개발 신제품 2품종 : 금향, 진향 )

② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 양송이 신제품 1품종 : 호감양송이

③ 외국품종 : 갈색양송이

4년차 1차 국내 육성 신제품의 현장평가회를 2020년 9월 16일(수)에 개최하였다. 지금까지 개발 우수한 품종에 대한 세부적인 재배적 특성과 고품질 안정생산 재배기술 개발이 요구되며, 신제품에 대하여 우량 종균이 농가에 보급될 수 있도록 국내 실정에 맞는 종균 생산기술 개발 연구가 필요하다고 하였다. 또한, 국내 육성 신제품 재배특성에 대한 지속적인 기술지원이 필요하다고 하였다.



○ 4년차 현장평가회(1차)

(1) 일 시 : 2020. 9. 16(수) 14:00~15:00

(2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 왕릉로 455번길 14, 김○찬 농가

(3) 참석자 : 22명(양송이 신제품 재배농가 및 관계자)

\* 코로나19로 인해 참석 인원 최소화 함

(4) 주요내용

(가) 국내육성 양송이 신제품 설명 (김용균, 오연이)

① 충남농업기술원 개발 양송이 신제품(5품종)

진향양송이, 다향양송이, 금향양송이, 설강양송이, 설원양송이

② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 양송이 신제품 (5품종)

호감양송이, 새한양송이, 도담양송이, 새도양송이, 하담양송이



국내개발 양송이 품종 현장평가회



품종특성 설명(오연이)



품종특성 설명(김용균)

(나) 주요 신제품 재배 사례발표 및 재배현장 평가(김동찬 농가)

① 충남농업기술원 개발 신제품 : 설강양송이(1품종)

② 국립원예특작과학원 버섯과 개발 신제품 : 새한양송이, 도담양송이, 새도양송이 (3품종)

③ 비교품종 : 외국품종(1품종)



실증재배 사례발표(김동찬)



양송이 품종별 재배



양송이 신제품별 현장평가



국내육성 양송이 품종별  
현장평가



국내육성 양송이 품종별  
현장평가



새한양송이



(5) 국내육성 품종 선호도 설문조사 결과 (20명 조사)

(가) 양송이 버섯 형태가 가장 우수한 품종은? %

설강( 25 ), 설원( 5 ), 다향( 5 ), 진향( 5 ), 금향( )  
 새아( 5 ), 새도( 10 ), 새연( ), 새한( 30 ), 호감( 5 ), 외국품종( 10 )

(나) 양송이 품종중 재배하기가 쉬운 품종은? %

설강( 20 ), 설원( 10 ), 다향( 10 ), 진향( 5 ) 금향( )  
 새아( ), 새도( 10 ), 새연( 5 ), 새한( 25 ), 호감( 5 ), 외국품종( 10 )

(다) 양송이 품종중 가장 선호하는 품종은? %

설강( 20 ), 설원( 5 ), 다향( 5 ), 진향( 5 ), 금향( )  
 새아( 5 ), 새도( 10 ), 새연( ), 새한( 25 ), 호감( 5 ), 외국품종( 20 )

(라) 외국품종과 비교하여 국산품종의 품질은? %

우수 ( 30 )      양호 ( 60 )      미흡 ( 10 )

(마) 국산 품종 중 재배하고 싶은 품종은? (2개이상) %

설강( 25 ), 설원( 5 ), 다향( 10 ), 진향( 5 ), 금향( )  
 새아( 5 ), 새도( 10 ), 새연( ), 새한( 35 ), 호감( 5 ), 외국품종( )

(바) 갈색품종을 재배할 의향이 있으십니까? %

의향이 있다 ( 60 )      의향이 없다 ( 40 )

(사) 앞으로 국산품종을 재배할 의향이 있으십니까? %

지금도 재배하고 있다 ( 65 )      의향이 있다 ( 35 )      의향이 없다 ( )

4년차 2차 국내 육성 신품종의 현장평가회를 2020년 9월 23일(수)에 개최하였다. 금년도 갈색 양송이 수요는 코로나19로 인해 학교단체급식 등이 취소되어 소비처 전년보다 크게 줄었다. 국내육성 품종은 균 배양기간이나 복토 후 발이 소요일수에 문제가 없고, 자실체 생육 일수도 적당하며 재배하기 편하여 현재까지 양호으로 만족을 하였지만, 앞으로 새로운 품종 육성보다는 지금까지 개발 우수한 품종에 대한 세부적인 재배적 특성과 고품질 안정생산 재배기술 개발이 필요하다고 하였다.

○ 4년차 현장평가회(2차)

(1) 일 시 : 2020. 9. 23.(수) 15:00 ~ 16:00

(2) 장 소 : 보령시 성주면 개화리 233-2 김○화 농가

(3) 참석자 : 16명(양송이 재배농가 및 관계자) /코로나19로 인해 참석 인원 최소화 함

(4) 주요내용

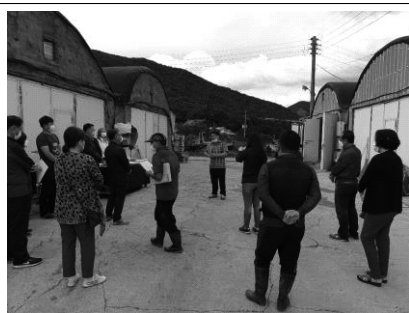
(가) 국내육성 양송이 신제품 설명 (김용균)

① 충남농업기술원 개발 : 3품종(진향양송이, 다향양송이, 금향양송이)

② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 : 1품종(호감양송이)



국내개발 양송이 품종 현장평가회



충남농업기술원 기술개발국장 인사



현장 평가내용 설명(김용균)



품종특성 설명(이영복)



품종특성 설명(김종화)



신제품 관찰

(나) 주요 신제품 재배 사례발표 및 재배현장 평가(김종화 농가)

① 충남농업기술원 개발 신제품 : 금향양송이, 진향 (3품종)

② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 신제품 : 호감양송이 (1품종)

③ 대조품종 : 외국품종 갈색양송이



국내개발 양송이 품종별 현장평가



신제품 관찰



충남농업기술원 개발 품종(진향)



5년차 1차 국내 육성 신품종의 현장평가회를 2021년 6월 8일(화)에 개최하였다. 코로나 19로 인해 학교 단체급식 등이 취소에 따른 영향으로 금년도 갈색 양송이 수요는 전년보다 소비 크게 줄었으며, 양송이 종균생산 종균배양소 5개소중 1개소(한마음 종균)만 정상 운영 되고 있어 국내육성 백색 품종중 '도담', '새한', '설강' 위주 종균생산 공급되어 불만이 있었다. 이에 따라 다양한 품종 선택 어렵고, 품종은 외국품종과 비슷한데 반해, 외국산 종균은 필터부착 봉지 종균으로 품질이 우수하나 국내산 종균은 링거병으로 생산되었고 종균활착 낮고, 오염을 높

아 질적 수준 낮아 국내 실정에 맞는 종균생산기술 개발연구가 필요하다고 의견을 모았다.

○ 5년차 현장평가회

(1) 일 시 : 2021. 6. 8(화) 11:00~12:00

(2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 왕릉로 455번길 14, 김○찬 농가

(3) 참석자 : 30명(양송이 신품종 재배농가 및 관계자, 코로나19로 참석인원 최소화 함)

(4) 주요내용

(가) 국내육성 양송이 신품종 설명 (김용균)

① 충남농업기술원 개발 양송이 신품종(5품종)

- 진향양송이, 다향양송이, 금향양송이, 설강양송이, 설원양송이

② 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 개발 양송이 신품종 (5품종)

- 호감양송이, 새한양송이, 도담양송이, 새도양송이, 하담양송이



국내개발 양송이 품종 현장평가회



품종특성 설명



품종특성 설명

(나) 주요 신품종 재배 사례발표 및 재배현장 평가(김동찬, 김용균 )

① 충남농업기술원 개발 신품종 : 설강양송이(1품종)

② 국립원예특작과학원 버섯과 개발 신품종 : 새한양송이, 도담양송이 (2품종)

③ 외국품종 : 1품종



(5) 국내육성 품종 선호도 설문조사 결과 (20명 조사)

(가) 양송이 버섯 형태가 가장 우수한 품종은? %

설강( 20 ), 설원( ), 다향( 5 ), 진향( 10 ), 금향( ), 도담( )  
 새아( 5 ), 새도( 5 ), 새연( ), 새한( 40 ), 호감( 5 ), 외국품종( 10 )

(나) 양송이 품종중 재배하기가 쉬운 품종은? %

설강( 15 ), 설원( ), 다향( 10 ), 진향( 10 ) 금향( ), 도담( 5 )  
 새아( 10 ), 새도( 5 ), 새연( ), 새한( 40 ), 호감( 5 ), 외국품종( )

(다) 양송이 품종중 가장 선호하는 품종은? %

설강( 25 ), 설원( 5 ), 다향( 5 ), 진향( 10 ), 금향( )  
 새아( 15 ), 새도( 5 ), 새연( ), 새한( 40 ), 호감( 5 ), 외국품종( )

(라) 갈색 신품종에 관심이 있으십니까?

의향이 있다 ( 80 )      의향이 없다 ( 20 )

(마) 외국품종과 비교하여 국산품종의 품질은?

우수 ( 20 )      양호 ( 45 )      비슷함 ( 25 )      미흡 ( 10 )

(바) 국산 품종 중 재배하고 싶은 품종은? (2개이상)




설강( 12 ), 설원(    ), 다향( 15 ), 진향( 10 ), 금향( 3 ), 도담( 3 )  
 새아( 6 ), 새도( 6 ), 새연( 6 ), 새한( 33 ), 호감( 3 ), 하담( 3 )

(사) 앞으로 국산품종을 재배할 의향이 있으십니까?

지금도 국산품종을 재배하고 있다 ( 75 ) 국산품종 재배 의향 있다. ( 10 )  
 외국품종 재배의향 있다. ( 10 )

□ 농가 컨설팅 추진 등 행사 추진

○ 2017년 국내육성 신품종 설명회 및 농가 컨설팅 추진

<p>○ 국내육성 신품종 설명회 및 농가 컨설팅 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일 시 : 2017. 4. 18(약) 10:30 ~ 15:00</li> <li>- 장 소 : 용남 부여군 석영면 주민자치센터 회의실 및 농가재배연장</li> <li>- 참여 : 45명</li> <li>- 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명 국내육성 신품종 양송이 농가 보급사업 설명</li> </ul> 	<p>○ 국내육성 신품종 재배농가 컨설팅</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일 시 : 2017. 4. 18(약)</li> <li>- 장 소 : 용남 부여군 석영면 농가재배연장</li> </ul>  <p>부여 석영 이영택 농가</p>  <p>부여 석영 정태영 농가</p>
--	---

○ 2018년 『국내육성 양송이』 신품종 보급 확대방안 협의회 개최(부여지역)

- (1) 일 시 : 2018. 4. 27.(목) 10:00 ~ 16:00
- (2) 장 소 : 부여양송이마을 복합문화교류센터 회의실
- (3) 참 석 : 34명
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명  
국내육성 신품종 양송이 농가 보급사업 설명

	
<p>국내육성 양송이 품종특성 설명</p>	<p>국내육성 양송이 보급사업 설명</p>

○ 2018년 『국내육성 양송이』 신제품 보급 확대방안 협의회 개최(보령지역)

- (1) 일 시 : 2018. 5. 24.(목) 14:00 ~ 18:00
- (2) 장 소 : 보령시 성주면 지계골길 92-86 양송이 재배농가
- (3) 참 석 : 27명
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명  
국내육성 신제품 양송이 농가 보급사업 설명



○ 2018년 부여, 논산 『국내육성 양송이』 신제품 설명회 및 컨설팅

- (1) 일 시 : 2018. 9. 14.(금) 10:00~17:00
- (2) 장 소 : 충남 부여군 석성면 동부여농협 회의실
- (3) 참 석 : 38명
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명  
국내육성 신제품 재배농가 사례발표(이영복 전시포 운영 농가)



<중균배양소 및 신제품 양송이 재배농가>

○ 국내육성 신제품 재배농가 및 중균배양소 기술지원

- (1) 일 시 : 2018. 3월~11월까지
- (2) 대 상 : 신제품 양송이 재배 60농가
- (3) 장 소 : 충남지역( 부여, 논산, 보령),





○ 2019년 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 및 현장 컨설팅(1차)

(1) 일 시 : 2019. 4. 2.(화) 14:00 ~ 17:30

(2) 장 소 : 부여군 석성면 동부여농협 회의실 및 재배농가 현장

(3) 참 석 : 28명

(4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명, 국내육성 신품종 양송이 농가 보급사업 설명, 양송이 신품종 재배농가 현장 컨설팅



○ 2019년 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 및 현장 컨설팅(2차)

(1) 일 시 : 2019. 8. 23.(금) 14:00 ~ 17:30

(2) 장 소 : 부여군 석성면 동부여농협 회의실 및 재배농가 현장

(3) 참 석 : 30명

(4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 특성 설명

양송이 고품질 생산 재배환경 관리 요령  
양송이 신품종 재배농가 현장 컨설팅



양송이 신품종 특성 교육

양송이 신품종 재배사례 발표

양송이 품종 특성 교육참석자



부여 머쉬그로농장 재배현장 버섯생육 환경관리 컨설팅



부여 정해평 농가 재배현장 버섯생육 환경관리 컨설팅

○ 2019년 국내육성 신품종 양송이 재배현장 교육 및 컨설팅(3차)

- (1) 일 시 : 2019. 9. 6.(금) 10:00 ~ 15:30
- (2) 장 소 : 부여군 석성면 정해평 농가 등 참석농가 현장
- (3) 참 석 : 15명(양송이 재배 초보농가)
- (4) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 특성 설명  
양송이 고품질 생산 재배환경 관리 요령  
양송이 신품종 재배농가 사례발표  
양송이 신품종 재배농가 현장 컨설팅



양송이 신품종 특성 교육(이병의)

양송이 신품종 재배사례 발표(정해평)



부여 석성 비당리 김남석농가 재배환경관리 컨설팅



부여 석성 비당리 임병인 농가 생육관리 컨설팅

○ 2020년 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 : 3회

(1) 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 (1차)

(가) 일 시 : 2020. 7. 10.(금) 11:00 ~ 15:00

(나) 장 소 : 농촌진흥청 국립과학도서관 세미나실

(다) 참 석 : 16명 (특작담당 신규 농촌지도 공무원)

(라) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 재배특성 설명



(2) 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 (2차)

(가) 일 시 : 2020. 7. 23.(목) 16:00 ~ 18:00

(나) 장 소 : 경북대학교 농과대학 사과연구센터 301호

(다) 주 관 : 버섯산학연합력단, 충남농업기술원, GSP원예종자사업단

(라) 참 석 : 20명 (경북지역 버섯연구회 회원)

(마) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 재배특성 설명



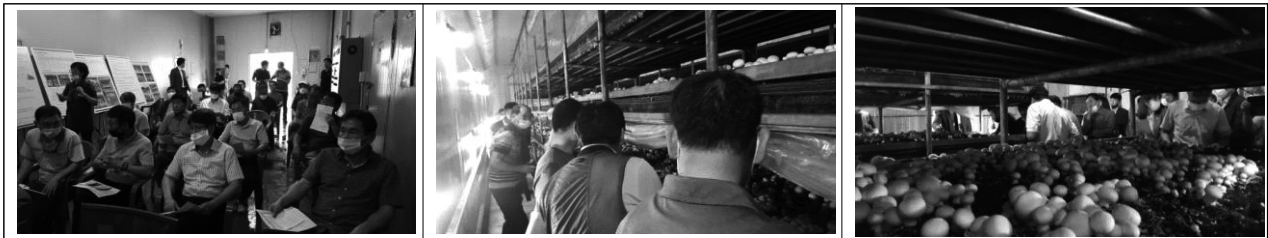
(3) 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 (3차)

(가) 일 시 : 2020. 7. 30.(목) 11:00 ~ 12:00

(나) 장 소 : 부여군 부여읍 머쉬그로농장

(다) 참 석 : 20명 (양송이 재배 농가)

(라) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 재배특성 설명



○ 2020년 국내육성 신품종 양송이 재배현장 컨설팅 : 1회

(1) 국내육성 신품종 양송이 재배 현장 컨설팅 결과 (1차)

(가) 기 간 : 2020. 7. 24(금)~29(수)

(나) 지 역 : 부여, 논산, 보령지역 양송이 재배 현장

(다) 대 상 : 양송이 신품종 재배 8농가

(라) 내 용 : 양송이 배지조제 및 균배양, 생육관리 요령 등 재배기술 현장기술지원 및 컨설팅



○ 2021년 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 : 3회

(1) 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 (1차)

(가) 일 시 : 2021. 3. 9.(화) 16:00 ~ 17:30

(나) 장 소 : 당진시농업기술센터 농업인교육관 2층 중강의실

(다) 참석인원 : 20명 (양송이 재배 및 관심 농가)

(라) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 재배특성 설명



(2) 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 (2차)

(가) 일 시 : 2021. 4. 13.(화) 16:00 ~ 17:30

(나) 장 소 : 천안시농업기술센터 2층 대강당

(다) 대 상 : 20명 (양송이 재배 및 관심 농가)

(라) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 재배특성 설명



(3) 국내육성 신품종 양송이 재배기술 교육 (3차)

(가) 일 시 : 2021. 8. 27.(금) 14:00 ~ 17:00

(나) 장 소 : 부여군농업기술센터 대강당

(다) 참 석 : 19명 (부여군 양송이연구회원)

(라) 내 용 : 국내육성 양송이 품종별 재배특성 설명



○ 2021년 국내육성 신품종 양송이 재배현장 컨설팅 : 1회

(1) 국내육성 신품종 양송이 재배 현장 컨설팅 결과 (1차)

(가) 기 간 : 2021. 9. 6.(월)~9. 28(화)

(나) 지 역 : 부여, 논산, 보령지역 양송이 재배 현장

(다) 출장자 : 김용균, 이병의, 이영복

(라) 대 상 : 양송이 신품종 재배 12농가

(마) 내 용 : 양송이 배지조제 및 균배양, 생육관리 요령 등 재배기술 현장기술지원 및 컨설팅



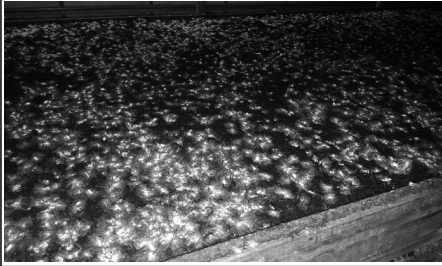
전연택 농가 컨설팅



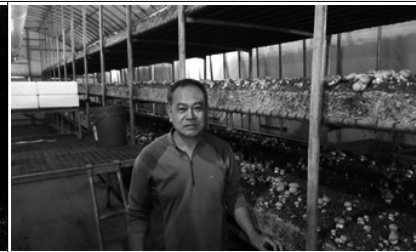
김기원 농가 컨설팅



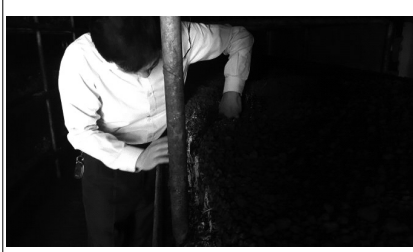
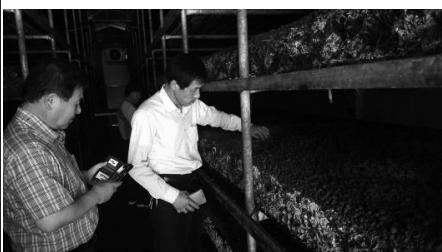
배종수 농가 컨설팅



심영규 농가 양송이 균배양, 버섯발생, 버섯생육 재배현장 컨설팅



김종화 농가 양송이 버섯파리 방제 컨설팅



부여 하정태 농가 재배현장 버섯발생작업 및 잡균발생 방제 컨설팅



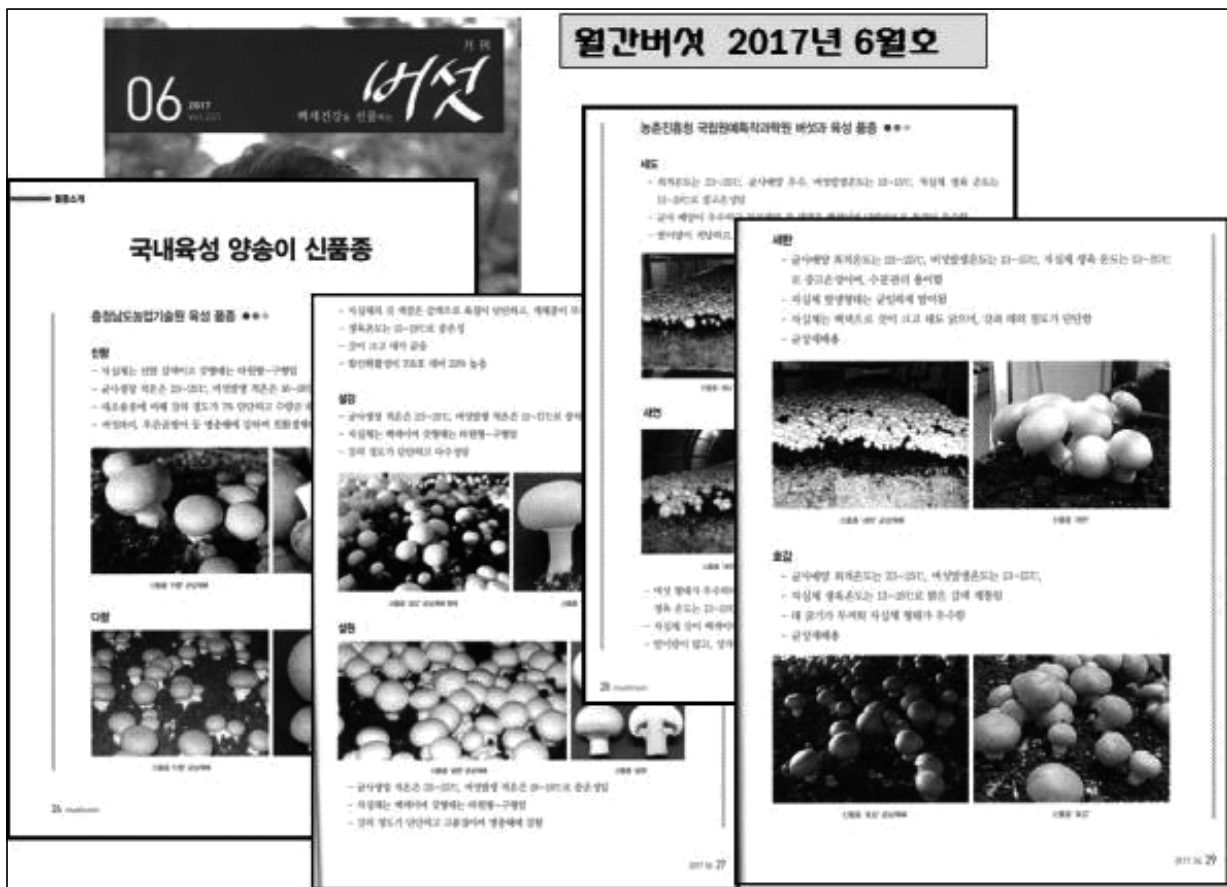
논산 이성열 농가 재배현장 균사배양 및 버섯발생 작업 컨설팅

□ 홍보

○ 1년차 홍보내역 : 5건

- (가) 충남농기원 국내육성 양송이 신제품 보급확대 방안 협의회 개최 (2017-2-9일자, 충청신문 등 6매체)
- (나) 충남농기원, 국내육성 양송이 신제품 보급 농가 신청 접수 (2017-2-20일자, 대전일보 등 30매체)
- (다) 국내육성 양송이 한자리에(2017-5-5일자, 한국일보 등 11매체)
- (라) 부여 석성에서 국내육성 양송이 신제품 현장평가회 열려( 월간버섯 2017년 6월호)
- (마) 국내육성 양송이 신제품 소개( 월간버섯 2017년 6월호)

○ 국내육성 양송이 신제품 홍보





○ “국내육성 양송이 신품종 보급 확대방안 협의회 개최

<p><b>충청신문</b>          품 &gt; 뉴스 &gt; 뉴스 &gt; 영남  <b>충남농기원, 국내육성 양송이 신품종 보급 확대방안 협의회 개최</b>          2017년 02월 09일 (목) 홍석민 기자 designer1976@dailycc.net</p>  <p>[충청신문=내외] 홍석민 기자 · 충남농업기술원이 8일 부에 양송이버섯 복합문화교육센터에서 도내 재배농업인, 연구원 등 40여 명이 참석한 가운데 ‘국내육성 양송이 신품종 보급 확대방안 협의회’를 개최했다.</p> <p>이날 협의하는 국내육성 양송이 신품종이 확대보급 방안을 모색하기 위한 공인시드프록젝트(GSP) 사업의 일환으로, 도 농기원과 순천향대 LINC 사업단 및 부에농업기술센터, 농촌진흥청이 공동으로 개최했다.</p> <p>이날 협의회에서는 도 농업기술원 이병주 박사의 ‘양송이 신품종 품종육성 및 확대보급 방안’ 특강에 이어, 순천향대 이병희 교수의 ‘양송이버섯 GAP 생산 및 안전관리 기준’에 관한 강의와 토론이 진행됐다.</p> <p>특히 토론 시간에는 ▲소비자 선호도가 높은 친환경재배 출품의 지속적인 개발 ▲재배농가의 저비용 다수확 생산을 위한 재배기술 확립 ▲국내육성 품종의 우수성에 대한 홍보 및 확대보급 등을 주제로 각 농경주체들이 다양한 의견이 개진됐다.</p> <p>도 농기원은 이병주 박설정장은 “충남도가 개발한 ‘실감’ 등을 비롯한 국내육성 양송이 신품종은 도내 버섯재배농가의 경쟁력 제고는 물론 식용료 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 힘”이라며 신품종 보급을 확대 보급할 계획이라고 밝혔다.</p> <p>이와 함께 “현재의 30%에 달하는 국내육성 품종 보급률을 앞으로 2021년까지 50% 달성을 목표로 관련 선진적 기관 및 단체 등과 함께 공동 노력할 것”이라고 말했다.</p> <p>한편, 양송이는 한국적으로 9732종이 생산되고 있으며 충남은 부에·보령지역을 중심으로 전국 생산량의 16%인 7403톤을 생산하고 있다.</p> <p>© 충청신문(http://www.dailycc.net) 무단전재 및 재배포금지   저작권문의</p>	<p><b>2017. 2. 9일자</b>          충청신문 등 <b>6매</b></p>
--	--

○ 2년차 홍보내역 : 5건

- (1) 2018 서울국제식품산업대전 버섯 신품종 전시 및 홍보
  - (가) 목적 : 해외수출 및 국내판로 개척을 위한 버섯 신품종 소개
  - (나) 기간 : 2017. 5. 1.(화) ~ 4.(금)
  - (다) 장소 : 일산 Kintex ‘2018 서울국제식품산업대전’
  - (라) 내용 : 갈색 양송이 실물전시, 시식회, 샘플제공





양송이 시식회 및 샘플 홍보



갈색양송이 신제품 홍보



신제품 버섯 전시

(2) 양송이 신제품 농가보급 홍보

(가) 충남도, 크림, 커피, 갈색 삼색 양송이버섯 뜬다

- 일 시 : 2018. 3. 15.(목) 일자
- 매 체 : 국민일보 등 27 매체
- 내 용 : 충남농업기술원, 양송이 신제품 60농가 보급

(나) 국내육성 양송이 신제품 보급 확대 한다

- 일 시 : 2018. 5.18-21일자
- 매 체 : 증도일보 등 28매체
- 내 용 : 충남도 농업기술원, 국내 양송이 신제품 현장평가회 가져

(다) 충남농기원, '국내 육성 양송이 신제품 보급 확대 방안 협의회' 개최

- 일 시 : 2018. 4. 27.(월) 일자
- 매 체 : 충남신문 등 9 매체
- 내 용 : 국내 육성 양송이 신제품 보급 확대 방안 협의회 개최

**국민일보**

**충남농기원, 60개 농가에 양송이버섯 3개 신제품 보급**

입력 2018-03-14 21:38

충남도농업기술원은 버섯산업협력단과 함께 최근 새롭게 육성한 '금향(사천) 등 양송이 버섯 신제품 3개를 지난해에 이어 올해도 도내 60개 농가에 보급한다고 14일 밝혔다. 이번에 분양하는 신제품은 갈색색인 인 금향과 크림색인 단향, 연한 커피색을 가진 진향 등 3개로 백색 일변도의 국내 양송이 시장에 새로운 바람을 일으킬 것으로 기대되고 있다.

현재 국내에서 유통되고 있는 양송이 대부분은 흰색이어서 양송이가 원래 흰색인 것으로 아는 경우가 많은데 갈색 양송이는 1920년대 미국의 한 농가에서 우연히 발견한 돌연변이가 시초다. 자연 생태계에서는 갈색 양송이만 존재하므로 사실상 갈색이 원종이다.

양송이는 서양에서 가장 즐겨먹는 버섯으로 비타민 B·C·D나 칼슘(Ca), 칼륨(K), 인(P) 등 각종 미네랄 성분이 풍부하다. 최근에는 양송이가 유행병과 전염성암에 대한 억제 효과가 있는 것으로 알려져 주목을 받고 있다.

홍성=홍성민 기자

**증도일보**

**국내 육성 양송이 신제품 보급 확대한다**

도농기원, 부처 재배농가서 현장평가회 개최

김종우 기자

충남도 농업기술원은 18일 부여군 석성면 양송이 재배 현장에서 '국내 육성 양송이 신제품 현장 평가회'를 열었다.

재배 농가, 유통·종관업체, 연구원 및 관계 공무원 등 50여 명이 참가한 가운데 열린 이날 평가회는 골든시드프로젝트(GSP) 사업의 일환으로 수입 대체용으로 국내에서 육성한 양송이 신제품의 우수성을 알리고 확대 보급 방안을 모색하기 위한 것이다.

평가회에서 소개된 양송이는 2010년부터 도 농업기술원과 농촌진흥청에서 개발한 '실감', '새도', '새반' 등 6색 계통과 함께 '다향', '진향', '호감' 등 갈색 계통도 선보여 농가들이 높은 관심을 보였다.

**충남신문**

**국내 육성 양송이 신제품 보급 확대**

도 농업기술원, 충남버섯산업협력단 등과 '협의회' 개최

김종우 기자

충남도 농업기술원과 충남버섯산업협력단은 27일 부여 양송이마을 복합농산물유통센터에서 도내 양송이 재배 농업인 등 40여명이 참석한 가운데 '국내 육성 양송이 신제품 보급 확대 방안 협의회'를 개최했다.

수입 대체용인 국내에서 육성한 백색종 및 갈색종 양송이 신제품의 우수성을 알리고, 보급 확대 방안을 모색하기 위해 이날 협의회는 육종과 돌본 등의 순으로 열렸다.

육종은 도 농업기술원 임병주 박사가 '양송이버섯 신제품 육종 및 확대 보급 방안'을 주제로 개편했으며, 경영에서는 내년 본격 시행되는 농약 허용 물질 목록 관리제도(PLS)에 관한 설명이 진행됐다.

도론에서는 △잔류농약해탈률 검역 용종 지속 개발 △PLS 시행에 따른 농산물 안전관리 기준 확립 △국내 육성 품종의 우수성에 대한 홍보 및 확대 보급 등을 주제로 참가자들이 다양한 의견을 제시했다.

(3) 홍보물제작 : 리후렛 1건

**국내육성 양송이 신품종**

 <p><b>□ 린향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 진한 갈색이고 갓 형태는 타원형~구형임</li> <li>- 중고온성, 버섯발생 적온은 16~18℃</li> <li>- 갓이 단단하고 다수성임</li> <li>- 병충해에 강하여 진균경쟁력에 적합함</li> <li>- 육성기관 : 충청남도농업기술원</li> </ul>	 <p><b>□ 설강</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색이고 갓형태는 구형임</li> <li>- 중저온성, 버섯발생 적온은 15~17℃</li> <li>- 갓의 경도가 단단하고 다수성임</li> <li>- 저온기 생육관리 유리함</li> <li>- 육성기관 : 충청남도농업기술원</li> </ul>
 <p><b>□ 다향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 갈색이고 갓 형태는 타원형~구형임</li> <li>- 중온성, 생육적온은 15~19℃</li> <li>- 갓 크고 대 굵음, 개체중 무거움, 육질 단단함</li> <li>- 병충해에 강하여 진균경쟁력에 적합함</li> <li>- 육성기관 : 충청남도농업기술원</li> </ul>	 <p><b>□ 설원</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색이고 갓형태는 타원형~구형임</li> <li>- 중온성, 버섯발생 적온은 16~18℃</li> <li>- 갓의 경도가 단단하고 고육질임</li> <li>- 병충해에 강함</li> <li>- 육성기관 : 충청남도농업기술원</li> </ul>
 <p><b>□ 금향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 갈색이고 갓형태는 타원형~구형임</li> <li>- 중저온성, 버섯발생 적온은 16~18℃</li> <li>- 버섯 육질이 단단하고 다수성으로 향이 강함</li> <li>- 병충해에 강하여 진균경쟁력에 적합함</li> <li>- 육성기관 : 충청남도농업기술원</li> </ul>	 <p><b>□ 새도</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색이며 다발성 형태임</li> <li>- 온사태양 우수, 버섯발생온도는 13~15℃</li> <li>- 중고온성, 자실체 생육 온도는 13~19℃</li> <li>- 발이량이 적당하고 품질이 우수함</li> <li>- 육성기관 : 농촌진흥청</li> </ul>
 <p><b>□ 호강</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 밝은 갈색계통임</li> <li>- 중온성, 버섯발생온도는 13~15℃</li> <li>- 자실체 생육온도는 13~19℃</li> <li>- 대 굵기가 두꺼워 자실체 형태가 우수함</li> <li>- 육성기관 : 농촌진흥청</li> </ul>	 <p><b>□ 새한</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색으로 갓이 크고 대도 굵으며 단단함</li> <li>- 중고온성, 버섯발생온도는 13~15℃</li> <li>- 자실체 생육 온도는 13~20℃로 이며, 수분관리 용이함</li> <li>- 자실체 발생형태는 균일하게 발이됨</li> <li>- 육성기관 : 농촌진흥청</li> </ul>
 <p><b>□ 단석1호</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 갈색이고 갓형태는 타원형~구형임</li> <li>- 중온성, 버섯발생 적온은 18~20℃</li> <li>- 주기기 수량감소해이 적은 다수화 계통임</li> <li>- 4℃저장시 갓표면 품질변화가 적어 장기저장 가능</li> <li>- 육성기관 : 경상북도농업기술원</li> </ul>	 <p><b>□ 하이</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색계통임</li> <li>- 중온성, 여름양송이 품종임</li> <li>- 버섯발생 및 버섯생육온도는 20~25℃</li> <li>- 개체중이 무겁고, 버섯이 단단하고 저장성 우수함</li> <li>- 육성기관 : 농촌진흥청</li> </ul>
 <p><b>□ 새아</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색이며, 다발성 형태</li> <li>- 갓이 크고 대가 굵은 편임</li> <li>- 중고온성, 버섯발생온도는 13~15℃</li> <li>- 버섯생육온도 13~19℃</li> <li>- 육성기관 : 농촌진흥청</li> </ul>	 <p><b>□ 도담</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자실체는 백색계통</li> <li>- 중온성, 버섯발생온도 13~15℃</li> <li>- 온사태양이 빠름, 버섯생육온도 13~18℃</li> <li>- 버섯이 단단하고 형태와 갓색이 우수함</li> <li>- 육성기관 : 농촌진흥청</li> </ul>



충청남도농업기술원



버섯산업연합회



농촌진흥청  
국립원예특작과학원



GSP  
원예종자사업단

○ 3년차 홍보내역 : 41건

(1) 갈색 양송이 도내 보급 본격화

(가) 일 시 : 2019. 4. 4.(목) 일자

(나) 매 체 : 29 매체

- ① 충남신문 2면, 굿모닝충청 12면, 경인투데이뉴스, 굿모닝충청, 내외뉴스통신, 노컷뉴스, 뉴스1, 뉴스웨이브, 대전경제뉴스, 당진신문, 로컬투데이, 브레이크뉴스, 불교공뉴스, 서산인터넷뉴스, 세계타임즈, 세종방송, 신아일보, 아시아뉴스통신, 아시아투데이, 온양신문, 일간대한뉴스, 전업농신문, 중부매일, 충청일보, 충청투데이, 특급뉴스, IPN 뉴스, MBS, SBN뉴스

**충남신문**  
충남신문

**갈색 양송이 삼총사, 도내 보급 본격화**  
백색 양송이보다 수확량 30%, 향산화 활성 23% 높아

기사입력시간 : 2019/04/03 [21:17:00]      윤광희 기자



▲ < 편집부 >

충남도 농업기술원은 3일 자체 개발한 갈색 양송이버섯 3품종을 도내에 보급한다고 밝혔다.

이번에 보급하는 양송이버섯은 크림색의 '다향', 연한 커피색의 '진향', 진한 갈색의 '금향' 품종이다.

이들 갈색 양송이버섯 3품종은 양송이 특유의 아삭한 식감과 향이 좋은 특징을 가졌으며, 백색 양송이보다 30% 이상 수확량을 늘릴 수 있고 향산화 활성도 23% 더 높다.

**전업농신문**  
www.painews.co.kr

HOME 뉴스 농업

**충남 갈색 양송이 삼총사 보급 시작**  
백색양송이보다 수확량 30%, 향산화 활성 23% 높아

김자연 기자      승인 2019.04.03 11:44



신품종 양송이버섯 크림색 다향 재배 모습. <사진제공=충남도농기원>

[전업농신문=김자연 기자] 충남도농업기술원은 3일 자체 개발한 갈색 양송이버섯 3품종을 도내에 보급한다고 밝혔다.

이번에 보급하는 양송이버섯은 크림색의 '다향', 연한 커피색의 '진향', 진한 갈색의 '금향' 품종이다.

이들 갈색 양송이버섯 3품종은 양송이 특유의 아삭한 식감과 향이 좋은 특징을 가졌으며 백색 양송이보다 30% 이상 수확량을 늘릴 수 있고 향산화 활성도 23% 더 높다.

(2) 양송이 신품종 우수성 알리고 보급 확대, 양송이 신품종 현장평가회 가자

(가) 일 시 : 2019. 7. 16일자

(나) 내 용 : 양송이 신품종 우수성 알리고 보급 확대, 양송이 신품종 현장평가회

(다) 매 체 : 10매체

- ① 경인투데이뉴스, 내외뉴스통신, 농수축산신문, 당진신문, 세계타임즈, 온양신문, 충남신문, 포커스데일리, 현대경제, MBS

**경인투데이뉴스**      < 편집부 >

**충남도 농업기술원, 양송이 신품종, 우수성 알리고 보급 확대**

기사개제일: [2019-07-15 15:06:38]      < 편집부 >



▲ 충남도 농업기술원, 양송이 신품종, 우수성 알리고 보급 확대

충남도 농업기술원은 15일 부여군 석성면 양송이 재배현장에서 버섯산학연협력단과 공동으로 '국내 육성 양송이 신품종 현장평가회'를 개최했다.

이번 평가회는 골든시드프로젝트(GSP) 사업의 일환으로, 국내에서 개발 육성한 양송이 신품종의 우수성을 널리 알리고 확대 보급 방안을 모색하기 위해 마련했다.

버섯재배농가, 유종업체, 종균업체 등 60여 명이 참석한 가운데 이번 평가회는 현대까지 개발한 양송이 신품종에 대한 특성 설명, 재배농가의 실용사례 발표, 외국품종과 비교한 선으로 조사 등의 순으로 진행했다.

이번 평가회에서는 지난 2018년부터 도 농업기술원과 농촌진흥청에서 개발한 '열감', '도담', '재향' 등 백색계통 양송이를 선보였으며, 농가로부터 국내 품종의 우수성과 다양성에 대한 많은 관심과 호응을 받았다.

도 농업기술원 김호근 버섯팀장은 "열감 등 백색계통뿐만 아니라 다향 등 갈색계통 품종도 도내 농가에 분장 중이어서 2021년까지 양송이 국내 육성 품종 보급률 90% 달성을 목표로 관련 기관 및 단체 등과 함께 더욱 노력할 것"이라고 말했다.

충남/박기표 기자(pkzyo70@hanmail.net)

**농수축산신문**      < 편집부 >

**충남도, 양송이 신품종 현장평가회**

김은숙 기자      승인 2019.07.16 14:56



[농수축산신문=김은숙 기자]

충남도농업기술원은 지난 15일 부여군 석성면 양송이 재배현장에서 버섯산학연협력단과 공동으로 국내 육성 양송이 신품종 현장평가회를 개최했다.

이번 평가회는 골든시드프로젝트(GSP) 사업의 일환으로, 국내에서 개발 육성한 양송이 신품종의 우수성을 널리 알리고 확대 보급 방안을 모색하기 위해 마련했다.

버섯재배농가, 유종업체와 종균업체 등 60여 명이 참석한 가운데 열린 이번 평가회는 현장까지 개발한 양송이 신품종에 대한 특성 설명, 재배농가의 실용사례 발표, 외국품종과 비교한 선으로 조사 등의 순으로 진행했다.

이번 평가회에서는 2020년부터 도 농업기술원과 농촌진흥청에서 개발한 '열감', '열향', '도담', '재향' 등 백색계통 양송이를 선보여 농가의 많은 관심과 호응을 받았다.

김호근 농업기술원 버섯팀장은 "열감 등 백색계통뿐만 아니라 다향 등 갈색계통 품종도 도내 농가에 분장 중"이라며 "2021년까지 양송이 국내 육성 품종 보급률 90% 달성을 목표로 관련 기관 및 단체 등과 함께 더욱 노력할 것"이라고 말했다.

김은숙 기자      hes2028@affnews.co.kr

### (3) 충남 버섯 신품종 및 종균제기술 선진화로 양송이 산업 업그레이드

(가) 일 시 : 2019년 10월 4일

(나) 매 체 : 월간버섯 2019년 10월호 표지인물, 23-27쪽

(다) 내 용 : 충남 버섯재배 현장 애로기술의 해결사 김용균 팀장 신품종 및 종균제조 기술 선진화로 양송이 산업 업그레이드

양송이는 충청남도를 대표하는 버섯이다. 그 원산은 대외 수출을 올리는 데도 그 위상은 년별실적만 보면은 못할 것이 확실하다. 재배이전의 변화와 연작 장애 등으로 생산량이 크게 떨어졌다. 반면 경기도 등 타 지역의 양송이가 재배를 피하고 있다. 혼잡해지는 충남 양송이 산업의 재배를 찾기 위해 충청남도농업기술원 김용균 버섯팀장을 만났다. 김 팀장은 2005년에 이원근농업기술센터에서 공직 생활을 시작했다. 그곳에서 근무할 때 노타케버섯을 보급해서 버섯과 인연을 맺었다. 2005년 충남농업기술원 버섯팀으로 자리를 옮겨 그때부터 버섯연구사로서 버섯시험연구에 전념하고 있다. 지난 5월에는 28년간의 버섯시험연구를 통해 버섯산업발전에 기여한 공로로 인정받아 농림축산식품부장관상을 수상하기도 했다.

**충남농업기술원의 버섯시험연구에 대해 소개해 달라**

충남농업기술원에서는 2008년에 균이체버섯 팀이 신설되면서 버섯시험연구이 본격적으로 시작되었다. 버섯시험연구 초기에는 버섯재배농가의 소독장상을 위하여 양송이, 표고, 노타케 및 영지 등의 재배기술과 눈꽃농종육, 표고 등 특이버섯 재배법 확립 등 버섯의 생산성 향상을 위한 재배기술 개발에 역량을 투입했다.

2007년부터는 버섯 신품종 육성에 박차를 가해 양송이 '다량', '질량', '인형', '금향' 등 5

균 제조 기술 개발도 서두르고 있다. 7년 당기행을 이용한 국립육종균을 생산으로는 충남의 균종을 높이는 데 한계가 있기 때문이다. '양송이 신품종 재배기술 연구 및 종균제조'를 통해서 국민들중 보급율을 높이 보고있지만 저온 건조화하고, 버섯 농가 판매기술 지원 및 경영 안정성을 통한 환경영향기술을 재검토 하길 예정이다.

**양송이 재배농가는 어떤 장애를 겪고 있는가?**

양송이 재배농가는 재배과정에서 고출력을 생산할 것인지, 수확량을 늘릴 것인지 먼저 결정해야 한다. 그런 후에 종균선별과 재배 방법을 정하면 실제 생산이 가능해진다. 또 농약사용유류관리제도(7.5%)를 반드시 지켜야 한다. 안전만 만족시켜가 생산이 우선되어야 한다. 그때야 후에 버섯에 대한 소비자들의 인식이 생기고 그때로 소비에도 뒤처지지 않게된다. 버섯에서의 병충해 등 재배사 조류 등을 위해서 무척의 노력을 하는 사용자를 위하여 지원해 주는 친환경재배를 반드시 사용해야 한다. 버섯은 사는데 비해 유통기가 단축된다. 희박한 유통기 확보가 중요하다. 만

### (4) 홍보물제작 : 1건

(가) 제목 : 양송이 버섯 바르게 알기

(나) 부수 : 리후렛 1,000매

(다) 제작 : 2019 10월

소비자의 올바른 양송이 버섯 소비를 위한

# 양송이버섯 바르게 알기

## 국내에서 육성된 양송이 신품종 01

**진향**

- 자실체는 진한 갈색이고 갓 형태는 타원형-구형임
- 중온성, 버섯발생 적온은 16-18°C
- 갓이 단단하고 다수성임
- 병충해에 강하여 친환경재배에 적합함
- 육성기관: 충청남도농업기술원

**다향**

- 자실체는 갈색이고, 갓 형태는 타원형-구형임
- 중온성, 생육적온은 15-19°C
- 갓 크고 대 굵음, 개체중 무거움, 육질 단단함
- 병충해에 강하여 친환경재배에 적합함
- 육성기관: 충청남도농업기술원

**금향**

- 자실체는 갈색이고, 갓 형태는 타원형-구형임
- 중저온성, 버섯발생 적온은 16-18°C
- 버섯 육질이 단단하고 다수성으로 향이 강함
- 병충해에 강하여 친환경재배에 적합함
- 육성기관: 충청남도농업기술원

**호향**

- 자실체는 밝은 갈색계통임
- 중온성, 버섯발생온도는 13-15°C,
- 자실체 생육온도는 13-18°C
- 대 굵기가 두꺼워 자실체 형태가 우수 함
- 육성기관: 농촌진흥청

6 | 버섯 바르게 알기



(6) 홍보책자 제작 : 1건

- (가) 제목 : 양송이 신품종 소개 및 재배일자별 생육관리 요령
- (나) 형태 : 책자, ISBN979-11-965276-5-5
- (다) 부수 : 200부
- (라) 제작 : 2020년 6월 1일



○ 5년차 홍보내역 : 4건

- (1) [농가월령가] 양송이, 갈색종이 막과 품질이 더 뛰어나다
  - (가) 2021. 3. 15.일자 (금강일보 오피니언)
- (2) SBS-TV 백중원의 “맛남의 광장”(74회) <충남 부여 양송이 편>
  - (가) 본방송 : 2021.05.13.(목) 밤 8:55-10:30
  - (나) 출연 : 농벤저스 6명 (백중원, 유병재, 양세형, 김희철, 김동준, 성시경)
  - (다) 내용 : 부여 양송이 특성 및 요리 소개  
(양송이탕수, 양송이볶음, 양송이스프, 양송이덮밥, 버터간장양송이구이등)
- (3) 충남농업기술원 개발 백색양송이(설강양송이, 설원양송이) 신품종 소개
  - (가) 일 시 : 2021. 9월 (월간버섯 9월호)

**6급강일보**  
HOME · 오피스인 · 농가일보

## [농가월령가] 양송이, 갈색종이 맛과 품질 더 뛰어나다

▲ 공강일보 | ☎ 051-281-1515 1648

| 이동재 충청남도농업기술원 작물연구과장



[6급강일보] 양송이는 백색종 양송이보다는 갈색종 양송이가 맛과 향이 좋고 품질도 더 우수하다. 그런데 생산되는 양송이 대부분이 백색종이어서 일반 소비자들은 갈색종이 있는지조차도 잘 모르는 실정이다. 양송이를 많이 소비하는 유럽의 선진국들도 백색종 양송이를 선호한다. 네덜란드의 경우 양송이 생산은 백색종이 대부분을 차지하고 갈색종은 10% 정도밖에 되지 않는다. 왜냐하면 양송이를 유통하는 상인들은 백색종을 더 선호하기 때문이다.

양송이는 백색으로 여는 경우가 많지만, 자연에서는 갈색종만 존재한다. 백색종 양송이는 1926년 미국의 한 농가에서 돌연변이가 발견되면서 등장했다. 즉 그 이전에는 갈색종만 있었고 양송이의 원조는 갈색종이라는 이야기다. 갈색종 양송이



바에 유익을 나눠  
저렴한 가격에도 양송이를 즐기도록

지금부터 양송이를 활용한 특별한 레시피들이 공개됩니다

이제부터 포장 신장 쓰지 말고-  
말뭉이 있어도 신장 쓰지 말고-  
양송이를 맛있게 즐겨주세요~\*

중중정보1

### 중저온성 양송이 '설강'

겨울철 고품질 다수확 생산에 적합

※ 051-281-1515/1648

저온기 고품질 다수확

특성

가. 급사생장 적온은 23~25℃, 비섯발생 적온은 15~16℃로 중저온성일  
나. 자실체는 백색이며 갱형에는 탄탄함-구멍함  
다. 갱의 길도가 단단하고 다수확함  
라. 집중후 초함여까지 27일정도, 첫수기 수확까지 약 34일 정도 소요됨  
마. 균상재배용

재배조건

가. 비섯버리 후임시 상온상이 필요함  
나. 수확기간 중 습도가 90%이상 높을 경우 저장성이 떨어짐  
다. 이숙피베를 사용시 비섯상시의 활력이 체면로 이루어지지 않음

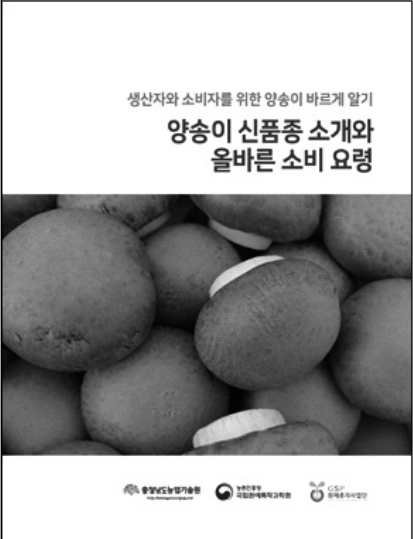
고유특성(09~11)

품종	급사생장 적온(℃)	비섯발생 적온(℃)	갱형	갱색
보강	25	16~17	백색	구멍
505호	25	16~17	백색	다양함

56 mushroom

(4) 홍보책자 제작 : 1건

- (가) 제목 : 양송이 신상품 소개 및 재배일자별 생육관리요령
- (나) 형태 : 책자, ISBN979-11-965276-8-6
- (다) 부수 : 200부
- (라) 제작 : 2020년 9월 30일



생산자와 소비자를 위한 양송이 바르게 알기  
**양송이 신상품 소개와 올바른 소비 요령**

양송이 알면정보 | 11  
양송이 백색종과 갈색종 | 12  
양송이의 식용부위 | 13  
양송이 이용 | 14  
양송이 품종별 재배특성 | 15  
양송이 근상재배 일자별 생육관리요령 | 43

양송이 신상품 소개와 올바른 소비 요령 | 03

### 양송이 품종별 특성

생산자와 소비자를 위한 양송이 바르게 알기  
**양송이 신상품 소개와 올바른 소비 요령**

목차

비섯어람? | 04  
비섯의 영양학적 특성 | 05  
비섯의 약리기능 | 06  
국내에서 육성된 양송이 신상품 사진 | 07  
양송이 알면정보 | 11  
양송이 백색종과 갈색종 | 12  
양송이의 식용부위 | 13  
양송이 이용 | 14  
양송이 품종별 재배특성 | 15  
양송이 근상재배 일자별 생육관리요령 | 43

**새한양송이**  
*Agaricus bisporus*

- 교배조합 : 새한(A304) X ST37-17  
- 교배년도 : 2010년 동계

**국내에서 육성된 양송이 신상품 01**

**1. 주요 특성**

가. 새한(A304)와 단포자S 나. 근사배양 특성은 2 다. 자실체 발생형태는 균일 라. 자실체는 백색으로 갱 0 마. 대조구 '새한'보다 수분 배. 용도: 근상 퇴비재배용

**2. 재배상 유의점**

가. 적정 배지는 양송이 전 나. 재배방법은 일반 양송 0

**3. 고유 특성**

대조구인 새한과 근사생장! 생육 및 자실체 특성

품종	근사생장 적온(℃)
새한	23-25
새한	23-25

**전함**

- 자실체는 탄탄하고 갱 형에는 탄탄함-구멍함
- 균근성, 비섯발생 적온은 16-18℃
- 갱이 단단하고 다수확함
- 병충해에 강하여 친환경재배에 적합함
- 육성기관: 충청남도농업기술원

**다함**

- 자실체는 갈색이고, 갱 형에는 탄탄함-구멍함
- 균근성, 병적온은 15-19℃
- 갱 크고 대 균질, 재배용 무거움, 육질 단단함
- 병충해에 강하여 친환경재배에 적합함
- 육성기관: 충청남도농업기술원

**균함**

- 자실체는 갈색이고, 갱 형에는 탄탄함-구멍함
- 균근성, 비섯발생 적온은 16-18℃
- 비섯 특성이 단단하고 다수확으로 향이 강함
- 병충해에 강하여 친환경재배에 적합함
- 육성기관: 충청남도농업기술원

**호함**

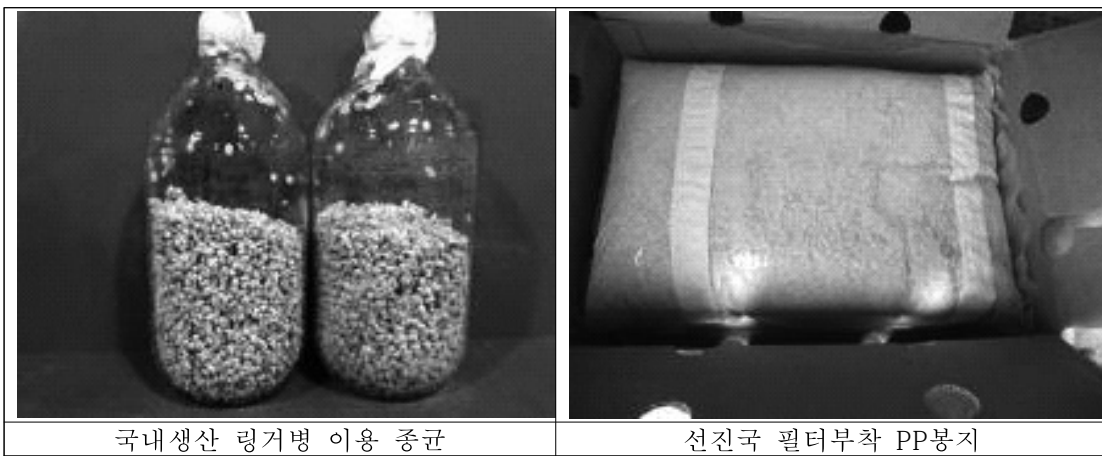
- 자실체는 밝은 갈색계통임
- 균근성, 비섯발생 적온은 13-15℃
- 자실체 병적온도는 13-18℃
- 대 균기가 두꺼워 자실체 형태가 우수 함
- 육성기관: 농촌진흥청

- 105 -










□ 국내·외 양송이 종균 생산 실태 조사 및 종균 생산기술 개발

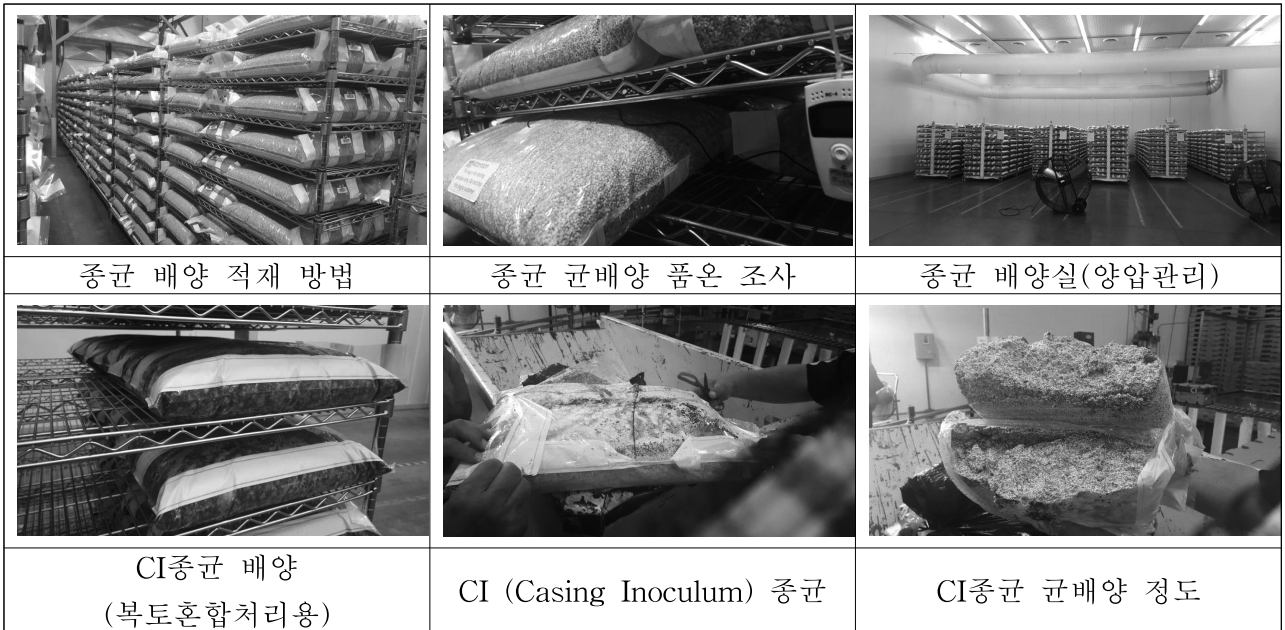
국내 양송이 종균 생산 종균배양소 총 6개소로서 부여 양송이 영농조합 (부여), 한마음영농조합 (부여), 증산머쉬영농조합(부여), 백제종균배양소 (부여. 국제미생물연구소(논산), 치악버섯종균배양소(원주)로 파악되었다. 국내 밀을 이용한 곡립종균을 밀을 삶고 건조 한후 링거병에 입병하여 살균 후 접종한 뒤 균 배양이 되는 방식으로 제조되었다. 문제점은 균 배양 시설 노후에 따른 오염률이 높았으며, 오염방지 소독용 석탄산을 사용하여 배양소 전체에 냄새가 심하였고, 링거병 사용으로 효율성이 낮았으며, 스트로마 발생 빈도가 높았다. 이에 따라 종균배양소별 애로사항 및 국내 품종 보급에 따른 문제점 개선방안을 모색하고자 하였다. 2년차에는 선진국 양송이 종균 생산기술을 벤치마킹하고자 아미셀사와 실반사를 방문하였다. 두 회사는 밀 및 조 배지 종균, CI종균 등을 생산하였다.



<그림. 국내외 종균 형태>

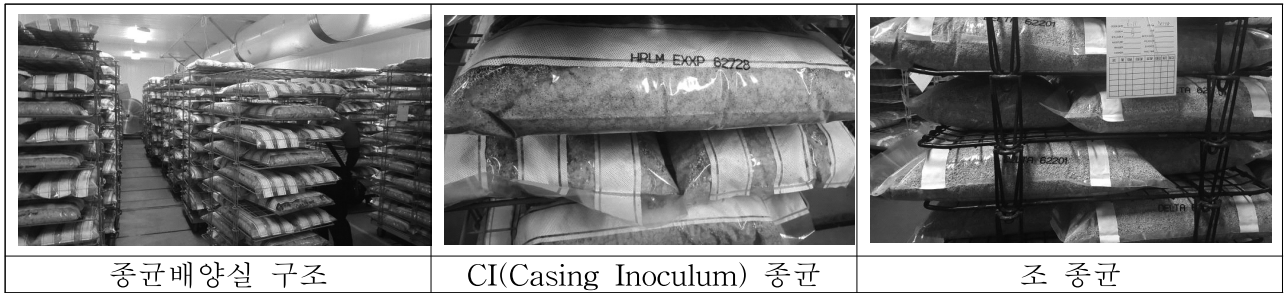
 <p>밀 삶기</p> 	 <p>밀 건조</p> 
<p>&lt;1단계 : 밀 삶기&gt;</p>	<p>&lt;2단계 : 삶은 밀 건조&gt;</p>
 <p>입병 및 면전</p> 	 <p>원통형 고압살균기</p>  
<p>&lt;3단계 : 건조된 밀 링거병에 입병&gt;</p>	<p>&lt;4단계 : 원통형 오토클레이브 사용 고압살균&gt;</p>
  <p>링거병 형태의 밀 곡립종균 (종균배양실)</p> 	
<p>&lt;5단계 : 종균집중 및 균배양&gt;</p>	

<그림. 국내 양송이 밀곡립 종균제조 과정>



<그림. Sylvan사 종균생산 기술>





<그림. 아미셀사 종균생산 기술>

종균 생산 실태조사 결과를 아래의 표에 정리하였다. 국내는 밀 배지만을 이용하였으며, V블랜더 대신 일반적인 종균 제조방법을 이용하였다. 특히 국내 배양소는 무균상태가 유지되지 못했다.

<표. 양송이 종균생산 비교>

구 분	선진국	국 내
업체명	- 실반, 아미셀	- 한마음 등 6업체
종균 종류	- 밀,조, CI	- 밀
종균형태	- 필터부착PP봉지	- 링거병
제조방법	- V블랜더	- 일반적 종균제조
특이사항	- 밀 배지 살균, - 종균접종혼합후 - PP봉지입봉	- 살균전링거병입봉(입봉) 살균후종균접종 - 배양중 흔들기 작업 필요 (필터부착PP봉지 사용시 입봉후 살균 및 종균접종)
배양실	-무균상태 (양압관리)	- 무균상태 유지 안됨 (배양중 종균 흔들기 작업 3회)
농가공급	-배양된 봉지로 공급	- 링거병을 털어서 봉지로 공급

\* 복토 혼합처리용 CI (Casing Inoculum)종균  
 “옥수수겨+Corn gluten meal+석고+첨가제(단백질영양원, MCS)”

3L와 5L PP봉지를 이용하여 봉지종균 생산기술을 개발하였다. PP필터봉지가 고압살균 시간이 410분으로 많이 소요되었으며, 관행 링거병에 비해 오염률이 높았다.

<표. 용기에 따른 종균생산방법 비교>

생산방법	링거병	3L-PP봉지	5L-PP봉지
용기크기	직경10cm x 길이21cm	가로22cmx세로49cm	가로32cmx세로57cm
생산량	0.45kg	2.0kg	5.0kg
소요기간	31.2일/kg	19.4일/kg	20.6일/kg
흔들기 횟수	4~5	1	1~2

\* PP(polypropylene) 필터봉지

<표. 용기에 따른 곡립배지 고압살균 과정별 소요시간>

(단위 : 분)

살균과정	1차 (상온→108℃)	2차 (탈기)	3차 (108→121℃)	4차 (121℃유지)	계
링거병(관행)	20	20	20	90	150
PP필터봉지	20	30	120	240	410

\* 용기별 열전도율 : 유리병 0.5w/mk, PP봉지 0.1w/mk

\* 감압밸브 사용시 살균 시간 단축효과 큼

<표. 살균방법별 오염정도(%)>

고압살균방법	링거병(관행)	3kg필터PP봉지	5kg필터 PP봉지
121℃, 90분	0	3	12
121℃, 140분	0	3	9
121℃, 190분	0	0	5
121℃, 240분	0	0	0

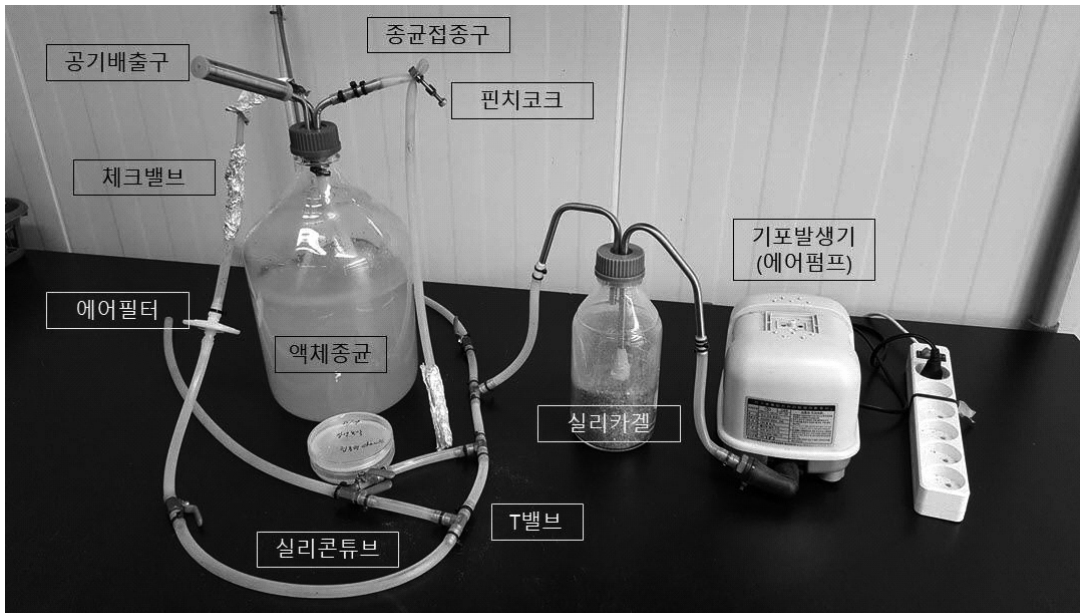
- PP봉지 배지 고압살균시 108℃에서 탈기소요시간을 20분 → 30분으로 연장

- 108℃ → 121℃까지 온도 상승시간을 20분 → 40분 이상℃까지 시간을 연장

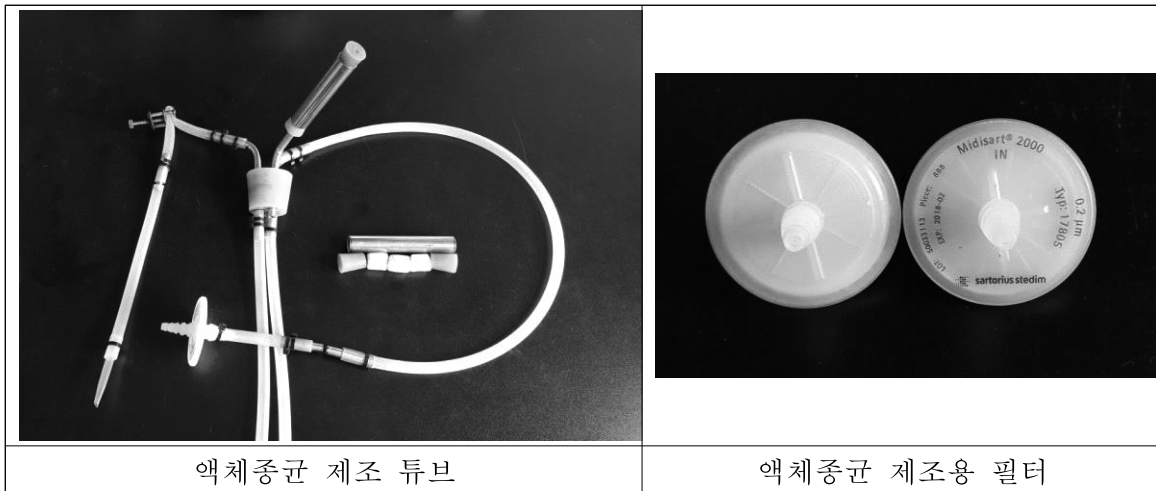
<표. PP봉지를 밀곡립 종균 생산 과정>

		
<비닐팩 종균배양>	<배양완료>	<출하용 종균>

아래의 그림처럼 액체종균을 제조방법을 구명하였다. 액체종균의 배지는 CEB가 배양이 우수하였다. 필터 부착 PP봉지의 장점은 사용상 편리하고 위생적 관리로 오염율을 크게 줄이며, 인건비를 관행대비 40%정도 절감할 수 있다는 점이다. 단점은 제조공정이 무균상태 유지에 따른 종균제조 시설비 증가하고, 살균후 봉지가 살짝 쭈그러지며, 살균시 공기팽창에 의한 터짐 증상있다는 점이었다.



<양송이버섯 액체종균 제조방법 체계도>



액체종균 제조 튜브

액체종균 제조용 필터

<그림. 양송이 액체종균 제조>

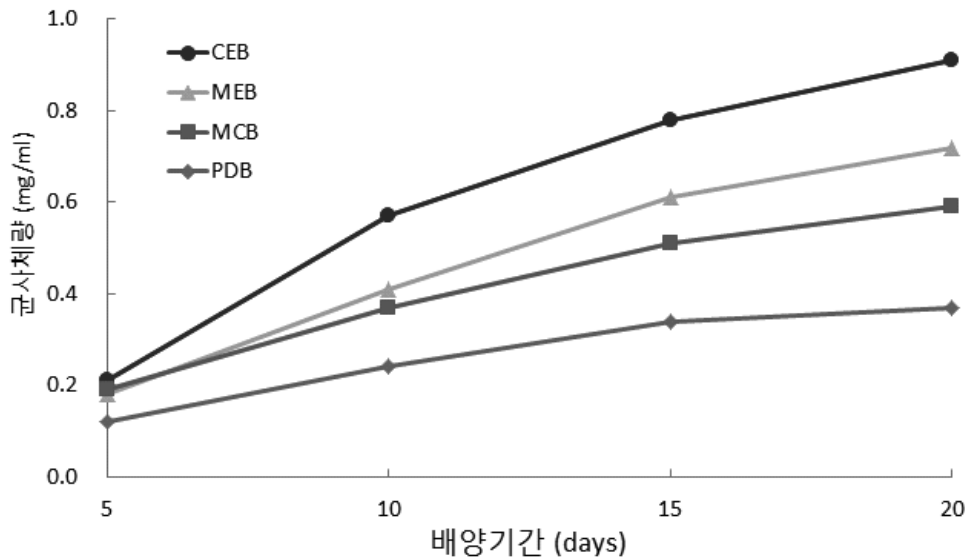
<b>배양방법</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 통기배양법</li> </ul>	<b>폭기압력</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 196kPa</li> </ul>	<b>공기여과</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.26µm 필터</li> </ul>	<b>액체배지</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEB</li> <li>• Dry compost 30g/l</li> </ul>
<b>배양병</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3~5L</li> <li>• 액체배양병</li> </ul>	<b>배양온도</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 22~24°C</li> </ul>	<b>배양일수</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10~15일</li> </ul>	<b>접종량</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5~7ml/봉지</li> </ul>

<그림. 양송이 액체종균 제조방법 생산조건>

<표. 양송이버섯 액체종균 배지종류 및 조성>

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

<sup>a</sup> PDA, potato dextrose broth; MCM, mushroom complete broth; MEB, malt extract broth; CEB, compost extract broth



<그림. 양송이버섯 액체종균 배지별 균사생장 정도>

필터부착 PP봉지의 규격은 Polypropylene, 두께 70~80 $\mu$ m의 재질로 크기는 폭26~32cm x높이57cm(부피5L, 종균무게 3.5kg), 필터규격은 5cm x 7cm (원형지름 5cm), 필터재질은 0.2 $\mu$ m 멤브레인 필터이었다. 필터 부착 PP봉지를 이용 양송이 종균 제조기술은 1단계 (밀 삶기 및 종균용 배지제조) 기존 제조방법 활용하고, 2단계 (입봉하기) 5L필터부착 PP봉지에 밀배지 3.5kg씩 담고 윗부분은 수분이 들어가지 않도록 접는다. 3단계 (봉지배지 살균) 121 $^{\circ}$ C, 240분 살균한다. 4단계 (종균접종) 밀곡립 종균으로 20g씩 접종한다. 5단계 (종균배양) 배양실 온도를 22~23 $^{\circ}$ C 유지한다. 이 봉지종균을 사용하면, 사용상 편리하고 위생적 관리로 오염율을 크게 줄이며, 인건비를 관행대비 40%정도 절감할 수 있고, 수입과정에서 장기보관에 의해 활력 저하된 수입산 종균에 대한 경쟁력 있을 것이라고 기대된다.



<링거병 종균>

<필터부착 PP봉지 종균>

<그림. 링거병에서 필터부착PP봉지 종균 형태>



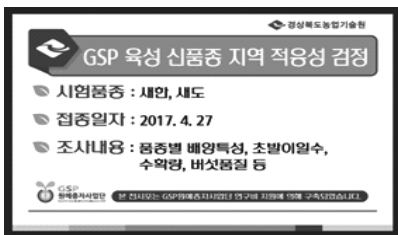
<남부지역 품종보급\_2세부의 위탁과제(1~2년차)>

□ 양송이버섯 지역 적응성 검증시험

1년차에는 '새한', '새도', 2년차에는 '도담'품종으로 지역적응성 시험을 진행하였다.

○ 1년차 지역적응성

- (1) 재배품종 : 새한, 새도
- (2) 장 소 : 박홍대 농가 (경주시 건천읍 송선리 소재)
- (3) 시험기간 : 2017. 4. 27 ~ 8. 15
- (4) 추진내용



<표찰 제작>



<배지 발효>



<배지 입상>



<종균 접종>



<수확기-새도>



<수확기-새한>

(5) 양송이 신품종 지역적응성 검증포 특성조사

품종구분	초발이 일수	수확 일수	갓		개체중	경도 (g)	색도			수확량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )
			넓이	두께			L	a	b	
새도	17.0	8.0	42.0	21.9	17.8	14049	89.9	-0.2	7.9	60.0
새한	17.0	8.0	41.0	21.8	16.8	11058	92.1	-0.3	8.5	60.0

○ 2년차 지역적응성

- (1) 재배품종 : 도담
- (2) 장 소 : 박홍대 농가 (경주시 건천읍 송선리 소재)
- (3) 시험기간 : 2018. 4. 14 ~ 7. 31
- (4) 추진내용
- (5) 양송이 신품종 지역적응성 검증포 특성조사
  - (가) 자실체 특성 조사

품종 구분	초발이 일수	수확 일수	갓		대 두께 (mm)	개체중 (g)	경도 (g/cm <sup>2</sup> )	색도			수확량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )
			넓이 (mm)	두께 (mm)				L	a	b	

도답	17.0	8.0	51.3±2.3	26.8±1.3	24.3±3.5	32.2±2.5	8759±649	92.3±1.4	0.2±1.4	10.9±1.1	34.6
----	------	-----	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	------

(나) 양송이 배지 이화학적 특성 조사

시료명	T-N (%)	T-C (%)	T/S (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	수분 (%)	C/N (%)	pH (1:5)
지역적응성 검증포	2.1	30.12	0.71	0.81	2.41	7.21	0.66	70.21	14.34	7.92

(다) 양송이 배지 중금속 함량 조사

(단위 : mg·kg<sup>-1</sup>)

시료명	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	As	Ni
지역적응성 검증포	2853.32	705.09	2.88	151.29	1.49	-	21.60	1.26	2.01

□ GSP육성 신제품 전시포 조성 추진

○ 1년차 신제품 전시포

- (1) 재배품종 : 새한, 새도, 호감
- (2) 장 소 : 서정갑 농가 (경주시 건천읍 송선리 소재)
- (3) 운영기간 : 2017. 4. 19 ~ 11. 30



<핀발생, 새도>



<핀발생, 새한>



<핀발생, 호감>



<자실체 발생, 새도>



<자실체 발생, 새한>



<자실체 발생형태, 호감>

(4) 양송이 재배용 배지의 이화학적 특성조사 (전시포, 지역적응성 검증포)

이화학적특성										
시료명	T-N (%)	T-C (%)	T/S (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	수분 (%)	C/N (%)	pH (1:5)
170419 경주박흥대	2.0	29.24	0.61	0.82	1.82	6.60	0.62	67.98	14.62	8.31

중금속함량		단위 mg·kg <sup>-1</sup>							
시료명	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	As	Ni
170419 경주박흥대	3285.32	695.09	4.18	111.19	3.39	0.07	21.60	1.26	10.01

(5) 품종비교 전시포 양송이 특성조사

품종	초발이 일수	수확 일수	갓		개체중	경도 (g)	색도			수확량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )
			넓이	두께			L	a	b	
호감	16.4	8.0	46.3	23.1	19.2	10210	49.4	9.4	16.6	35.0
새도	18.0	8.0	47.1	24.1	23.0	14528	90.3	-0.1	11.1	35.0
새한	18.0	8.0	49.3	27.4	30.3	11101	91.5	-0.3	10.1	35.0

○ 2년차 신품종 전시포

- (1) 재배품종 : 도담, 호감, 새도, 새한, A15
- (2) 장 소 : 서정갑 농가 (경주시 건천읍 송선리 소재)
- (3) 운영기간 : 2018. 4. 14 ~ 11. 30
- (4) 양송이 전시포 특성조사
  - (가) 자실체 특성 조사

품종 구분	초발이 일수	수확 일수	갓		대 두께 (mm)	개체중 (g)	경도 (g/cm <sup>2</sup> )	색도			수확량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )
			넓이 (mm)	두께 (mm)				L	a	b	
도담	17.0	8.0	48.0±2.3	24.3±1.8	19.9±2.0	30.2±3.5	8,962±664	90.8±0.9	1.0±0.9	12.8±1.7	27.5
A15	17.0	9.0	47.1±2.2	24.3±1.3	22.8±3.1	30.6±2.2	9,454±570	90.7±1.1	0.9±0.5	12.2±1.2	30.3
호감	16.0	8.0	55.6±1.9	24.1±1.7	28.2±3.3	36.4±2.2	8,898±807	59.7±4.2	10.7±1.8	22.1±1.8	29.3

(나) 양송이 배지 이화학적 특성 조사

시료명	T-N (%)	T-C (%)	T/S (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	수분 (%)	C/N (%)	pH (1:5)
양송이 전시포	1.9	31.11	0.62	0.84	2.22	7.11	0.42	70.11	15.71	7.82

(다) 양송이 배지 중금속 함량 조사

(단위 : mg·kg<sup>-1</sup>)

시료명	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	As	Ni
양송이 전시포	3485.32	623.09	3.42	171.14	2.30	-	21.60	1.26	2.41

□ 국내육성 양송이 품종 보급

○ 1년차 2017년 5월에서 12월 새한, 새도, 호감, 새연, 새정 등 국내 육성 양송이품종의 종균을 50농가에 보급하였다. 보급실적은 26농가(5~8월), 24농가(9~12월)이었다.



**경상북도농업기술원**



수신 내부결재 (경유)

제목 2017년 국내 육성 양송이 신제품 농가보급 추진 실적 보고 (6~8월)

2017년 국내 육성 양송이 신제품 농가보급 추진 실적(1단계, 2017년 6~8월)을 다음과 같이 보고 합니다.

○ 2017년 양송이 신제품 농가보급 실적

- 공급기간 : 2017. 5 ~ 8월

- 농가 수 : 26농가

- 내 용 : 세부사항 붙임문서 참조

붙임 : 국내 육성 양송이 신제품 농가보급 실적 1부. 끝.

직원 김민구 버섯보급관리 김주현 농업환경연구 2017. 10. 23. 과장 권덕홍

최초자

시행 농업환경연구과-8918 김주현

주 41404 대구광역시 북구 칠곡중앙대로136길 47 (동호동, 경상북도) http://www.gbe.go.kr 농업기술원

전화번호 053-320-0475 팩스번호 053-320-0295 / bovepeople@korea.kr / 비공개(6)

“반년마다 경북농업, 한대어울 한국농업”

2017년 GSP 양송이버섯 품종보급연구

경주지역 양송이버섯 상반기 보급지원 농가 (26농가)

번호	주 소	성 명	연락처	비 고
1	건천읍 단척산길74	박 흥대	010-4114-5838	
2	건천읍 방내큰골길13-14	정 병석	010-3055-0593	
3	건천읍 방내골길5-3	정 지승	010-3540-2596	
4	건천읍 천포방내길98-10	이 대용	010-3200-6057	
5	건천읍 송선절골길9-8	이 상봉	011-518-7152	
6	건천읍 금학상리길48-47	한 영세	010-6517-2515	
7	건천읍 박삼길48-10	곽 종태	010-2526-1618	
8	건천읍 내서로1395-11	김 운환	010-9776-6956	
9	건천읍 송선리1327	서 경간	010-5598-4130	
10	건천읍 방내골길5-13	이 상묵	010-5633-3933	
11	건천읍 모랑방내길92	이 영호	010-9533-1704	
12	건천읍 건천8길5-4	김 환덕	010-2815-7242	
13	건천읍 대추밭강당길67-26	박 상관	010-2414-3298	
14	건천읍 건천1길131-39	박 흥선	010-3017-0134	
15	건천읍 천포방내길252-6	박 희관	010-5137-9240	
16	건천읍 방내큰골길9	오 영태	010-6773-3856	
17	건천읍 모랑정길36	이 경우	010-5522-4861	
18	건천읍 방내큰골길34	이 춘원	010-3523-3078	
19	건천읍 건천6길32-1	정 종섭	010-5005-9368	
20	건천읍 단척산길15	최 병천	010-5575-2359	
21	건천읍 단척산길17	최 재규	010-6666-3360	
22	건천읍 방내큰골길69	조 문길	010-7750-0902	
23	건천읍 박삼길12-1	정 병남	010-3544-7859	
24	건천읍 천포방내길	택 기영	010-6533-0645	
25	건천읍 단척산로960-1	황 일섭	010-3431-0407	
26	건천읍 용명길27	정 광진	010-6603-6693	

□ 국내 육성 양송이 신제품 품평회 개최

○ 1년차 신제품 품평회

(1) 일 자 : 2017. 6. 13.(화)

(2) 장 소 : 건천휴게소 (경주시 건천읍 소재, 부산방향)

(3) 개최내역 : 국내 육성 양송이 품종 품평회 및 홍보행사 추진



<국내 육성 양송이 품종소개>



<양송이 품종 비교>



<양송이 품평회 설명>



<국산 양송이 홍보>

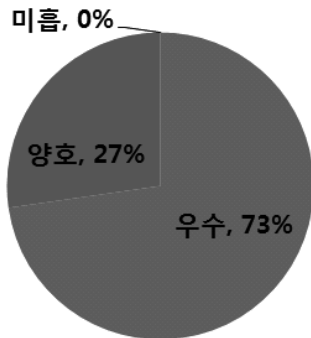


<버섯재배 농가 품평>

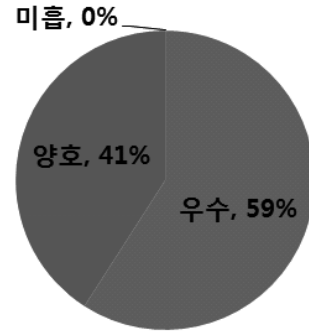


<양송이 우동 홍보>

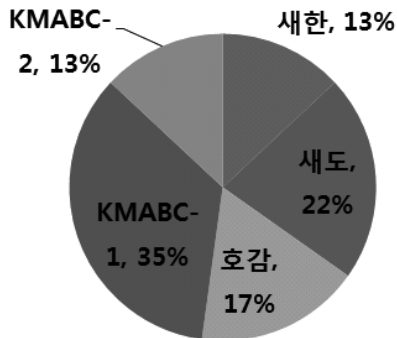
(4) 양송이 신제품 설문조사



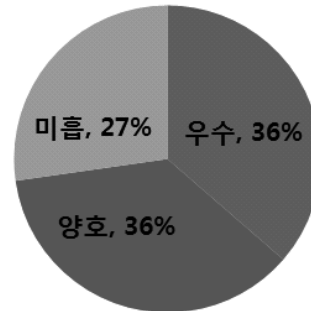
질문1) 외국품종과 비교하여 국산품종의  
갓 크기는 어떠합니까?



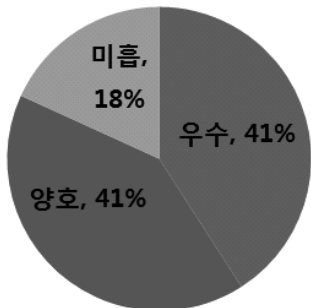
질문2) 외국품종과 비교하여 국산품종의  
대 크기는 어떠합니까?



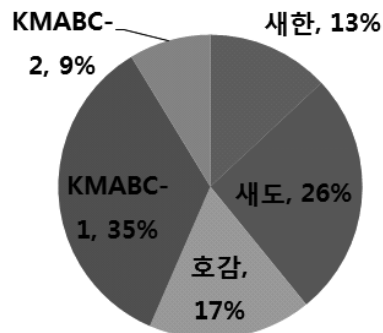
질문3) 국산품종 중 버섯형태가  
가장 우수한 품종은 ?



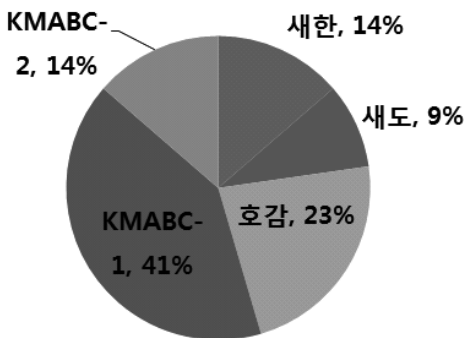
질문4) 외국품종 비교하여 국산품종의  
갓의 색은 어떠합니까?



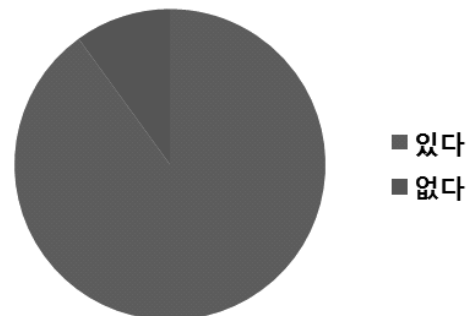
질문5) 외국품종과 비교하여 국산품종의  
대의 색은 어떠합니까?



질문6) 국산 품종 중 버섯 색이  
가장 우수한 품종은?



질문7) 맛은 어떤 품종이 우수합니까?



질문8) 국산품종을 앞으로 재배할  
의향이 있으십니까?

○ 2년차 신품종 품평회

- (1) 일 자 : 2018. 6. 30.(토)
- (2) 장 소 : 경주동공원, 경주시 보문로 74-14 (연간 관람객 50만명, 주말 5천명)
- (3) 참석인원 : 302명
- (4) 주요내용 : 국내육성 양송이 품종특성 설명, 재배농가 실증사례 발표, 품종평가 등



<품평회 개최 및 목적소개>



<국내 육성 양송이 품종 소개>



<농가재배 사례 발표>



<양송이 품종 비교 및 품평>



<양송이 요리 시식행사 홍보>



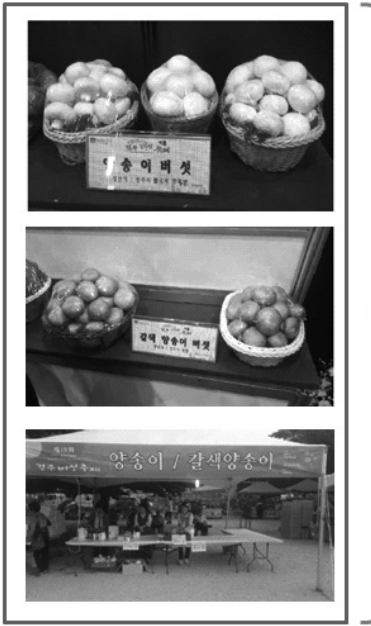
<갈색양송이 소개>

- (5) 품평회 및 설문조사
  - (가) 우수품종 (응답자 97명)
    - 단석1호 50%, 호감 17%, 도담 14%, 새도 10%, 새한 6%, 외국종 3%
  - (나) 우선구매순위 (응답자 111명)
    - 맛 24%, 품질 23%, 식감 22%, 가격 13%, 저장성 10%, 양 9%
  - (다) 어울리는 요리 (응답자 97명)
    - 구이 32%, 튀김 27%, 볶음 16%, 찌개 11%, 생버섯 7%, 국 6%

□ 홍보

○ 1년차 : 국내 육성 양송이 신종품 홍보 (경주버섯축제)

- (1) 일 자 : 2017. 9. 23.(토)
- (2) 장 소 : 건천초등학교 (경주시 건천읍 소재)
- (3) 주최 및 주관 : 경주시, 신경주농협, 경상북도
- (4) 관람인원 : 10,000명 (양송이버섯 판매액 : 1억 4천만원)
- (5) 주요내용 : 국산 양송이 신종품 전시, 버섯판매, 신종품 특성홍보



국산 양송이 홍보  
(새한, 새도, 호감)



국산 양송이 품종 특성 소개

(6) 양송이 등 국내 신선버섯류 주요 품종 전시



○ 2년차 1회 : 농업기술박람회 갈색양송이 홍보 및 시식행사

- (1) 일 자 : 2018. 7. 18.(수)
- (2) 장 소 : 창원컨벤션센터
- (3) 주 최 : 농촌진흥청, 경상남도

(4) 주요내용 : 갈색양송이 홍보 및 시식행사 추진



<홍보용 갈색양송이 샘플>



<갈색양송이 시식행사>



<갈색양송이 시식>

○ 2년차 2회 : 경주버섯축제 국산 양송이 홍보

- (1) 일 자 : 2018. 9. 15.(토)
- (2) 장 소 : 건천초등학교 (경주시 건천읍 소재)
- (3) 주최 및 주관 : 경주시, 신경주농협, 경상북도
- (4) 관람인원 : 12,000명 (양송이버섯 판매액 : 1억 6천만원)
- (5) 주요내용 : 국산 양송이 신제품 전시, 버섯판매, 신제품 특성홍보



국산 양송이 홍보  
(새한, 새도, 호감)



국산 양송이 품종 특성 소개



<양송이 등급 및 품종 소개>



<양송이 홍보>



<양송이 요리 소개>



<일반인 대상 소개>



<양송이 판매>



<식용버섯 전시>



<남부지역 품종보급\_4세부과제(3~5년차)>

□ 남부지역 적합 계통 및 신품종 지역적응성 검증시험

국산 양송이 신품종의 남부지역 적응성을 검증하기 위해 경북지역 주산지인 경주지역 농가를 중심으로 시험포장을 선정하고 시험을 수행하였다. 농가는 다년간 양송이버섯을 재배하여 안정적인 생산이 가능한 곳으로 선정하였으며 재배시설은 하우스골조에 부직보온덮개를 씌운 간이형 재배사로 4단의 베드가 좌우로 나뉘어 있는 형태였다. 지역적응성은 2019년, 2021년 2회에 걸쳐 수행하였는데 2019년은 ABS4-121, ABS5-50계통과 대조품종으로 도담을 사용하였고, 2021년의 경우 하담, 도담 품종을 선택하여 시험을 수행하였다. 재배방식은 관행재배법을 따랐는데 퇴비배지를 넣고 2일간 스팀으로 살균 후 곡립중균을 이용하여 접종한 다음 25℃에서 15일간 가량 배양하여 균사가 배지 전체에 충분히 자랐을 때 재배사 내부온도를 낮추어 발이를 유도하였는데 1주기 20℃, 2주기 17℃, 관행(15℃)으로 발이온도를 달리하여 재배 하였다. 온도를 낮춘 후 배지 표면은 흙으로 피복하고 관수를 하였다. 버섯 생육조사는 주기별로 1회씩 실시하였다.

2019년 지역 적응성 시험의 경우 육성중인 계통을 대상으로 지역적응성 검증 결과 ABS5-50계통이 1주기에 초발이 일수, 수확일수가 도담에 비해 빨랐는데 이는 고온에서도 비교적 빠르게 발이가 진행되는 특성이 있음을 알 수 있었다. 개체중은 두 계통 모두 도담에 비해 우수 하였으나 ABS4-121의 경우 총 수량이 떨어져 고온 재배에 적합하지 않은 반면 ABS5-50계통의 경우 도담품종 보다 우수한 수량특성을 보여 고온재배에 적합한 것으로 나타났다. 그러나 경도가 도담에 비해 낮아 유통 중 손상위험이 있었고 색도가 도담에 비해 어두운 편으로 수량과 특성은 우수하나 시장성이 낮을 가능성이 있었다.



ABS4-121 계통(1주기 재배)

ABS5-50 계통(1주기 재배)

도담(1주기 재배)

<그림. 계통별 1주기 생육상황>

<표. 1주기 자실체 생육 특성>

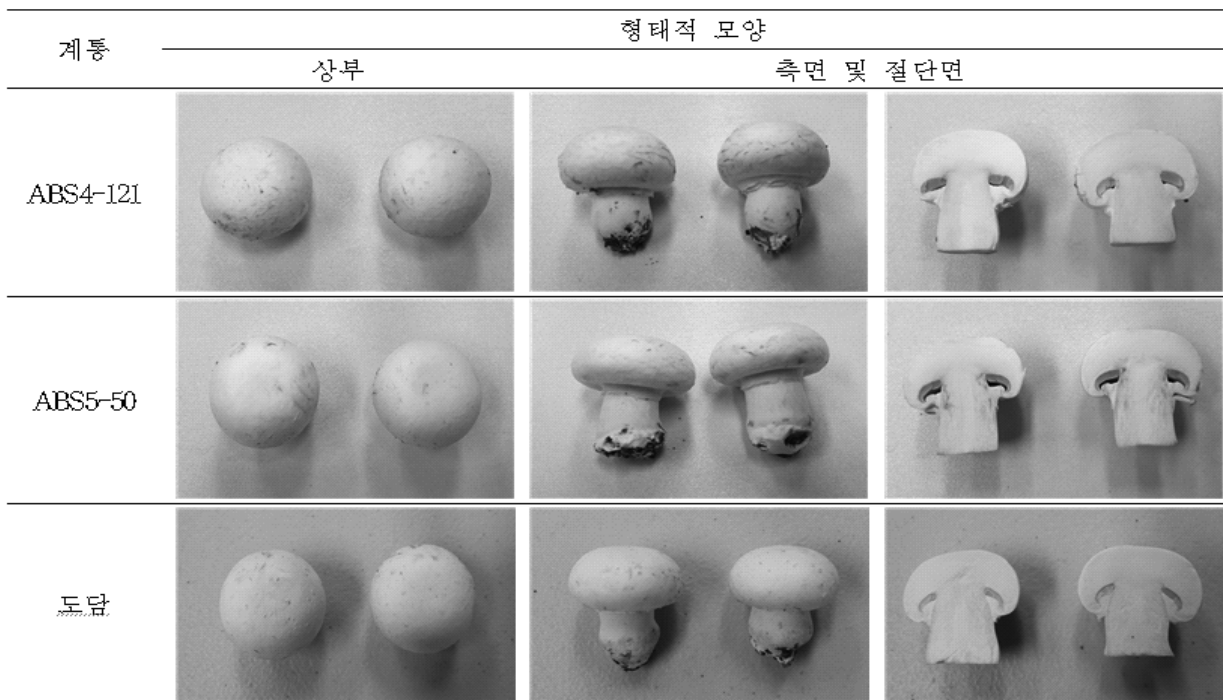
품종 구분	초발이 일수	수확 일수	갓			개체중 (g)	경도 (g/cm <sup>3</sup> )	색 도			수확량 (kg/3.3 m <sup>2</sup> )
			넓이 (mm)	두께 (mm)	대 두께 (mm)			L	a	b	
ABS4-121	19.0	6.0	48.6±1.7	26.7±2.3	18.5±0.5	25.2±2.2	1.9±0.9	83.7±2.1	-0.9±0.3	16.8±1.4	2.3
ABS5-50	17.0	5.0	49.9±2.4	25.0±1.0	17.9±0.7	24.3±2.3	1.8±0.5	80.7±2.8	-0.8±0.2	16.6±1.6	7.3
도담	19.0	6.0	43.3±0.8	25.1±1.1	16.4±1.2	19.5±2.1	2.5±1.6	87.1±2.1	-0.8±0.1	14.4±1.4	5.9

2주기 자실체 생육 특성은 발이일수 6~7일, 수확일수 5일이 소요되었으며 단위면적당 수확량은 도담품종이 수량 10.5kg으로 가장 우수하였으며 ABS4-121이 6.9kg으로 저조하였다. 또한 색도, 갓 특성 등에서도 도담 품종이 시험품종에 비해 우수하게 나타났다.. 시험품종간 형태

적 특성을 비교하였을 때 도담이 선명한 흰색을 띠고 있었고 다른 두 계통은 옅은 황색으로 보였다. 절단면은 ABS4-121계통이 갓이 둥근 형태였으며 ABS5-50계통은 폭이 넓은 형태를 보였고 갓 상부형태는 모두 매끈한 둥근형을 나타내었다.

<표. 2주기 생육특성 및 수량>

품종 구분	발이 일수	수확 일수	갓		대 두께 (mm)	개체중 (g)	경도 (g/cm <sup>3</sup> )	색도			수확량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )
			넓이 (mm)	두께 (mm)				L	a	b	
ABS4-121	7.0	5.0	40.8±0.9	23.6±0.9	17.4±0.8	17.6±1.1	2.8±1.4	88.7±2.2	-0.8±0.1	12.1±0.7	6.9
ABS5-50	6.0	5.0	38.4±0.7	22.1±1.0	17.1±1.0	19.4±0.9	2.1±1.0	87.6±2.2	-0.9±0.2	13.4±1.3	10.0
도담	7.0	5.0	41.4±0.5	25.5±1.2	18.3±0.8	19.4±0.8	2.3±0.9	90.3±1.1	-0.7±0.1	10.9±0.7	10.5



<그림. 우수계통 형태적 특성 비교>

□ 국내육성 신품종 전시포 운영 및 종균 농가보급

국내육성 신품종의 홍보와 보급을 위해 국산 품종 재배 전시포를 2019 ~ 2021년까지 3년간 운영하였다. 전시 포는 재배경험이 많은 농가 위주로 7개소를 선정하였으며 관행재배법에 준하여 재배를 실시하였다. 재배시 소요되는 종균과 퇴비배지를 1회분을 구입하여 공급하고 국산 품종 중 우수한 특성을 가진 도담, 새도, 단석1호를 선별하여 농가에서 재배토록 하였다. 또한 국내육성 우량 양송이 품종의 빠른 보급을 위해 신품종 종균을 생산하여 농가에 보급하였다. 품종은 도담, 새한, 새도 및 단석1호를 대상으로 하였으며 농가당 재배사 1동 재배시 소요되는 양 130kg을 20농가를 대상으로 공급하여 신품종 재배를 실시토록 하였다.

국산 신품종 홍보용으로 전시 재배는 경주지역 7농가를 선정하여 실시하였다. 농가에 따라 단석1호, 도담, 새도, 새한 품종 중 1 ~ 2개를 골라 재배를 하였다. 생육은 대부분의 농가

가 정상적인 생육을 보여 전시포로서 기능을 충분히 수행하였다. 그러나 일부 농가는 생육불량 현상이 발생하였는데 자실체 형성이 불량해지며 마이코곤 증상을 나타내었다.

<표. 전시포 운영 농가>

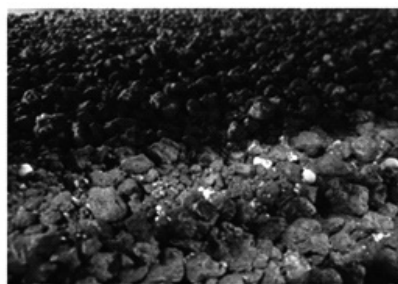
농가명	품종	장소	면적(m <sup>2</sup> )	경력(년)
서정갑	단석1호, 도담	경주시 건천읍 단석산길 71	165	30
곽종태	도담	경주시 건천읍 방실길 48-10	180	30
이상봉	도담, 새도	경주시 건천읍 송선절골길 9-8	170	30
안희근	도담, 외국산	경주시 건천읍 건천6길 32-1	150	20
김묘주	단석1호, 도담	경주시 건천읍 단석산길 51-1	160	28
김삼례	단석1호, 도담	경주시 단석산길 77	170	30
한우석	새한, 도담	경주시 천사3길 11(구정동)	180	25

<표. 전시포 생육>

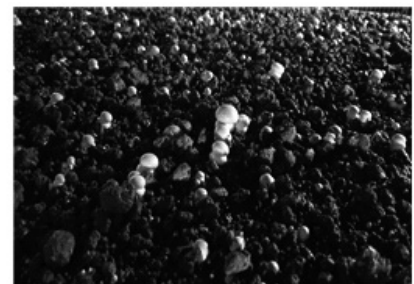
농가명 (운영기간)	품종 구분	갓대		대 두께 (mm)	개체중 (g)	경도 (g/cm <sup>2</sup> )	색도		
		넓이 (mm)	두께 (mm)				L	a	b
서정갑 (4~7월)	단석1호	44.6±1.8	24.4±0.9	19.4±1.6	19.9±1.5	6.4±1.0	48.0±1.7	10.3±0.3	14.9±1.2
	도담	44.3±1.5	26.2±1.0	18.9±1.3	20.2±2.6	6.1±0.8	89.7±1.7	-0.7±0.1	12.7±2.0
이상봉 (5~8월)	도담	41.1±1.0	23.2±2.3	17.8±2.0	19.0±2.3	7.2±0.8	89.8±1.2	-0.8±0.3	10.5±0.7
	새도	40.3±1.3	22.3±1.0	17.6±1.2	18.0±1.1	6.1±0.8	83.0±2.6	-0.8±0.2	10.4±1.0
안희근 (5~8월)	도담	40.4±1.0	21.7±0.8	15.6±1.2	16.9±0.9	1.8±0.2	89.8±0.9	-0.1±0.2	11.9±0.5
	외국산	40.7±1.4	22.7±0.9	17.7±0.8	17.3±1.3	2.3±0.3	90.1±1.1	-0.3±0.2	11.2±0.7
김묘주 (8~10월)	단석1호	46.1±1.2	28.4±1.4	18.6±0.7	19.0±1.6	6.4±1.0	51.6±2.0	9.0±0.4	16.7±0.8
	도담	49.1±1.0	27.1±0.9	19.7±1.9	19.4±3.9	1.3±0.1	88.7±7.9	-0.8±0.3	10.6±1.3
김삼례 (8~10월)	단석1호	44.6±2.5	29.4±1.9	17.1±0.9	21.0±1.9	5.5±1.0	50.8±2.8	8.5±0.3	16.0±1.0
	도담	45.3±1.4	26.4±1.0	17.9±1.6	22.6±2.0	1.7±0.2	91.7±1.0	-0.8±0.1	9.6±0.6
한우석 (8~11월)	새한	48.7±1.2	28.4±0.9	17.5±0.4	19.3±1.3	1.8±0.2	92.3±0.5	-0.8±0.2	14.9±1.2
	도담	42.1±4.2	26.0±0.5	16.1±1.0	19.4±2.0	1.6±0.5	92.2±0.2	-0.7±0.1	9.7±0.5



전시포 사진



자실체 불형성



마이코곤 발생

<그림. 전시포 생육불량 증상>

국산 품종 자급율의 신속확산을 위해 신품종 종균의 농가보급을 실시하였다. 2019년 20농가를 대상으로 각 농가당 종균 130kg씩 보급하였으며 보급 품종으로는 도담, 새한 등 4품종을 보급하였다.

<표. 신품종 국산 양송이버섯 종균 보급 내역>

품종	개소(농가)	종균량 (병/파운드)	육성기관
도담	14	4,200	농촌진흥청
세도	2	600	농촌진흥청
새한	1	300	농촌진흥청
단석1호	3	900	경북농업기술원
계	20(14)	6,000	-

□ 국내 육성 양송이 신품종 평가회 및 홍보

국산 양송이 품종의 우수성을 알리고자 양송이 신품종에 대한 시식 및 평가회를 개최하였다. 신품종 평가는 2019년 실시하였으며 재배농가, 시군농업기술센터 담당자 등이 참석하여 국내육성 양송이 품종특성 설명, 재배농가 실증사례 발표, 품종평가등을 실시하였다. 시식회는 국산품종의 소비확대를 통한 종균 보급의 확대를 꾀하고자 2020년 실시하였는데 주말 내방객이 많은 경주시 동궁원을 선택하여 관람객들을 대상으로 국산 양송이의 시식과 버섯 나눔 행사를 하였다.

국산 신품종의 평가회를 경주 소재 재배농가(경주시 단석산길 51-1)에서 재배농가, 농업기술센터 담당자, 과제담당자 등이 참석하여 양송이 품종특성 설명, 재배농가 실증사례발표, 품종평가 등으로 진행하였다. 주요 결과로는 1)최근 국내육성 품종이 외국종과 비교하여 품질이나 재배방법은 비슷한 수준을 보임 2)보급 종균의 생산, 관리 등에서 선진국 수준에 못 미침 3)외국산 선호 재배농가도 시범재배 등 적극적인 국산품종의 홍보사업 참여 통해 국산품종의 선택기회 제공 확대 필요 4)갈색양송이(단석1호) 가격은 백색에 비해 70% 수준이나 저장기간은 2배 길어서 유통과정에서 수급조절이 유리하고 맛, 향이 우수하므로 지속적인 품종의 인지도 제고에 따라 백색 양송이 수준의 가격대 형성 기대 등의 내용으로 평가가 이루어졌다.



평가회 개최식



신제품 특성 설명



농가재배 사례발표



신제품 전시



평가회 농가 재배사



도담 신제품 재배

<그림. 평가회 및 홍보>

#### □ 국산 신제품 양송이 생육 모델링

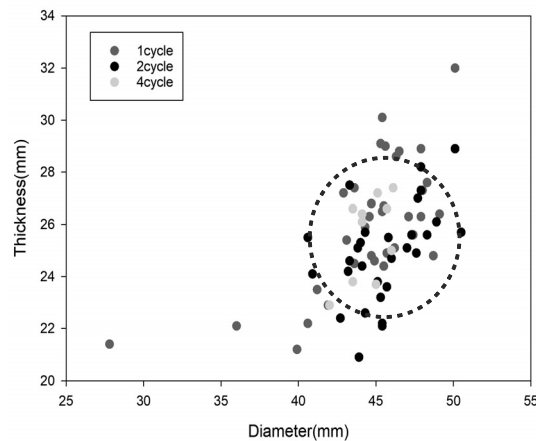
경주 건천읍의 농가 현지포장을 임차하여 시험에 사용하였다. 재배방식은 관행에 따랐는데 벗짚 퇴비배지를 구입하여 재배상에 125kg/3.3m<sup>2</sup> 기준으로 입상을 한 다음 재배사를 완전히 밀폐하고 내부에 설치된 보일러를 이용하여 실내온도를 60℃로 높여서 이틀간 유지하여 후발효가 일어나도록 하였으며 배지온도가 너무 올라가지 않도록 2~3회 환기를 실시하였다. 후발효 후 도담, 단석, 새한 품종의 종균을 3파운드/3.3m<sup>2</sup>기준으로 접종하였다. 접종 후 배지 전체에 양송이균이 충분히 자랐을 때 복토를 실시하였으며 관수를 충분히 하여 버섯 발생을 유도하였다. 특성조사는 버섯이 발생한 때부터 일주일 간격으로 품종별 20개를 채취하여 실험실에서 조사하였고 조사요령에 따라 갓지름, 무게, 경도, 색도 등을 조사하였다. 환경요인 조사는 버섯 재배사 밖과 내부에 온도, 습도, 이산화탄소, 이슬점온도 등의 센서를 설치하고 10분 간격으로 측정될 수 있도록 설정하여 환경요인 데이터를 획득하였다. 재배사 외부는 재배사 바로 옆에 설치하여 재배사 내부 환경과 비교 가능토록 하였고 내부의 센서 위치는 온도, 습도 경우 지표면 150cm 위치에 설치하였으며 이산화탄소는 지표면 50cm, 이슬점은 버섯이 발생하는 위치에 센서를 설치하였다. 수집된 버섯 특성데이터와 기상 데이터간 통계분석을 통하여 연관성을 분석하였다. 먼저 각 측정값별로 상관분석을 실시하여 유의성이 높은 지표값을 선발하고 각 선발된 지표를 이용하여 회귀분석을 실시하였다. 1, 2, 3차 회귀분석 모델을 모두 적용하였을 때 1차 회귀에서 가장 높은 유의성을 보여 이 후 모든 분석은 1차 회귀모델을 이용하였다.

품종별 자실체 특성은 도담품종과 단석1호는 갓지름, 두께, 무게 등이 유사한 경향을 보였으며 새한의 경우 두 품종에 비해 생육이 부진하였다. 흰색양송이인 새한과 도담은 차이가 없었으며 갈색양송이인 단석1호는 a값이 9.3으로 도담 0.2, 새한 0.1과 현저한 차이를 보였다. 경도의 경우 단석1호와 새한이 우수하였고 도담은 낮아 저장성은 단석1호와 새한이 우수할 것으로 예상되었다. 각 주기별 특성의 경우 단석1호가 주기가 뒤로 갈수록 색이 열리는 경향을 보였으며 수량은 1주기가 가장 우수하였으며 후기로 갈수록 수량이 감소하는 것을 볼 수 있어 후기 수량을 안정적으로 유지할 수 있는 재배기술의 개발이 필요하였다.

<표. 품종별 주기별 자실체 특성>

품종	주기	자실체 특성					색도		
		갓지름 (mm)	갓두께 (mm)	대두께 (mm)	경도 (g/cm <sup>3</sup> )	무게 (g)	L	a	b
단석1호	평균	45.0	25.5	22.9	4.1	23.3	52.0	9.3	16.2
	1주기	44.7	26.0	22.1	3.5	23.3	54.2	9.2	16.9
	2주기	45.5	24.9	24.3	4.9	23.0	50.7	9.3	15.4
	4주기	44.5	25.6	21.7	4.0	24.2	48.3	9.5	15.8
도담	평균	46.4	26.3	22.0	2.4	25.1	89.9	0.2	11.3
	1주기	47.5	27.7	22.5	2.5	27.9	89.6	0.2	11.9
	2주기	44.8	24.2	21.1	2.3	20.8	90.5	0.1	10.5
새한	평균	41.3	23.4	15.2	4.2	17.0	90.5	0.1	11.1
	2주기	39.7	21.7	12.5	6.4	12.5	91.9	-0.2	9.9
	4주기	42.9	25.2	17.9	2.0	21.5	89.2	0.4	12.3

주기별 갓 두께와 지름간 분포를 살펴 보았을 때 1주기에서는 산포를 하고 있었으나 후기로 갈수록 중앙부분으로 집중되는 것을 볼 수 있어, 초기에는 수량은 많으나 개체간 차이가 심하여 상품성이 낮은 개체가 다수 발생할 수 있고 후기로 갈수록 수량은 떨어지나 상품성이 높은 버섯 위주로 생산된다고 할 수 있다.



<그림. 주기별 자실체 갓 두께 및 지름 분포>

수량구성요소에 따른 수량예측식을 얻기 위해 가장 중요한 수량 구성요소인 자실체 갓 두께와 지름간 회귀분석을 1, 2, 3차 회귀모델을 이용하여 분석하였을 때 모두 낮은 유의성을 보였으나 그 중 1차 회귀식이 유의성이 상대적으로 높았다. 따라서 이 후의 환경요인과 생육간 회귀분석은 1차 다중회귀 모델을 이용하여 분석을 실시하였다. 각 특성간 상관분석을 하였을 때 무게에 영향을 미치는 요소로 갓두께, 갓지름, 대지름이 높은 정의 상관관을 보여 재배 현장에서 크기 측정으로 수량 파악이 가능할 것으로 기대되었고 경도와 L값은 부의 상관관을 보여 색이 짙을수록 좀 더 조직이 치밀할 가능성이 있음을 나타내었다.

<표. 자실체 갓 두께와 지름 간 회귀분석>

항 목	회귀모형별 통계값		
	직선회귀	2차방정식 회귀	3차방정식 회귀
R <sup>2</sup>	0.251	0.214	0.215
회귀식	f=5.2086+0.4496x	f=-84.3274+4.4944x-0.0456x <sup>2</sup>	f=251.3314-18.1594x+0.4630x <sup>2</sup> -0.0038x <sup>3</sup>

<표. 조사요인별 상관분석>

	갓지름	갓두께	대지름	L	a	b	경도	무게
갓지름	1.000							
갓두께	0.644	1.000						
대지름	0.524	0.276	1.000					
L	0.020	0.006	-0.332	1.000				
a	-0.031	-0.012	0.308	-0.989	1.000			
b	0.091	0.116	0.237	-0.764	0.799	1.000		
경도	-0.247	-0.232	-0.194	-0.257	0.259	0.235	1.000	
무게	0.823	0.846	0.579	-0.034	0.015	0.102	-0.347	1.000

위 상관분석에서 얻어진 수량구성요소에 따라 수량 예측을 위한 회귀분석을 하였을 때 무게 = -36.540 + (0.530 \* 갓지름) + (1.118 \* 갓두께) + (0.338 \* 대지름)의 식을 얻을 수 있었다. 그러나 위 수량구성요소는 계절에 따라 변동이 가능하고 환경요인에 따라 갓과 대의 크기가 변하므로 개체간 주기간 차이가 심하게 발생하게 되므로 좀 더 정확한 예측을 위해서는 조사표본을 늘여 다양한 환경요인하에서 조사가 이루어지고 또한 환경요인을 고려하여야만 좀 더 정밀한 관계식을 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

<표. 수량예측을 위한 1차 다중회귀분석>

요인	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
Constant	-36.54	1.892	-19.318	<0.001	
갓지름	0.53	0.0611	8.681	<0.001	2.192
갓두께	1.118	0.0659	16.956	<0.001	1.721
대지름	0.338	0.0404	8.362	<0.001	1.391

기상요인과 수량과의 상관을 구하기 위해 수확시기를 기준으로 수확 전 1 ~ 10일, 5 ~ 15일, 11 ~ 20일 사이의 온도와 습도값을 대상으로 무게와 상관을 구하였을 때 수확전 10일간의 온도, 습도 값이 가장 높은 상관을 보였다(표 10). 수확 10일 전은 원기가 형성된 후 버섯을 수확하는 실질적 자실체 형성 기간으로 양송이 수량은 원기 형성 후의 기상이 가장 중요함을 알 수 있다.

<표. 기상과 수량과의 상관(8.21. 수확 대상)>

기상 관측기간	요소	무게	온도	습도
8.11. ~ 20.	무게	1		
	온도	-0.52146	1	
	습도	0.35083	-0.65147	1
8.6. ~ 15.	무게	1		
	온도	-0.19042	1	
	습도	0.159366	-0.98945	1
8.1. ~ 10.	무게	1		
	온도	0.008377	1	
	습도	0.066131	-0.98352	1

위 결과에 따라 수확 전 1 ~ 10일 기상과 자실체 특성과의 상관분석을 하였을 때 색도, 갓지름, 갓 두께와 상관을 보임을 알 수 있었으며 이 결과를 바탕으로 기상요인을 이용한 색도, 갓지름, 갓 두께 예측에 대한 회귀분석을 실시하였다. 그 결과는 아래와 같다. 회귀분석을 위해 수량이 정확히 조사된 시기와 환경측정센서가 제대로 동작된 시점만을 사용하여 분석을 하였기에 수집된 데이터가 제한적이어서 예측정확도가 낮아 실제 응용에는 어려움이 있다. 벚섯 수량에 미치는 요인을 좀 더 다양한 센서를 이용하여 장기간 동안 수집을 하고 이를 그 시점의 수량과 비교하여야만 환경개선에 필요한 자료가 축적될 것으로 판단된다. 따라서 재배사 개선을 위한 환경조건 구명을 위해서는 변수를 최소화 할 수 있게 항상 관찰가능한 재배사를 이용하는 것이 가장 효율적으로 시험이 이루어질 것으로 판단된다.

<표. 기상요인과 특성과의 상관>

	갓지름	갓두께	대두께	L	a	b	경도	무게	온도	습도
갓지름	1.000									
갓두께	0.207	1.000								
대두께	0.269	-0.504	1.000							
L	0.023	0.262	-0.395	1.000						
a	0.287	-0.256	0.608	-0.828	1.000					
b	-0.080	0.154	-0.140	-0.706	0.501	1.000				
경도	0.019	-0.138	0.008	-0.210	0.256	0.002	1.000			
무게	0.752	0.331	0.133	0.331	0.004	-0.466	-0.080	1.000		
온도	-0.592	0.276	-0.611	0.099	-0.572	0.091	0.143	-0.521	1.000	
습도	0.530	-0.131	0.609	-0.311	0.716	0.190	-0.056	0.351	-0.907	1.000



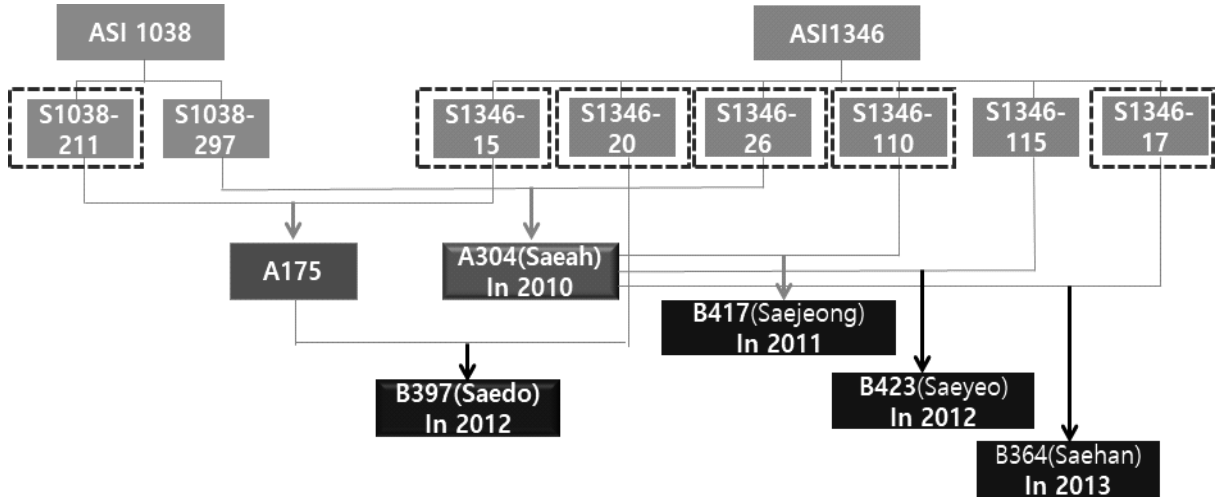
<표. 온·습도에 따른 양송이버섯 특성예측>

항 목	요 소	Coefficient	Std. Error	t	P	R <sup>2</sup>
색도(a값)	Constant	-11.61	9.217	-1.26	0.248	0.547
	온도	0.127	0.175	0.725	0.492	
	습도	0.103	0.056	1.845	0.108	
갓지름	Constant	74.37	43.733	1.701	0.133	0.350
	온도	-0.747	0.833	-0.897	0.4	
	습도	-0.0232	0.266	-0.0873	0.933	
대지름	Constant	29.099	64.955	0.448	0.668	0.391
	온도	-0.578	1.237	-0.467	0.654	
	습도	0.177	0.395	0.449	0.667	
갓두께	Constant	-5.229	37.045	-0.141	0.892	0.149
	온도	0.721	0.705	1.023	0.34	
	습도	0.169	0.225	0.749	0.478	

<품종보호 및 개발을 위한 마커개발\_3세부과제>

□ 양송이 균주의 유전체 비교 및 고도화

새도, 새아 등 흰색 양송이 품종 개발에 이용된 6개 모균주(S1346-15, S1346-17, S1346-20, S1346-26, S1346-110, S1038-211)에 대한 resequencing 결과, 평균 75x의 유전체 정보를 생산하였다.



<그림. 흰색 양송이 품종 개발 pedigree>

<표. 6개 균주에 대한 low quality trim 결과>

	Raw Data		Trimmomatic			
	Reads No	Length	Reads No		Length	
S1038-211	7,338,790	2,157,602,309	7,080,774	96.48%	1,770,026,290	82.04%
S1346-110	9,337,246	2,779,821,555	8,764,486	93.87%	2,013,203,131	72.42%
S1346-15	6,440,746	1,924,155,673	6,089,334	94.54%	1,499,550,053	77.93%
S1346-17	6,358,118	1,897,329,588	5,980,422	94.06%	1,465,920,496	77.26%
S1346-20	8,107,872	2,416,638,099	7,620,128	93.98%	1,763,971,533	72.99%
S1346-26	8,909,410	2,653,307,539	8,336,414	93.57%	1,919,483,151	72.34%

기존 NCBI(National Center for Biotechnology Information)에 등록되어 있는 2개의 양송이 유전체 정보 중 genome annotation 정보가 있는 2012 version ([https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/858?genome\\_assembly\\_id=31528](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/858?genome_assembly_id=31528))으로 newbler, platanus, CLC 등 3가지 프로그램을 이용하여 de novo assembly를 수행한 결과 기존 reference와 가장 유사한 genome seq. size를 가진 프로그램은 platanus로 나타났다. scaffold의 수는 S1346-20에서 2,497개로 가장 적었으며, S1346-17에서 3,614개로 가장 많았다. 염기서열은 S1346-110에서 29,862,521bp로 가장 많았으며, S1346-17에서 27,692,553bp로 가장 적었다.

<표. 6개 균주에 대한 contig 정보>

	Newbler		Platanus		CLC	
	Contig #	Bases	Contig #	Bases	Contig #	Bases
S1038-211	12,558	33,358,918	11,414	31,913,049	8,337	38,373,280
S1346-110	14,551	34,246,278	11,268	32,566,451	8,802	38,900,186
S1346-15	12,976	33,413,579	11,841	29,592,309	7,657	37,591,095
S1346-17	13,608	33,496,551	12,374	28,949,244	8,147	38,598,692
S1346-20	-	-	10,676	31,299,859	8,169	38,070,283
S1346-26	14,235	34,000,386	11,601	32,121,614	8,806	38,847,934

<표. 6개 균주에 대한 scaffold 정보>

	Newbler		Platanus		CLC	
	Scaffold #	Bases	Scaffold #	Bases	Scaffold #	Bases
S1038-211	3,543	24,143,410	3,226	29,726,185	7,784	38,642,374
S1346-110	3,915	23,406,875	2,681	29,862,521	7,732	39,212,751
S1346-15	3,625	23,973,333	3,316	28,381,877	6,940	37,847,939
S1346-17	3,690	23,412,420	3,614	27,692,553	7,269	38,671,848
S1346-20	-	-	2,497	29,154,506	7,109	38,426,065
S1346-26	3,896	23,433,286	2,803	29,694,261	7,753	39,080,191

효율적인 유전체 정보를 생산하기 위하여 Nanopore 기술(long read 염기서열을 확보)과 Illumina Miseq. 기술(short read를 이용하여 error 보정)을 병행한 결과, 최종적으로 Nanopore와 MiSeq에서 각각 155X와 77X의 유전체 정보를 생산하였다.read의 평균 길이는 4355bp이었으며, 5Kbp 이상은 329,820개로 전체 read 수 대비 71%로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 10Kbp 이상이 125,409개, 41%로 나타났으며, read 길이가 20Kbp 이상인 것도 18,627개(10%)였다.

<표. Nanopore 결과>

	Raw data
Read numbers	1,083,207
Read base	4,717,563,630
Average length	4,355
5k No / 5k Length / %	329,820 / 3,362,898,971 / 71
10k No / 10k Length / %	125,409 / 1,916,499,685 / 41
20k No / 20k Length / %	18,627 / 475,153,864 / 10
Genome coverage (X)	155

<표. MiSeq 결과>

Raw No	Raw Length	Clear No	Clear Length	Clear %	Coverage (X)
10,393,640	3,128,485,640	9,137,090	2,355,972,441	75.31	77.53

기본 유전체 정보와 신규 유전체를 비교한 결과, 염색체 수는 3개 균주에서 13개로 동일했으나 신규 유전체에서 3Mbp 이상의 향상된 양송이 유전체 정보를 추가로 획득하였다. 기존 보

고된 유전체 크기는 약 30Mbp로 보고되었으나, ASI1011 균주를 이용하여 유전체를 분석한 결과 약 33Mbp의 유전체 정보가 획득되었음을 알 수 있다(표 2-3). 이를 검증하기 위해 다양한 유전체 assembly 방법을 비교한 분석 결과들도 보고된 30Mbp보다는 더 크게 나타났다.

<표. 기존 유전체와 신규 유전체 정보 비교 결과>

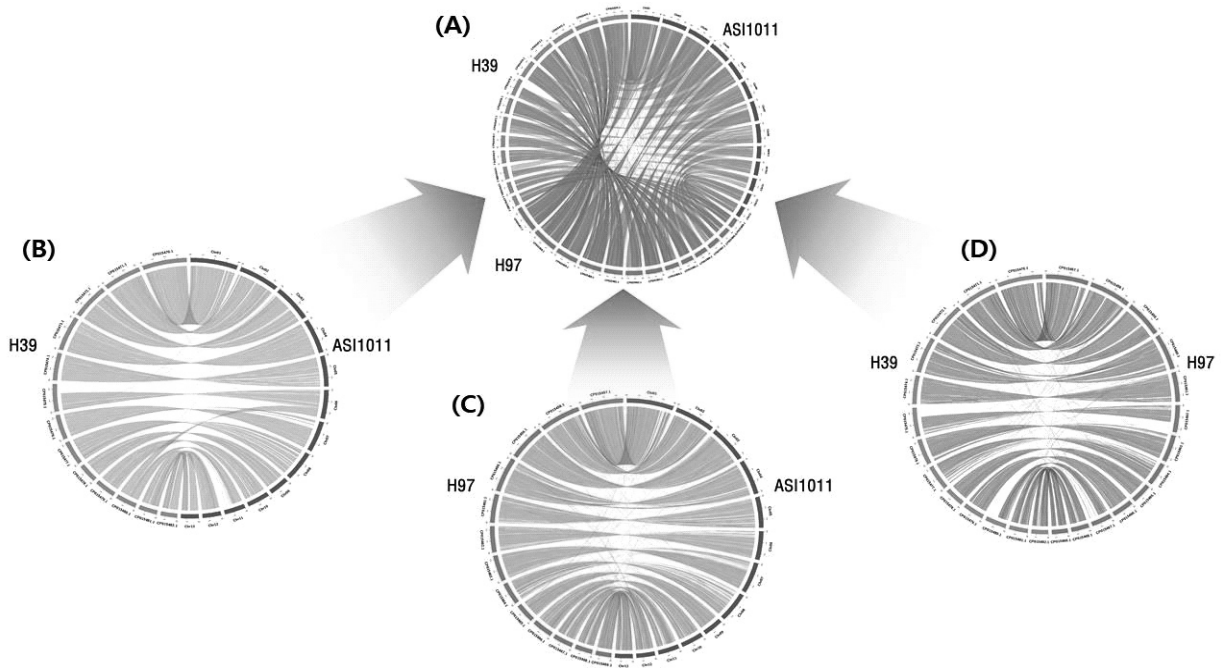
	ASI1011	H39	H97
Total chromosome numbers	13	13	13
Total length (bp)	33,046,398	30,784,214	30,417,844
Min length (bp)	1,501,902	1,405,511	1,334,073
Max length (bp)	4,007,971	3,779,356	3,550,205
Average Length (bp)	2,542,031	2,368,016	2,339,834

동일한 조건에서 각각의 유전체 정보를 기반으로 유전자를 비교하기 위하여 FGENESH v2.4 프로그램으로 분석한 결과는 표 2-4와 같다. Total gene length, Min gene length, Gene density는 비슷했으며, Max gene length는 H39에서 가장 크게 나타났다. Total gene numbers의 경우 ASI1011이 가장 많았으며, 다음으로 H39, H97순으로 나타났다.

<표. 기존 유전체와 신규 유전체 정보에 기초한 유전자 예측 결과>

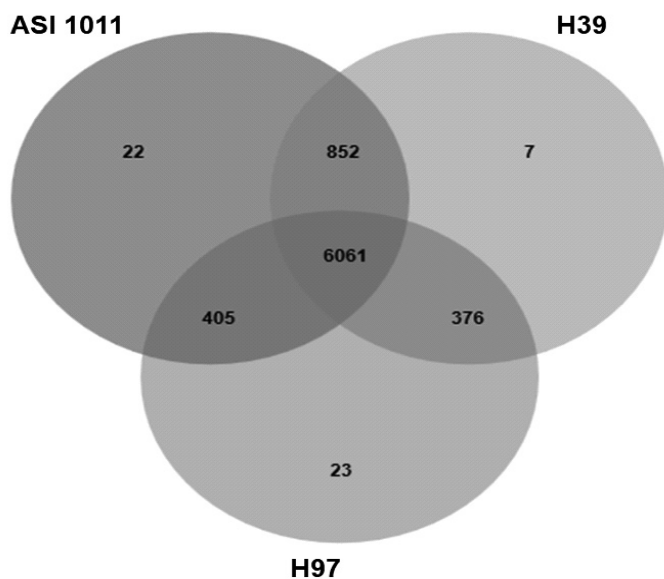
	ASI1011	H39	H97
Total gene numbers	9,392	8,718	8,629
Total gene length (bp)	12,423,156	12,549,477	12,270,258
Min gene length (bp)	102	102	102
Max gene length (bp)	13,944	22,374	14,526
Average gene length (bp)	1,323	1,439	1,422
Gene density	3,519	3,531	3,525

Circos plot(Mummer v4.0.0 beta2 프로그램 이용)을 이용하여 각 유전체의 염색체별 유전자의 분포를 비교 분석한 결과, 새롭게 작성된 유전체(ASI 1011)의 유전자 분포는 H39보다 H97과 비슷하게 나타났다. H39와 비교한 결과 ASI 1011의 6번 염색체의 유전자들이 H39의 11번 염색체의 유전자와 많은 부분이 같게 나타났으며, H39의 6번 염색체에 분포하는 유전자는 H97와 ASI 1011 유전체에는 없는 특이적 유전자들이 분포하였다.



<그림. 기존 유전체와 신규 유전체 정보 비교. A ; H39 vs H97 vs ASI1011, B : H39 vs ASI1011, C ; H97 vs ASI1011, D ; H39 vs H97>

OrthoVene 프로그램을 이용하여 gene cluster를 분석한 결과 군집화 된 유전자 수, singleton 모두 ASI 1011에서 각각 7,340개, 1,810개로 가장 많았으며, H97에서 6,865개, 1,582개로 가장 적었다. 또한, 각 균주 별로 특이적 유전자가 존재하는 것으로 나타났다. 기존 유전체와 신규 유전체에 대한 비교 결과에 따라, 종 내에서도 유전체가 상당 부분 차이나는 것을 확인할 수 있었다. 양송이 유전체 정보를 이용한 육종, 기능유전체 등 관련 연구를 위하여 지속적인 유전체 연구가 필요할 것으로 생각되며 새롭게 작성한 유전체 정보를 이용하여 차 년도에 수행 할 RNA 분석을 통해 유전자에 대한 정보 고도화뿐만 아니라 형질관련 마커 개발에 활용할 수 있을 것이다.



Summary

Accessions	Clusters	Singletons
ASI 1011	7,340	1,810
H39	7,296	1,039
H97	6,865	1,582

<그림. 기존 유전체와 신규 유전체 정보 기반 Gene Cluster 분석>



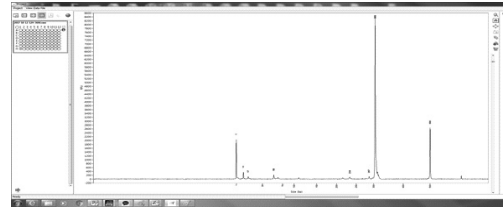
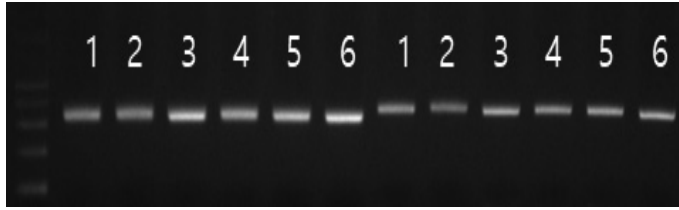


그림. SSR 프라이머에 대한 PCR 조건 확립

1, S1346-15; 2, S1346-17; 3, S1346-20; 4, S1346-26;  
5, S1346-110; 6, S1038-211

그림. 각 프라이머에 대한 유전자형 분석

○ SSR primer의 다형성 분석

1차 PCR 조건이 확립된 91개 SSR 프라이머에 대하여 major allele frequency (MAF), number of genotype (NG), number of allele (NA), observed and expected heterozygosity (HO and HE), polymorphic information content (PIC) 등을 이용하여 다형성 분석을 수행하였다. 91개 프라이머 중 43개 프라이머에서 6개 균주(S1346-15, S1346-17, S1346-20, S1346-26, S1346-110, S1038-211)에 대한 다형성을 보였다. 43개 SSR 프라이머에 대한 MAF의 범위는 0.42에서 0.92 였으며, 평균은 0.711 이었다. NG의 평균은 2.3(1-4), NA 2.5(2-4), HO 0.291(0-1), HE 0.395(0.15-0.64), PIC 0.340(0.14-0.57) 이었다.

<표. 91개 SSR 프라이머에 대한 다형성>

Marker	MAF	NG	NA	HO	HE	PIC	Marker	MAF	NG	NA	HO	HE	PIC
7	0.58	3	3	0.50	0.57	0.50	53	0.50	1	2	1.00	0.50	0.38
9	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	54	0.50	2	3	1.00	0.57	0.48
10	0.67	3	3	0.00	0.50	0.45	55	0.75	2	2	0.50	0.38	0.30
12	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	57	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24
15	0.50	3	4	0.83	0.63	0.56	59	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24
16	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	60	0.92	2	2	0.17	0.15	0.14
17	0.58	3	2	0.50	0.49	0.37	62	0.92	2	2	0.17	0.15	0.14
19	0.42	2	4	1.00	0.64	0.57	63	0.75	3	3	0.17	0.40	0.36
20	0.67	2	2	0.00	0.44	0.35	64	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24
21	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	66	0.58	2	2	0.83	0.49	0.37
25	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	70	0.67	3	4	0.17	0.51	0.48
28	0.92	2	2	0.17	0.15	0.14	71	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24
29	0.67	3	3	0.00	0.50	0.45	72	0.92	2	2	0.17	0.15	0.14
30	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	74	0.50	3	3	0.00	0.61	0.54
31	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	80	0.58	2	2	0.83	0.49	0.37
38	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	83	0.42	2	4	1.00	0.64	0.57
39	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	84	0.50	2	3	1.00	0.57	0.48
41	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	85	0.50	4	3	0.33	0.61	0.54
42	0.50	2	3	1.00	0.61	0.54	87	0.67	3	3	0.00	0.50	0.45
45	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	89	0.67	3	3	0.00	0.50	0.45
48	0.83	2	2	0.00	0.28	0.24	90	0.92	2	2	0.17	0.15	0.14
50	0.50	3	4	1.00	0.63	0.56	Mean	0.711	2.3	2.5	0.291	0.395	0.340

○ SSR primer를 이용한 6개 균주의 유연관계

43개 SSR 프라이머를 이용한 6개 균주의 유전적 거리는 S1346-26과 S1346-110에서 0.209로 가장 가깝게 나타났고, S1346-20과 S1038-211에서 0.535로 가장 멀게 나타났다. 6개 균

주 중 S1038-211이 상대적으로 다른 5개 균주와는 유연관계가 먼 것으로 나타났다.

표. 6개 균주의 유전적 거리

Sample	S1346-15	S1346-17	S1346-20	S1346-26	S1346-110
S1346-17	0.360				
S1346-20	0.291	0.384			
S1346-26	0.256	0.291	0.291		
S1346-110	0.279	0.244	0.279	0.209	
S1038-211	0.523	0.465	0.535	0.488	0.407

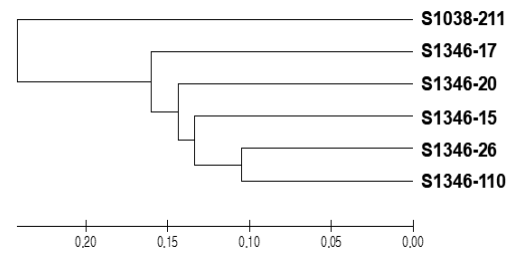
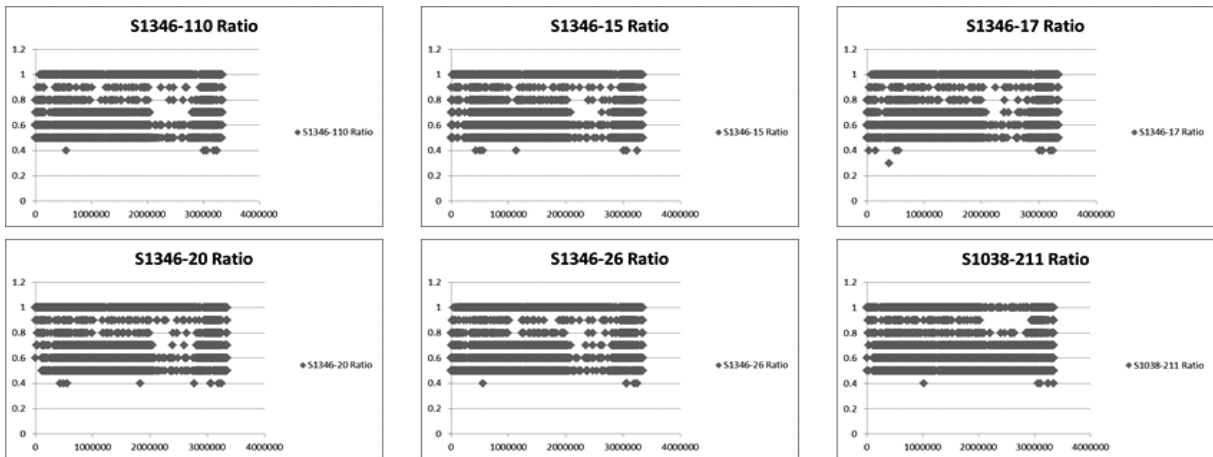


그림. 6개 균주의 phylogenetic tree

○ 유전체 비교 분석을 통한 SNP 변이

6개 균주에 대한 SNP frequency 분석을 한 결과 모든 균주에서 homo와 hetero SNP가 혼재되어 있는 것으로 나타났다. exon영역에서 발생한 SNP를 가진 54,762개 프라이머를 제작했으며, 이중 SNP 검증을 위한 프라이머를 선발 중에 있다.



<그림. 6개 균주에 대한 SNP 빈도 분석>

<표. 6개 균주에 대한 SNP 및 프라이머 정보>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Chr	Pos	Ref	Alt	S1038-211	S1346-110	S1346-15	S1346-17	S1346-20	S1346-26	Status	Gene ID	AA	AA	Left Primer	TM	GC	Right Primer	TM	GC	Product Size
2	NW_006267344.1	35059	T	C	G	G	G	G	T	T	Non_synonymous	id79	S	P	ATGAACAAT	58	36.364	GCAGGTGCA	57.402	50	275
3	NW_006267344.1	35061	T	C	C	T	C	T	C	T	Synonymous	id79	S	P	ATGAACAAT	58	36.364	GCAGGTGCA	57.402	50	275
4	NW_006267344.1	35206	C	G	G	C	G	C	G	C	Non_synonymous	id79	P	A	CAATGTCA	57.374	45	AGACCTAAGC	57.924	54.545	360
5	NW_006267344.1	222335	C	T	C	C	C	C	T	T	Non_synonymous	id440	V	I	AATCACATA	57.973	40.909	GGTTTACTCA	58.135	50	352
6	NW_006267344.1	270465	C	G	G	C	C	C	G	C	Non_synonymous	id540	T	R	AAATCGAGA	58.135	40.909	CATCTCCCT	58.019	40.909	146
7	NW_006267344.1	304714	T	G	G	T	T	G	T	T	Non_synonymous	id592	T	P	Cacattcccttt	57.984	40.909	ACATCTACCT	57.37	50	120
8	NW_006267344.1	337463	A	G	A	A	A	G	A	G	Non_synonymous	id639	L	S	TTAGACTCT	58.016	45.455	AACCTTATTA	58.224	36.364	370
9	NW_006267344.1	337467	G	T	G	G	G	T	G	T	Non_synonymous	id639	P	T	TTAGACTCT	58.016	45.455	AACCTTATTA	58.224	36.364	370
10	NW_006267344.1	337484	T	G	T	T	T	G	T	T	Non_synonymous	id639	E	A	TTAGACTCT	58.016	45.455	AACCTTATTA	58.224	36.364	370
11	NW_006267344.1	337589	C	T	C	C	C	T	C	T	Non_synonymous	id639	C	Y	TTAGACTCT	58.016	45.455	AACCTTATTA	58.224	36.364	370
12	NW_006267344.1	337751	A	G	A	A	A	G	A	G	Synonymous	id639	C		AGGTTCAAT	57.928	40.909	CTCAATTCT	57.836	40.909	150
13	NW_006267344.1	337862	G	C	C	G	G	C	G	G	Synonymous	id639	L		CCAGATTCC	57.836	40.909	TGATCGACT	58.104	45.455	389
14	NW_006267344.1	338052	C	T	T	C	C	C	T	T	Synonymous	id639	G		CCAGATTCC	57.836	40.909	TGATCGACT	58.104	45.455	389
15	NW_006267344.1	338106	A	G	A	A	A	A	G	G	Synonymous	id639	C		CCAGATTCC	57.836	40.909	TGATCGACT	58.104	45.455	389
16	NW_006267344.1	338115	A	G	A	A	A	A	G	G	Synonymous	id639	G		CCAGATTCC	57.836	40.909	TGATCGACT	58.104	45.455	389
17	NW_006267344.1	338248	A	G	A	G	A	A	G	G	Synonymous	id639	L		TCTGTGACC	58.104	45.455	AGTGCATGGI	57.749	40.909	126
18	NW_006267344.1	338474	A	G	A	G	G	A	A	G	Non_synonymous	id639	T	I	AATTACTCC	58.124	40.909	TACCACCTTT	58.626	45.455	379
19	NW_006267344.1	340879	A	G	A	G	A	A	G	A	Non_synonymous	id644	P	L	AACCGCCTT	58.2	45.455	GTGGCATT	57.796	36.364	167
20	NW_006267344.1	340882	C	T	C	C	T	C	T	C	Non_synonymous	id644	R	H	AACCGCCTT	58.2	45.455	GTGGCATT	57.796	36.364	167
21	NW_006267344.1	340884	A	G	A	G	A	A	G	A	Synonymous	id644	S		AACCGCCTT	58.2	45.455	GTGGCATT	57.796	36.364	167
22	NW_006267344.1	340909	T	C	T	T	T	T	C	T	Non_synonymous	id644	E	G	AACCGCCTT	58.2	45.455	GTGGCATT	57.796	36.364	167
23	NW_006267344.1	341496	A	A	G	G	G	G	A	A	Synonymous	id644	A		GAGCATCT	57.928	50	TATGATGCC	57.688	36.364	345
24	NW_006267344.1	341514	T	A	A	T	T	T	T	A	Synonymous	id644	I		GAGCATCT	57.928	50	TATGATGCC	57.688	36.364	345
25	NW_006267344.1	341575	G	T	T	G	G	G	T	T	Non_synonymous	id644	P	H	GAGCATCT	57.928	50	TATGATGCC	57.688	36.364	345





<표. Repeated motif에 따른 다양성 결과>

Repeated motif	No. of SSR markers	MAF	NA	PIC
2bp	23	0.524	5.2	0.547
3bp	80	0.464	6.0	0.609
4bp	18	0.511	5.2	0.550

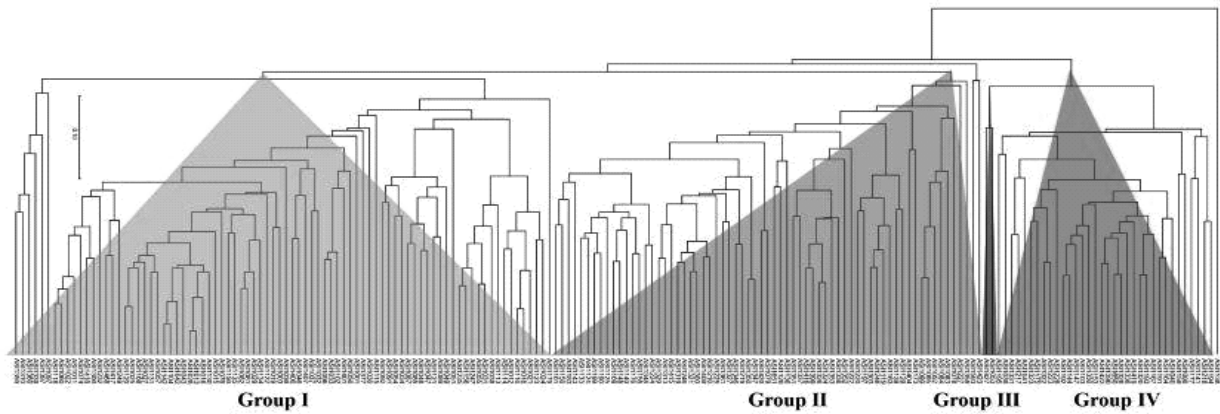
○ 버섯과 보유 양송이버섯 유전자원의 다양성 분석

새롭게 개발된 121개 SSR 마커 중 다양성이 높은 상위 20개 마커를 이용하여 농진청 보유 양송이버섯 유전자원에 대한 다양성 분석 결과는 아래의 표와 같다. 주요 대립유전자의 빈도수( $M_{AF}$ )는 0.21(AB-gSSR-0182, AB-gSSR-1184)에서 0.86(AB-gSSR-1058)로 평균값은 0.382이었으며, 대립유전자의 수( $N_A$ )는 4개(AB-gSSR-1058)에서 21개(AB-gSSR-0713, AB-gSSR-0837, AB-gSSR-1184)로 평균 12.4개였다. 다양성 지수(PIC)의 평균은 0.715이었으며, AB-gSSR-1184 마커에서 0.87로 가장 높았으며, AB-gSSR-1058 마커에서 0.22로 가장 낮게 나타났다.

<표. 다양성 분석에 활용된 20개 SSR 마커 특성>

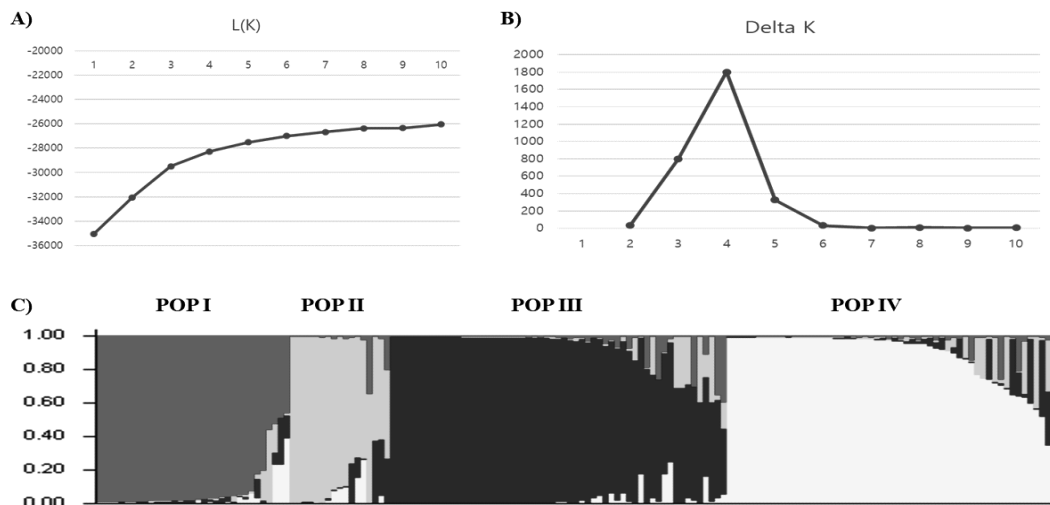
Marker	$M_{AF}$	$N_A$	$H_O$	$H_E$	PIC
AB-gSSR-0182	0.21	14	0.85	0.56	0.83
AB-gSSR-0238	0.29	12	0.80	0.68	0.77
AB-gSSR-0489	0.30	14	0.82	0.37	0.79
AB-gSSR-0532	0.30	11	0.82	0.21	0.79
AB-gSSR-0574	0.61	8	0.58	0.48	0.54
AB-gSSR-0584	0.49	9	0.67	0.37	0.63
AB-gSSR-0603	0.31	12	0.79	0.59	0.77
AB-gSSR-0611	0.34	9	0.77	0.46	0.74
AB-gSSR-0713	0.36	21	0.80	0.94	0.77
AB-gSSR-0811	0.36	13	0.78	0.87	0.75
AB-gSSR-0816	0.46	13	0.68	0.47	0.64
AB-gSSR-0837	0.30	21	0.80	0.07	0.78
AB-gSSR-0923	0.35	14	0.79	0.57	0.77
AB-gSSR-1018	0.29	13	0.81	0.78	0.78
AB-gSSR-1057	0.42	13	0.74	0.56	0.71
AB-gSSR-1058	0.86	4	0.24	0.00	0.22
AB-gSSR-1122	0.46	7	0.70	0.82	0.66
AB-gSSR-1142	0.29	10	0.81	0.88	0.79
AB-gSSR-1180	0.42	9	0.73	0.94	0.70
AB-gSSR-1184	0.21	21	0.88	0.80	0.87
Mean	0.382	12.4	0.744	0.572	0.715

농촌진흥청 버섯과에서 보유하고 있는 188개 양송이버섯 유전자원의 유전적 다양성 분석을 수행하였다. CS Chord 1967방법을 이용하여 각 자원별 유전적 거리를 계산 후, UPGMA 방법을 이용하여 군집분석 결과, 4개의 군집으로 나누어졌다.



<그림. 양송이버섯 유전자원의 군집 분석>

집단 구조 분석의 경우 1) 집단 (K) 은 1에서 10까지 분석하였으며, 각각의 K에 대하여 burn-in 100,000과 MCMC 150,000을 실시 후 각각의 K에 대한 log likelyhood 값을 분석 후 최고 log likelyhood 값을 나타내는 집단을 결정하고, 2) 분석된 각각의 집단에 대한 log likelyhood 값이 최고 값을 나타내지 않고 집단이 증가하면 log likelyhood 값도 함께 증가 할 경우, Evanno 등(2005)이 제안한  $\Delta K$ 를 분석하여 정확한 집단을 결정하였다. 집단구조 분석한 결과에서도 4개의 집단으로 나타났다. 군집 분석과 집단구조 분석 결과를 기초로 향후 핵심집단 선발 및 형질관련 마커 개발을 위한 자원 선발에 활용할 것이다.



<그림. 양송이버섯 유전자원의 군집 분석>

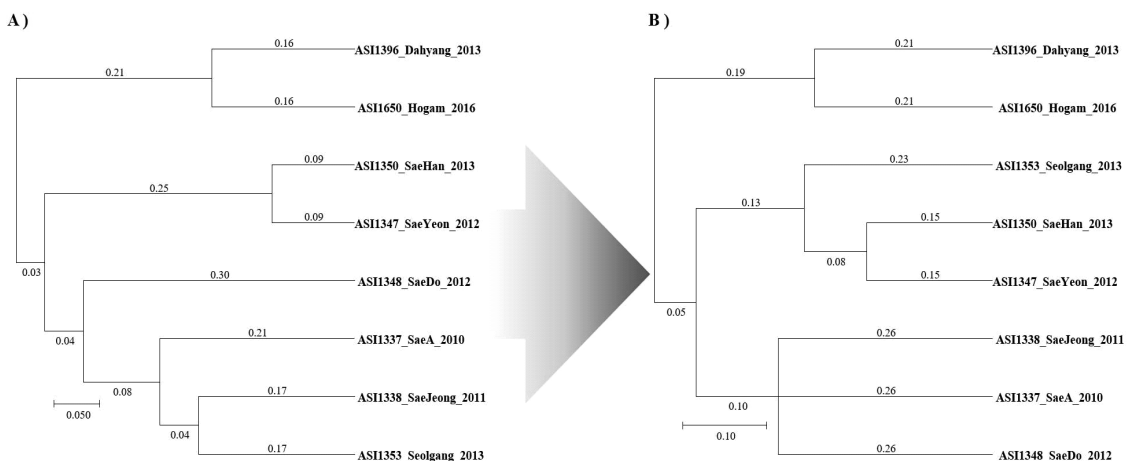
○ 국내 양송이버섯 품종 판별 마커 선발

품종 구분 마커 선발을 위해 사용된 20개 마커에 결과는 표 8과 같다. 주요 대립유전자의 빈도수( $M_{AF}$ )는 0.25(AB-gSSR-0603)에서 1.0(AB-gSSR-1058)으로 평균값은 0.485이었으며, 대립유전자의 수( $N_A$ )는 1개(AB-gSSR-1058)에서 7개(AB-gSSR-0811)로 평균 4.0개였다. 다양성 지수(PIC)의 평균은 0.564였으며, AB-gSSR-1142 마커에서 0.79로 가장 높았으며, AB-gSSR-1058 마커에서 0으로 가장 낮게 나타났다.

<표. 국내 양송이버섯 품종 판별에 이용된 SSR 마커 다형성 결과>

Marker	M <sub>AF</sub>	N <sub>A</sub>	H <sub>O</sub>	H <sub>E</sub>	PIC
AB-gSSR-0182	0.38	5	0.73	0.13	0.68
AB-gSSR-0238	0.38	4	0.71	0.63	0.66
AB-gSSR-0489	0.38	4	0.69	0.00	0.63
AB-gSSR-0532	0.63	2	0.47	0.25	0.36
AB-gSSR-0574	0.88	2	0.22	0.00	0.19
AB-gSSR-0584	0.31	4	0.73	0.75	0.69
AB-gSSR-0603	0.25	5	0.78	0.25	0.75
AB-gSSR-0611	0.50	5	0.66	0.25	0.62
AB-gSSR-0713	0.31	6	0.79	0.63	0.76
AB-gSSR-0811	0.38	7	0.77	1.00	0.73
AB-gSSR-0816	0.57	2	0.49	0.00	0.37
AB-gSSR-0837	0.50	3	0.61	0.00	0.54
AB-gSSR-0923	0.50	4	0.67	0.33	0.62
AB-gSSR-1018	0.67	3	0.50	0.67	0.45
AB-gSSR-1057	0.50	3	0.63	0.50	0.55
AB-gSSR-1058	1.00	1	0.00	0.00	0.00
AB-gSSR-1122	0.50	3	0.63	1.00	0.55
AB-gSSR-1142	0.29	7	0.82	1.00	0.79
AB-gSSR-1180	0.50	5	0.68	1.00	0.64
AB-gSSR-1184	0.30	4	0.74	0.80	0.69
Mean	0.485	4.0	0.615	0.459	0.564

품종 구분 마커 선발을 위해 2010년 이후 개발된 8개 품종(다향, 호감, 새아, 새정, 설강, 새도, 새연, 새한)의 유연관계 분석 결과 20개 SSR 마커를 이용하여 8개 품종을 모두 판별할 수 있었다. 20개 마커 중 8개 품종을 구분하기 위한 최소의 마커 set을 선발한 결과 3개의 마커 조합으로 품종판별이 가능하였다. 향후 효율적인 품종판별을 위하여 형광프라이머를 이용한 multiplex 방법을 추가할 계획이다.



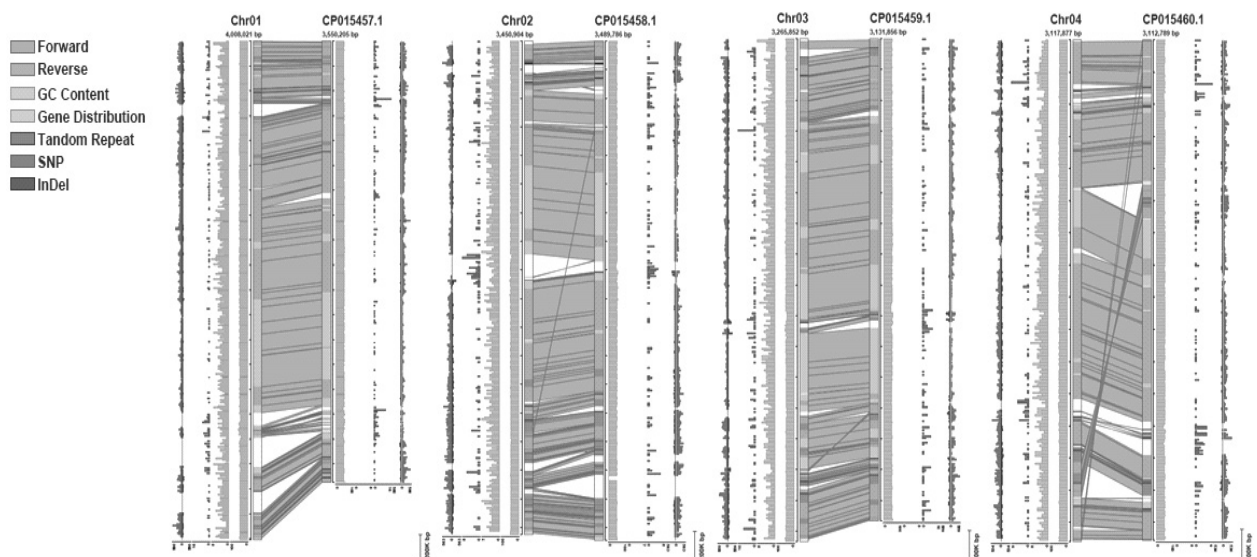
<그림. SSR 마커를 이용 국내 양송이버섯 품종 판별. A ; 20개 마커를 이용한 품종 판별, B ; 3개 마커를 이용한 품종 판별>

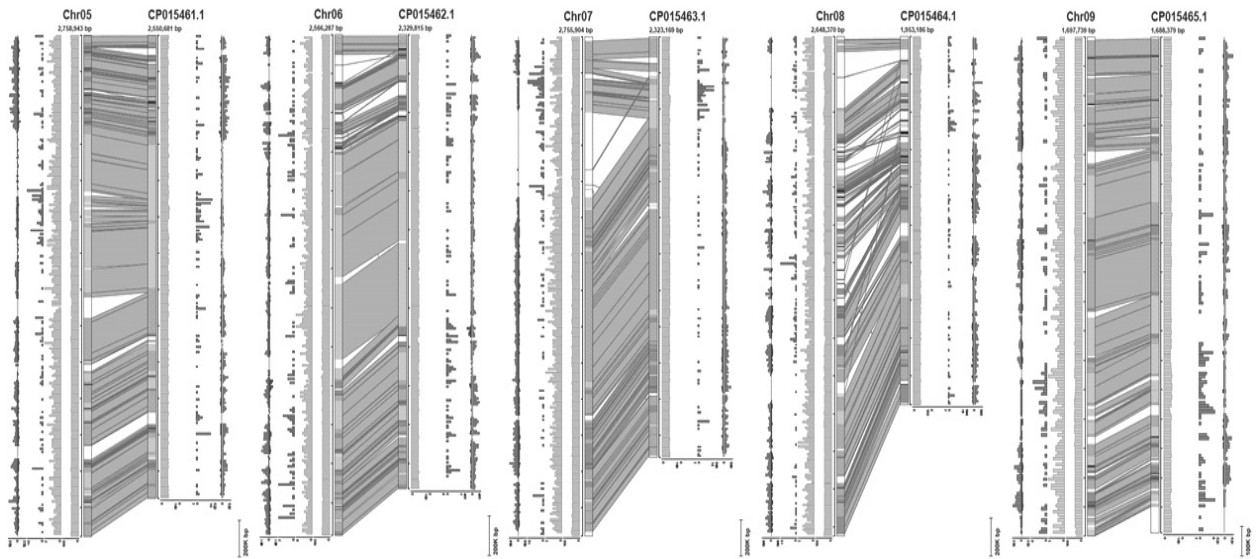
○ SNP 정보 고도화를 위한 신규 유전체와 기존 유전체 비교

2018년도 한국 원산 자원(KMCC00540)에 대한 신규 유전체를 작성한 결과 기존 유전체(H39, H97)보다 약 3 Mbp의 유전체 정보를 더 생산하였다. 추가된 유전체 정보 고도화를 위하여 유전체 성분 분석을 수행한 결과, repeat 영역에서 H39와 H97과 비교하여 각각 약 1.4Mbp, 1.8Mbp 증가하였다. long interspersed nuclear element, long terminal repeat, DNA transposon이 증가하였다. simple repeat는 H97보다 증가하였으나 H39보다 감소하였으며, short interspersed nuclear element는 존재하지 않았다. 또한, intron과 exon 영역 모두에서 기존 유전체보다 증가하였다. intergenic region은 H39보다 증가하였고 H97보다 감소하였다. 염색체 별로 비교 분석한 결과는 아래 그림과 같다. 신규 유전체와 기존 유전체 모두 1번 염색체에서 각각 4,008,021 bp, 3,550,205 bp로 가장 길었으며, 13번 염색체에서 각각 1,501,886 bp, 1,334,073 bp로 가장 짧게 나타났다. 신규 유전체의 8번 염색체에서 기존 유전체보다 약 659 Kbp 증가하였고, 다음으로 1번 염색체에서 457 Kbp, 7번 염색체에서 약 432 Kbp 증가하였다. 신규 유전체의 2번 염색체는 기존 유전체보다 약 38 Kbp 짧게 나타났다. 신규 유전체와 기존 유전체의 비교 결과와 nrblast data를 이용하여 SNP 탐색에 활용하였다. 또한, 한국 원산 자원의 신규 유전체 정보는 양송이 형질 관련 마커 개발 등 MAS(marker assisted selection)에 활용될 수 있을 것이다.

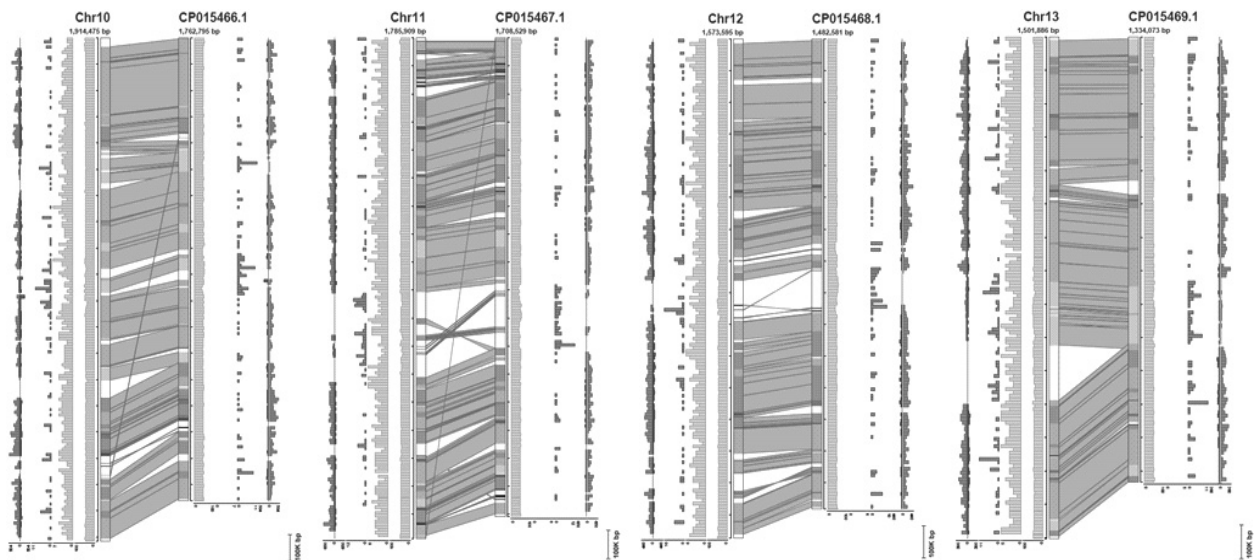
<표. 신규 유전체(KMC00540)와 기존 유전체(H39, H97) 비교>

	KMCC00540	H39	H97
Genome Size (bp )	33,045,762	30,784,214	30,233,745
GC Contents (%)	46	47	46
Repeat Masked (bp)	5,056,358	3,687,053	3,210,705
LINEs	1,297,314	1,006,468	499,597
SINEs	-	109,211	93,154
LTR	2,882,870	1,971,009	2,045,174
DNA transposons	702,322	425,880	401,397
Simple_repeat	173,852	174,485	171,383
Intron (bp )	2,614,049	2,479,021	2,051,975
Exon (bp)	16,082,464	15,748,913	14,782,627
Intergenic Region (bp )	9,285,991	8,869,038	9,983,471





<그림. 염색체별 신규 유전체(KMCC00540)와 기존 유전체(H39, H97) 비교>



<그림. 계속>

○ SNP 정보 대량 생산

2017년도에 수행한 우리나라 주요 양송이 품종에 개발에 활용된 6개 모균주에 대한 re-sequencing 정보와 2018년도에 한국 원산 자원(KMCC00540)의 신규 유전체 정보를 이용하여 SNP 분석을 수행하였다. 총 SNP는 26,202개로 염색체별 분포는 9번 염색체에서 6,127개로 가장 많았으며, 다음으로 7번 염색체 3,414개, 3번 염색체 2,131개 순이었으며, 염색체 4번과 13번에서 각각 989개와 715개로 적게 나타났다.



건을 확립 후 각 CAPs 마커 별 제한효소 처리 후 전기영동을 통하여 각각의 자원에 대한 유전 자형을 분석하였다. 신규 유전체와 주요 양송이 품종 개발에 활용된 모균주의 re-sequencing 정보를 비교하여 1차로 37개 CAPs 마커를 선별(염색체 1번 5개, 2번 5개, 3번 9개, 4번 4개, 6번 3개, 7번 3개, 8번 2개, 9번 3개, 10번 1개, 12번 1개, 13번, 1개)하여 분석에 활용하였다.

<표. 37개 CAPs 마커 정보>

Chr.	Marker name	Ref	Alt	NR BLAST	PCR product size	Enzyme
1	AB-gCAPs-001	C	A	HD1 homeodomain transcription factor A mating type protein [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	251	Fnu4HI
	AB-gCAPs-002	T	C	HD1 homeodomain transcription factor A mating type protein [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	245	NdeI
	AB-gCAPs-003	G	T	HD1 homeodomain transcription factor A mating type protein [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	245	HpyCH4V
	AB-gCAPs-004	A	G	PIF1 protein [Mycena chlorophos]	277	BtsCI
	AB-gCAPs-005	G	A	PIF1 protein [Mycena chlorophos]	247	BsaBI
2	AB-gCAPs-006	A	C	Transposon Tf2-11 polyprotein [Hypsizygus marmoreus]	223	BtsCI
	AB-gCAPs-007	A	G	Transposon Tf2-11 polyprotein [Hypsizygus marmoreus]	223	MseI
	AB-gCAPs-028	T	C	hypothetical protein AGABI2DRAFT_123095 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	269	HpyCH4V
	AB-gCAPs-031	C	T	hypothetical protein AGABI2DRAFT_146035 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	242	Hpy99I
3	AB-gCAPs-032	T	G	hypothetical protein AGABI2DRAFT_146035 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	225	MnlI
	AB-gCAPs-033	C	A	hypothetical protein AGABI2DRAFT_193507 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	263	BsmI
	AB-gCAPs-036	G	A	hypothetical protein AGABI1DRAFT_131635 [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	260	PvuI
	AB-gCAPs-037	C	T	hypothetical protein AGABI2DRAFT_176555 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	217	HaeIII
	AB-gCAPs-038	G	A	hypothetical protein AGABI2DRAFT_141360 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	208	Hpy188I
	AB-gCAPs-039	T	A	hypothetical protein AGABI2DRAFT_200532 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	207	BtsCI
	AB-gCAPs-040	A	G	hypothetical protein AGABI1DRAFT_111721 [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	298	HaeII
	AB-gCAPs-041	C	T	hypothetical protein AGABI2DRAFT_71082 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	281	HaeIII
	AB-gCAPs-042	T	C	hypothetical protein AGABI2DRAFT_71082 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	275	NlaIV
	AB-gCAPs-043	A	G	hypothetical protein AGABI2DRAFT_71082 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	221	BsrDI
	AB-gCAPs-045	A	G	hypothetical protein AGABI2DRAFT_121386 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	244	HpyCH4V
	AB-gCAPs-047	G	A	hypothetical protein AGABI1DRAFT_90407 [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	270	HpyCH4V
	AB-gCAPs-048	G	A	hypothetical protein AGABI2DRAFT_117363 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	270	Hpy188I
	AB-gCAPs-049	G	C	hypothetical protein AGABI2DRAFT_47559, partial [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	227	HpyCH4V
6	AB-gCAPs-051	G	A	hypothetical protein AGABI2DRAFT_119143 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	239	HaeIII
	AB-gCAPs-055	A	T	hypothetical protein AGABI1DRAFT_126593 [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	276	ApoI
	AB-gCAPs-056	T	G	hypothetical protein AGABI1DRAFT_126595 [Agaricus bisporus var. burnettii JB137-S8]	282	BtsCI
	AB-gCAPs-012	C	A	ATP20 subunit G of the mitochondrial F1F0 ATP synthase [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	250	HpyCH4IV
7	AB-gCAPs-013	C	T	ATP20 subunit G of the mitochondrial F1F0 ATP synthase [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	250	HaeIII
	AB-gCAPs-014	G	A	ATP20 subunit G of the mitochondrial F1F0 ATP synthase [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	250	HpyCH4V
8	AB-gCAPs-016	A	C	polyphenol oxidase [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	255	MseI
	AB-gCAPs-017	G	A	WC-1 blue light photoreceptor [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	286	BtsCI
9	AB-gCAPs-019	A	C	Serine/threonine-protein kinase ATG1 [Hypsizygus marmoreus]	234	ApoI
	AB-gCAPs-020	G	A	Serine/threonine-protein kinase ppk19 [Hypsizygus marmoreus]	282	NcoI
	AB-gCAPs-021	A	T	Serine/threonine-protein kinase ppk19 [Hypsizygus marmoreus]	241	BtsCI
10	AB-gCAPs-059	C	T	hypothetical protein AGABI2DRAFT_225478 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	285	Tsp45I
12	AB-gCAPs-022	T	A	cytochrome P450 [Agaricus bisporus var. bisporus H97]	212	HinfI
13	AB-gCAPs-025	G	A	retrovirus-related pol polyprotein [Laccaria bicolor S238N-H82]	286	Hpy99I

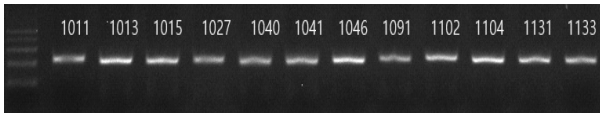


그림. CAPs 마커에 대한 PCR 조건 확립

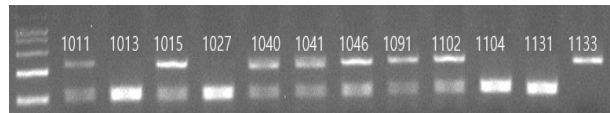


그림. 제한효소 처리

○ CAPs 마커에 대한 다형성 분석

농촌진흥청 인삼특작부 버섯과에서 보유하고 있는 44개 버섯 유전자원을 이용하여 새롭게 개발된 CAPs 마커 37개에 대한 다양성 분석 결과는 표 5와 같다. 주요 대립유전자의 빈도수( $M_{AF}$ )는 0.50(SNP\_32)에서 0.95(SNP\_31)로 평균값은 0.729이었으며, 다양성 지수(PIC)의 평균은 0.283이었으며, SNP\_31 마커에서 0.08로 가장 낮았으며, SNP\_31 마커에서 0.38로 가장 높게 나타났다.



<표. CAPs 마커 37개에 대한 다형성 분석>

Marker	NA	MAF	HO	PIC	Marker	NA	MAF	HO	PIC
SNP_01	2	0.63	0.45	0.36	SNP_32	2	0.50	1.00	0.38
SNP_02	2	0.60	0.71	0.36	SNP_33	2	0.62	0.34	0.36
SNP_03	2	0.65	0.71	0.35	SNP_36	2	0.58	0.30	0.37
SNP_04	1	1.00	0.00	0.00	SNP_37	1	1.00	0.00	0.00
SNP_05	2	0.76	0.21	0.30	SNP_38	2	0.81	0.39	0.26
SNP_06	1	1.00	0.00	0.00	SNP_39	2	0.58	0.52	0.37
SNP_07	1	1.00	0.00	0.00	SNP_40	2	0.73	0.53	0.32
SNP_12	2	0.70	0.00	0.33	SNP_41	2	0.56	0.52	0.37
SNP_13	2	0.73	0.07	0.32	SNP_42	2	0.62	0.52	0.36
SNP_14	2	0.89	0.23	0.18	SNP_43	2	0.68	0.58	0.34
SNP_16	2	0.71	0.58	0.33	SNP_45	2	0.78	0.34	0.28
SNP_17	2	0.75	0.45	0.30	SNP_47	2	0.86	0.28	0.21
SNP_19	2	0.73	0.36	0.32	SNP_48	2	0.66	0.19	0.35
SNP_20	2	0.68	0.36	0.34	SNP_49	2	0.63	0.75	0.36
SNP_21	2	0.77	0.45	0.29	SNP_51	2	0.61	0.18	0.36
SNP_22	2	0.78	0.30	0.28	SNP_55	2	0.71	0.58	0.33
SNP_25	2	0.76	0.00	0.30	SNP_56	2	0.78	0.06	0.29
SNP_28	2	0.66	0.67	0.35	SNP_59	2	0.51	0.43	0.37
SNP_31	2	0.95	0.09	0.08	Mean	1.9	0.729	0.356	0.283

○ 새롭게 개발된 CAPs 마커를 이용한 세계 수집 자원의 군집 분석

버섯 44개 유전자원 대하여 CS Chord 1967 방법을 이용하여 각 자원 별 유전적 거리를 계산 후, UPGMA 방법을 이용하여 군집분석 결과, 2개의 주여 군집으로 나뉘었으며, 각각 군집 별로 2개의 sub-group을 포함하였다. 6개 원산지에서 수집된 자원들은 4개의 sub-group 분포하여 원산지별 구분은 이루어지지 않았다. 원산지별 군집분석 결과 한국 원산 자원 네덜란드 자원과 가깝게 나타났으며, 중국, 일본, 덴마크 자원과는 다른 군집을 형성하였다. SNP 마커는 공우성, 우수한 재현성 등 장점을 가지고 있으나, sanger sequencing 등을 통해서 SNP를 분석해야 하기 때문에 효율성이 낮다. 본 연구에서 개발된 새로운 SNP 기반 CAPs 마커는 육종 소재 선발을 위한 다양성 분석, 자원 주권 확보를 위한 품종의 유전자형 분석 등을 전기영동으로 쉽게 수행할 수 있을 것이다.

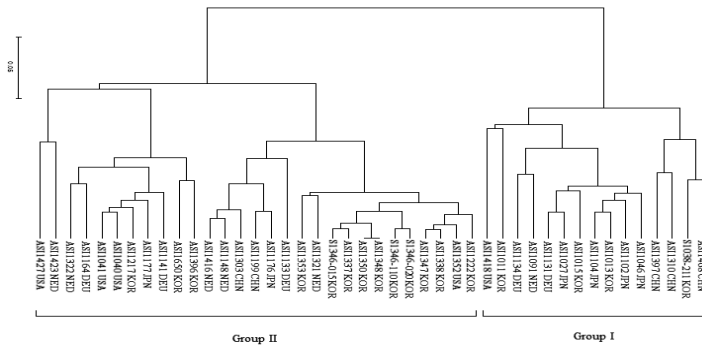


그림. 버섯 44개 유전자원에 대한 군집 분석

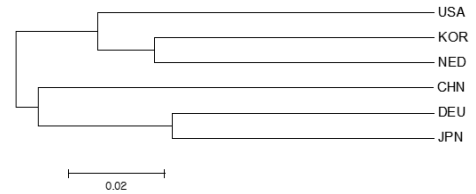


그림. 원산지 별 군집 분석

○ 추가된 SSR 마커의 다형성 분석

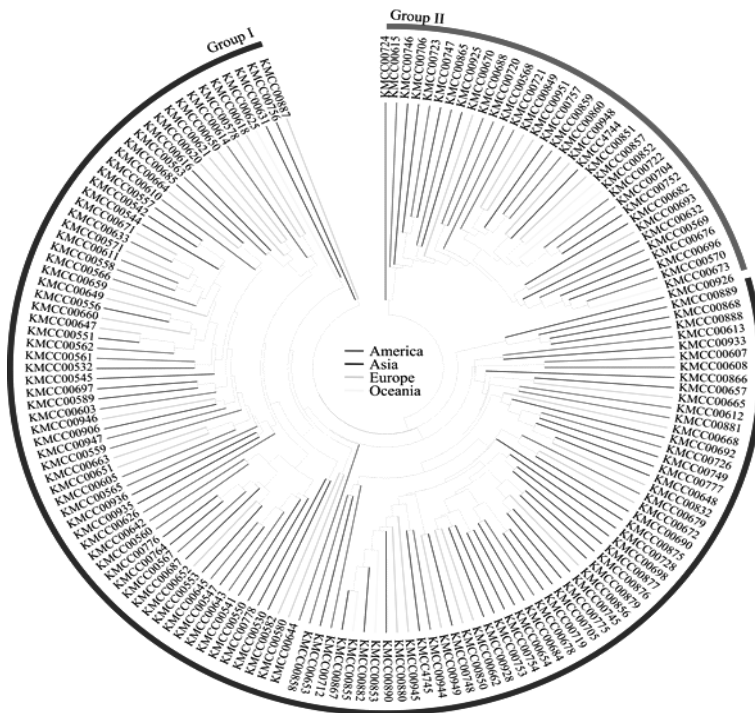
본 연구과제에서 개발된 SSR 마커 중 다양형과 allele 수 높은 20개 마커를 추가로 선발하여 국립원예특작과학원 버섯과 보유 양송이버섯 유전자원에 대한 다양성 분석결과는 표 4-9와 같다. 주요 대립유전자의 빈도수( $M_{AF}$ )는 0.23(AB-gSSR-1052)에서 0.73(AB-gSSR-0139)로 평균 값은 0.432이었으며, 유전자형 수(NG)와 대립유전자의 수( $N_A$ )는 AB-gSSR-1052 마커에서 각각 33개, 25개로 가장 높았으며, AB-gSSR-1036 마커에서 4개, 3개로 가장 낮았다. 평균은 각각 17.3, 10.9였다. 다양성 지수(PIC)의 평균은 0.661이었으며, AB-gSSR-1052 마커에서 0.83로 가장 높았으며, AB-gSSR-1036 마커에서 0.34로 가장 낮게 나타났다.

<표. 추가된 20개 SSR 마커 특성>

Marker	MAF	NG	NA	He	Ho	PIC
AB-gSSR-0113	0.66	12	7	0.53	0.32	0.49
AB-gSSR-0139	0.73	6	5	0.43	0.02	0.39
AB-gSSR-0199	0.67	15	9	0.51	0.14	0.47
AB-gSSR-0564	0.64	10	7	0.53	0.02	0.49
AB-gSSR-0709	0.4	12	8	0.68	0.96	0.63
AB-gSSR-0860	0.47	12	10	0.57	0.03	0.47
AB-gSSR-0900	0.46	24	16	0.68	0.31	0.64
AB-gSSR-0913	0.5	16	11	0.69	0.27	0.66
AB-gSSR-0940	0.28	33	25	0.81	0.82	0.79
AB-gSSR-0959	0.38	15	10	0.78	0.27	0.75
AB-gSSR-1004	0.44	17	12	0.74	0.4	0.71
AB-gSSR-1036	0.69	4	3	0.43	0.01	0.34
AB-gSSR-1044	0.5	13	10	0.65	0.2	0.6
AB-gSSR-1052	0.23	29	18	0.85	0.59	0.83
AB-gSSR-1064	0.62	15	8	0.57	0.29	0.53
AB-gSSR-1080	0.42	18	9	0.76	0.28	0.73
AB-gSSR-1189	0.23	23	12	0.85	0.24	0.83
AB-gSSR-1202	0.38	14	11	0.72	0.31	0.67
AB-gSSR-1208	0.61	6	6	0.52	0	0.44
AB-gSSR-1247	0.35	17	11	0.76	0.69	0.72
Mean	0.432	17.3	10.9	0.698	0.441	0.661

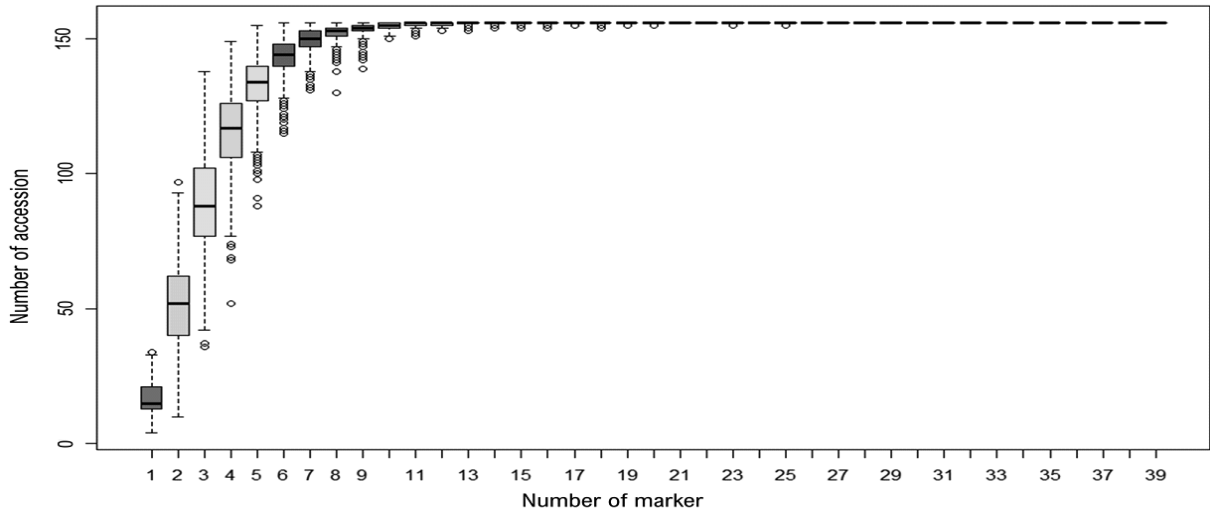
○ 국내외 양송이 상업품종 구분을 위한 마커 선발

유전자원을 국가의 자산으로 인정하고 유전자원의 접근과 이용하면서 발생하는 이익에 대해 공유해야 하는 나고야의정서가 2014년 10월 12일 발효됨에 따라 국내 자원의 주권 확보를 위한 각 자원의 고유 유전자형 분석과 더불어 국외자원과 구분을 위한 체계가 필요할 것이다. 전 세계적으로 품종 보호 등을 위하여 SSR 마커, SNP 기반 분자 마커 등이 개발되어 품종 구분을 위한 연구에 많이 활용되고 있다. 따라서, 국립원예특작과학원 버섯과에서 보유하고 있는 국내외 양송이상업품종 156자원의 균사체에 대하여 본 연구과제에서 개발된 SSR 마커를 이용하여 품종 구분을 위한 최소한의 마커 set 선발 연구를 수행하였다. 효율적인 최소 마커 set 선발을 위하여 3단계로 수행하였다. 1) 본 과제에서 개발된 213개 SSR 마커 중 Polymorphic information contents (PIC) 값과 대립유전자 (Number of allele) 수가 높은 상위 40개 마커를 선발하였다. 2) 선발된 마커로 모든 자원이 구분되는지 확인하기 위하여 모세관 전기영동 장치를 이용하여 유전자형을 분석 후에 Nei의 유전적 거리를 이용하여 circler tree를 작성하였다. 3) R Package “poppr”을 사용해 Genotype Accumulation Curve를 이용하여 최소한의 마커 수를 결정 후 선발된 마커를 이용하여 최종 검증하였다. SSR 마커 40개(2019년도 20개, 2020년도 20개) 이용하여 분석한 결과 2개의 주요 군집으로 나뉘었고 156자원 모두 구분이 가능하였다. 다만, 원산지, 대륙에 따른 차이는 나타나지 않았다.

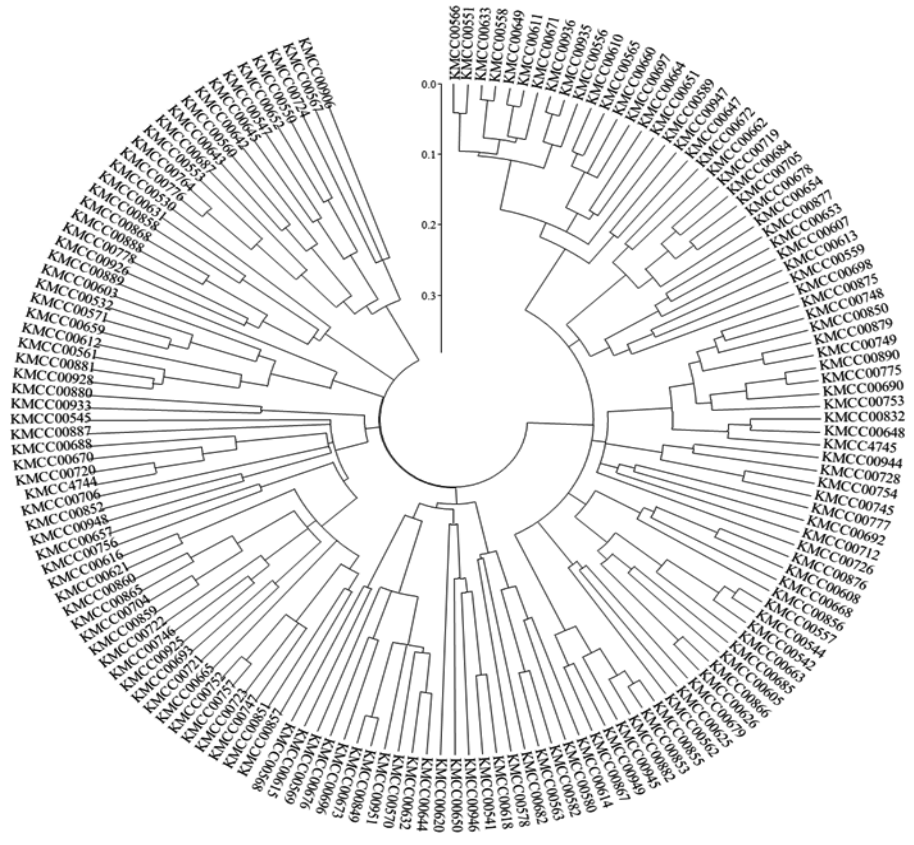


<그림. 양송이 상업 품종 156자원의 군집 분석>

SSR 마커 40개를 이용하여 Genotype Accumulation Curve를 분석한 결과 최소 마커 수는 7개로 나타났으며, microsoft excel을 이용하여 7개 마커를 선발하였다. AB-gSSR-0182, AB-gSSR-0238, AB-gSSR-1018, AB-gSSR-1184, AB-gSSR-0913, AB-gSSR-0940, AB-gSSR-1080 마커로 국내외 양송이 상업품종 모두 구분이 가능하였다. 본 연구 결과에서 선발된 7개 SSR 마커는 양송이버섯에 대한 품종구분, 다양성 구분을 위한 기본 마커 set으로 활용될 수 있을 것이다.



<그림. 자원 구분을 위한 최소 마커 set 결정을 위한 Genotype Accumulation Curve>



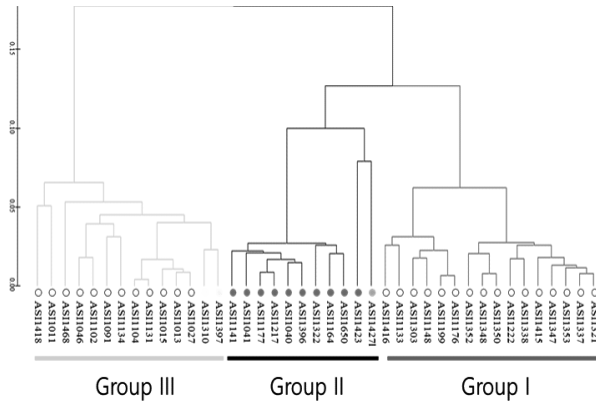
<그림. 선발된 7개 SSR 마커를 이용한 양송이 상업품종 156자원 구분>

○ 국내 양송이 품종 보호를 위한 SNP 기반 분자 마커 개발

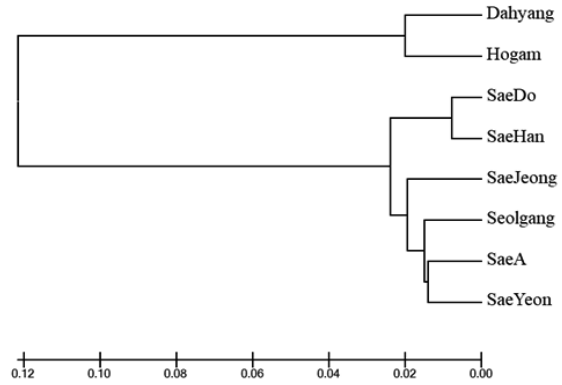
신규 유전체와 주요 양송이 품종 개발에 활용된 6개 모균주의 re-sequencing 정보를 비교하여 2019년도에 37개를 개발하였으며, 2020년도에 추가로 33개 CAPS 마커를 개발하였다. 각 locus에서 Nucleotide 형태 변화는 transition type의 G/A가 14개로 가장 많았고 C/T 11개, A/G 10개, T/C 9개가 있었으며 transversion type의 C/A, C/G 각각 4개, A/C, A/T, G/C, G/T, T/A, T/G 각각 3개였다.



양송이버섯 41개 자원에 대하여 Nei's 1983 방법으로 각 자원 별 유전적 거리를 계산 후, UPGMA 방법을 이용하여 군집분석 결과, 3개의 주여 군집으로 나뉘었다. Group I에는 16자원 (CHN 2자원, DEU 1자원, JPN 1자원, KOR 7자원, NLD 3자원, USA 2자원), Group II는 11자원 (DEU 2자원, JPN 1자원, KOR 3자원, NLD 2자원, USA 3자원), Group III 14자원(CHN 3자원, DEU 2자원, JPN 4자원, KOR 3자원, NLD 1자원, USA 1자원)으로 분포되었다. 국내 양송이버섯 품종간 유사도는 매우 높았으며, 각 품종 별로 CAPs 마커에 따라 특이적인 유전자형이 나타났다. 또한, 본 연구에서 개발된 64개 CAPs마커(monomorphic 6개 제외)는 국내 양송이 품종 보호뿐만 아니라, 국외 상업적 품종과의 구분에도 활용될 수 있을 것이다.

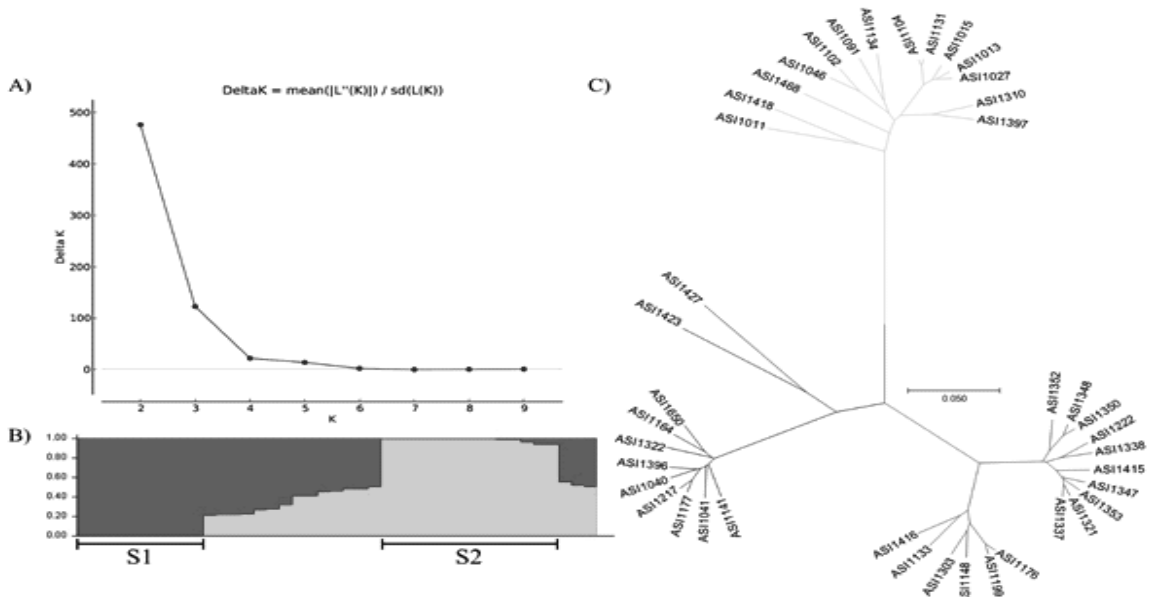


<그림. 양송이버섯 상업 품종 41개 유전자원의 군집 분석 및 품종 구분>



<그림. 국내 양송이버섯 품종 구분>

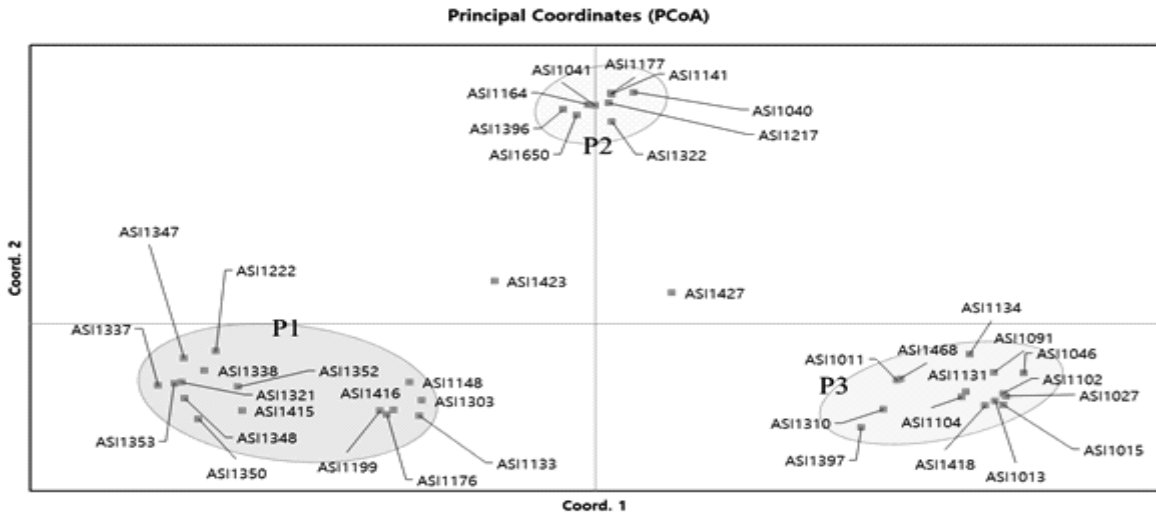
집단구조는 POP1(White 16자원; CHN 2자원, DEU 1자원, JPN 1자원, KOR 7자원, NLD 3자원, USA 2자원), POP 2(White 12자원, ivory 1자원, cream 1자원; CHN 3자원, DEU 2자원, JPN 4자원, KOR 3자원, NLD 1자원, USA 1자원)의 2개의 그룹으로 구분되었으며 각 그룹으로 분류된 자원을 Unrooted tree에 적용했을 때 집단구조가 확실히 구분되었다.



<그림. 양송이 상업품종의 집단 구조 분석>

PCoA 분석 결과 P1(White 16자원; CHN 2자원, DEU 1자원, JPN 1자원, KOR 7자원,

NLD 3자원, USA 2자원), P2(Brown 9자원; DEU 2자원, JPN 1자원, KOR 3자원, NLD 1자원, USA 2자원), P3(White 12자원, ivory 1자원, cream 1자원; CHN 3자원, DEU 2자원, JPN 4자원, KOR 3자원, NLD 1자원, USA 1자원)의 3개의 그룹으로 구분하였다.

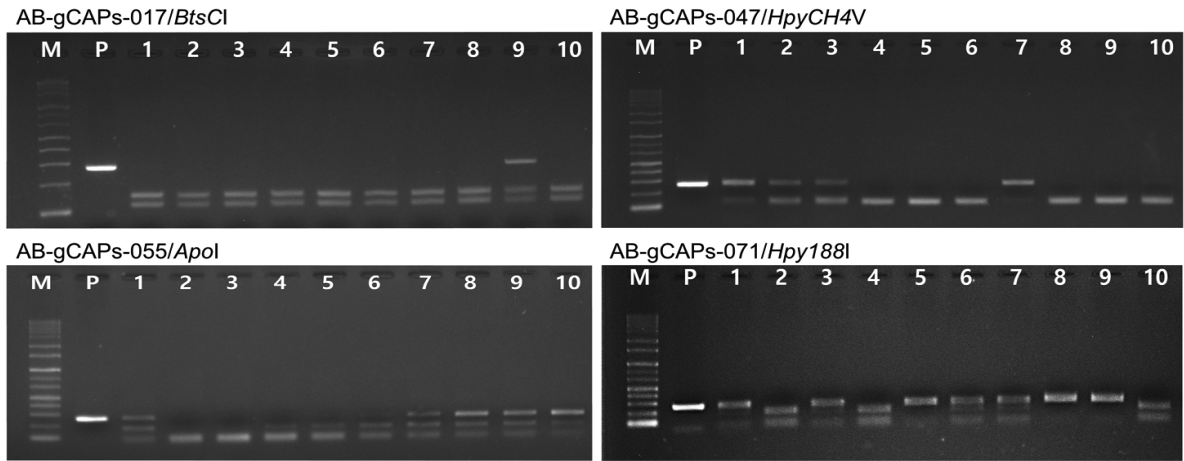


<그림. 양송이 상업품종의 PCoA 분석>

본 연구 결과를 통해 개발된 SSR, CAPs 마커 모두 국내품종 구분뿐만 아니라 국외 상업품종에 대한 구분도 가능한 결과를 얻을 수 있었다. 개발된 두 종류의 마커는 모두 공우성 마커라는 공통점이 있고 SSR 마커의 경우 적은 수의 마커를 이용해 다양성 분석에 활용될 수 있는 장점이 있고 CAPs 마커는 SSR 마커보다 다양성은 낮지만 고가의 장비 없이도 자원의 유전자형을 분석하는데 활용될 수 있을 것이다. 또한, 본 연구 결과를 토대로 개발된 분자 마커를 이용하여 양송이버섯의 군집분석, 집단유전분석, PCA 분석 등 다변량 분석 및 양송이버섯의 유전분석 등 다양한 연구 분야에 활용될 수 있을 것이다.

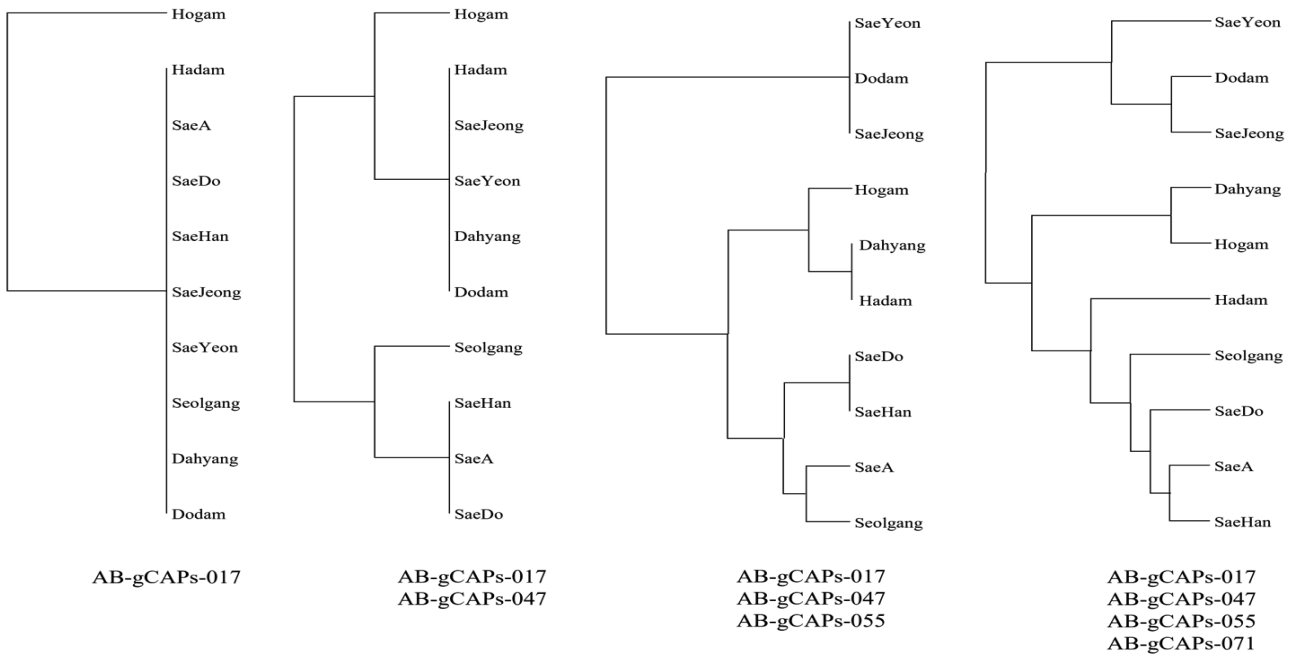
○ GSP 사업에서 개발된 품종 보호를 위한 분자마커 개발

기존에 개발된 품종과 GSP 사업을 통해 개발된 품종 등 9개 품종 (새아, 새도, 새한, 새연, 새정, 도담, 설강, 다향, 호감, 하담)을 이용하여 2020년도에 본 연구팀에서 개발한 70개 CAPs 마커를 이용하여 품종 구분 최소 마커 set을 선발하였다. AB-gCAPs-017 마커를 이용하여 1단계 판별을 수행한 결과 10개 양송이 품종은 2개의 그룹으로 구분되었으며, 특히, 호감에 대하여 특이적인 allele를 가지고 있었다. 2단계에 AB-gCAPs-047 마커를 추가하여 분석한 결과 1단계에서 판별되지 않았던 9자원 중에서 설강이 구분되었고, 하담, 새정, 새연, 다향, 도담 등 5 품종이 하나의 그룹을 형성하였고, 새한, 새아, 새도 3품종이 하나의 그룹을 형성하였다. 최종적으로 4단계까지의 마커 조합(AB-gCAPs-017, AB-gCAPs-047, AB-gCAPs-055, AB-gCAPs-071)으로 양송이 10개 품종에 대한 구분이 가능하였다. 본 연구에 사용된 SNP 기반의 4개 CAPs 마커는 양송이버섯의 품종 구분, 우리나라 육성 품종에 대한 주권 확보 등에 활용될 수 있을 것이다.



1, SaeA; 2, SaeDo; 3, SaeHan; 4, SaeYeon; 5, SaeJeong; 6, Dodam; 7, Seolgang; 8, Dahyang; 9, Hogam; 10, Hadam.

<그림. 선발된 4개 마커에 대한 제한효소 처리 결과>



<그림. 4개 마커를 이용하여 단계별 품종 구분 결과>



<표. 최종 선발된 CAPs 마커 정보>

Marker	Primer sequence	Ref.	Alt.	Restriction enzyme
AB-gCAPs-017	F-GTTCTGGAAGTAAAGCGAAGAC	G	A	BtsCI
	R-CGTAGAACACAAAGTCTTGCAG			
AB-gCAPs-047	F-CTCTTAGCGAGGCGTTATCTTA	G	A	HpyCH4V
	R-ATTGGAACATAATTCATTGGGA			
AB-gCAPs-055	F-GATCCCCAAATAATGAATGCTA	A	T	ApoI
	R-TATACTCCCGACGTAGAACAGC			
AB-gCAPs-071	F-AACCTCATTTCCCAACCTTATCT	A	G	Hpy188I
	R-AATATATTGGTCATTGGAACCG			

□ 갈변 관련 전사체 정보 고도화

양송이 버섯에서 저장, 유통 등에 품질 관련 중요 형질인 갈변은 호흡, 상대습도, 기계적 손상 등으로 인한 기질 산화에 의해서 나타난다고 알려져 있다. 기존 양송이에서의 갈변 관련 연구는 멜라닌 생합성에 관련된 특정 효소에 의한 변이 연구 등이 주로 이루어 졌으며, 본 연구는 차세대 염기서열 분석법 (next generation sequencing, NGS)으로 전사체 분석 후 관련 유전자 정보 대량 생산 등의 연구를 수행하였다. 양송이 자실체 갓에 포크로 상처를 낸 후 처리 시가 별(1시간, 2시간)로 RNA를 추출 후 전사체 분석을 수행하였다. 1) 분석의 정확성을 높이기 위해, 시퀀싱 후 얻어진 최초 데이터(raw data)의 전처리 과정을 수행 후, FastQC와 Trimmomatic 같은 생물정보 분석 프로그램을 이용하여, Raw data의 quality를 확인하고 low quality read 및 adapter sequence를 제거 후, 2) reference genome에 RNA-Seq read를 해당 서열에 mapping 하고 mapping data를 활용하여 differentially expression을 분석 후, Samtools를 사용하여 mapping 된 read를 counting하고 count 값을 기반으로 DESeq Normalization 값을 계산하여 샘플 간 유전자발현량을 비교 분석, 3) DESeq Normalization 값을 기준으로 선발된 DEG을 대상으로 기능을 예측하고, 세포 내에서 일어나는 다양한 대사경로(metabolic pathway)에 관여할 가능성이 있는 유전자들을 탐색하기 위하여 KEGG(Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) DB를 이용하였다(표 3-6, 3-7, 3-8). 최종적으로 유전자 해석과 활용을 위해 DEG 분석 결과 중 'log2 fold change ≥ |1|' 인 gene set을 선별하여 GO 분석을 수행하였다.

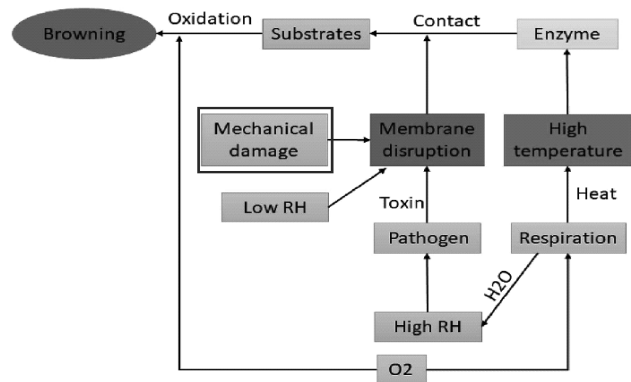
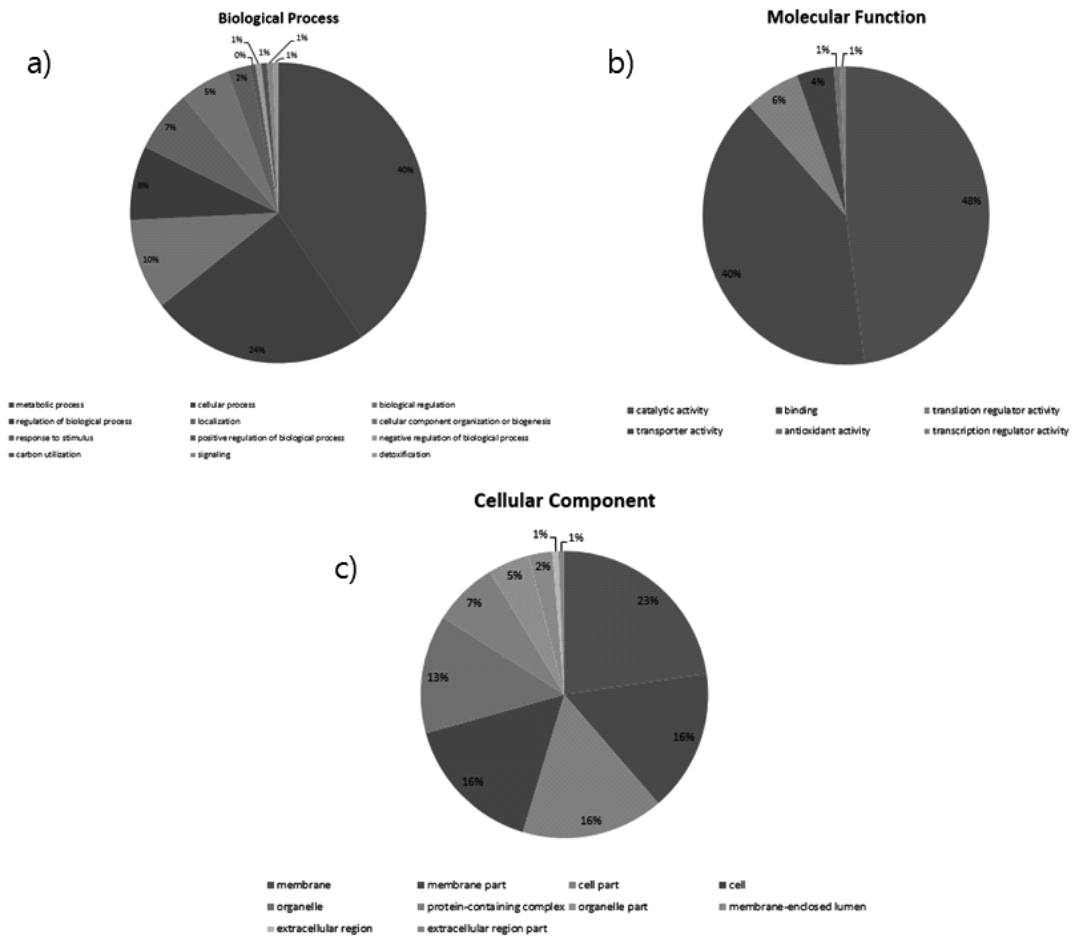


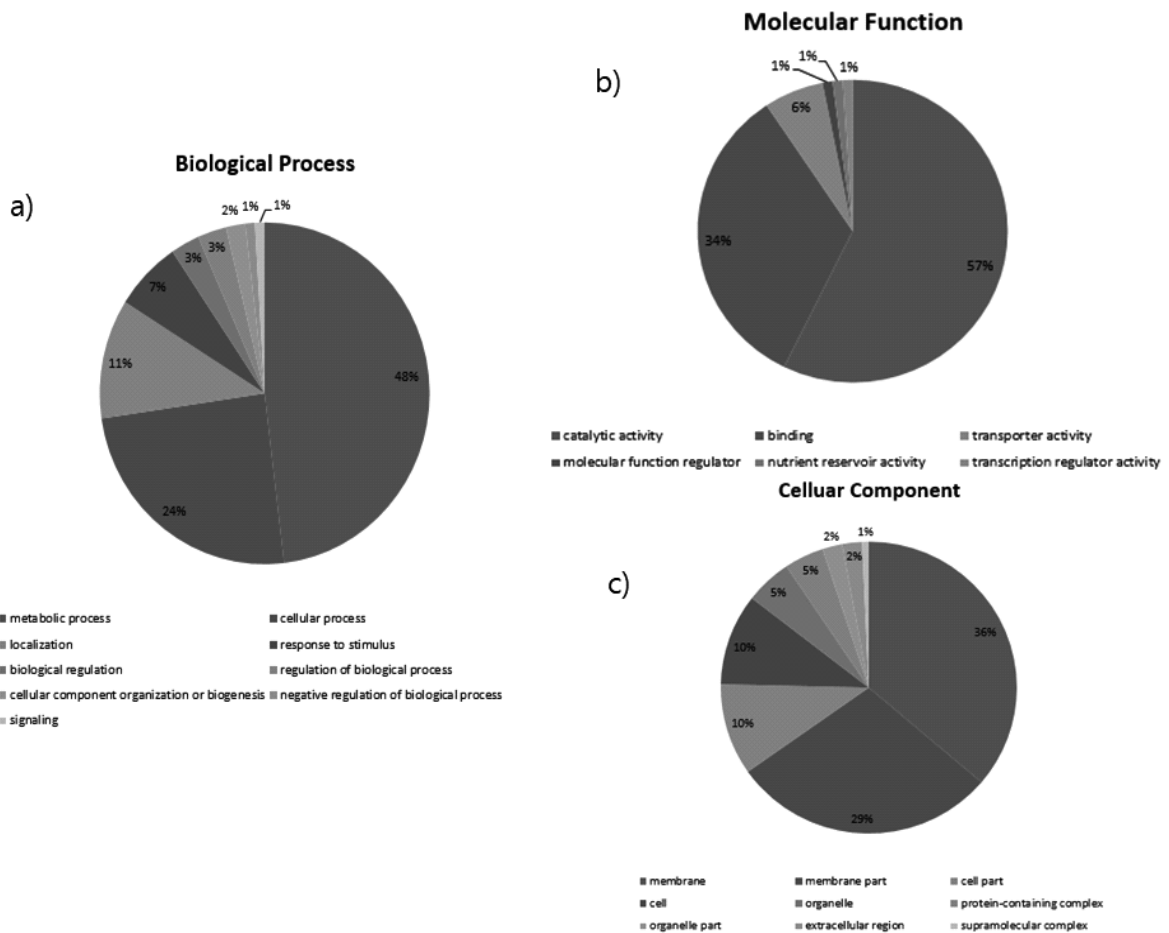
그림 3-6. 양송이 갈변에 관련하는 요인들





<그림. Up regulation GO 분석. a) biological process, b) molecular function, c) cellular component>

Up-regulation 관련 KEGG 분석 결과, Phenylpropanoid biosynthesis, Pyruvate metabolism, Cyanoamino acid metabolism, Cysteine and methionine metabolism 등 30개의 대사경로 (metabolic pathway)에 관여하는 유전자들이 탐색 되었다. Down-regulation 경우, biological process는 metabolic process 관련 unigene이 48%로 가장 많았으며, 다음으로 cellular process 24%, localization 11% 순으로 나타났다. Molecular Function은 catalytic activity 관련 unigene이 57%로 가장 많았으며, 다음으로 binding 34%로 분포하였다. cellular component는 membrane 관련 unigene이 26%로 가장 많았으며, 다음으로 membrane part 29%, cell part 10%로 순으로 나타났다. .

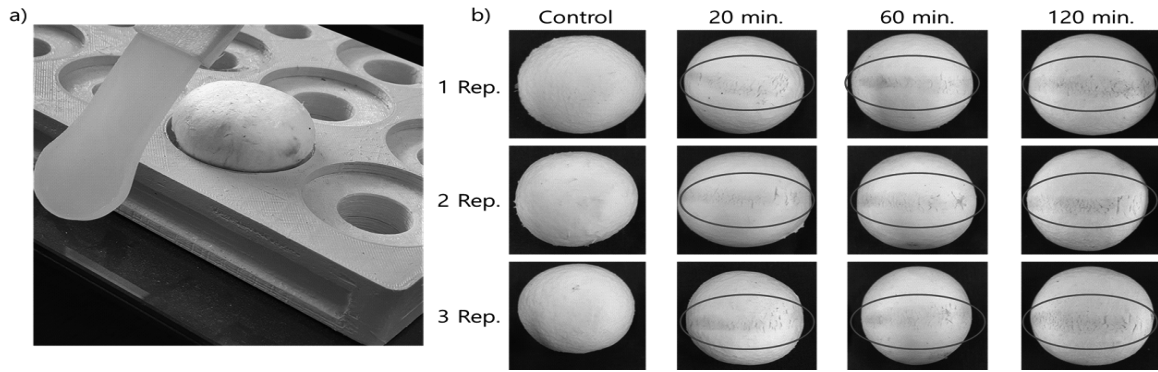


<그림. Down regulation GO 분석. a) biological process, b) molecular function, c) cellular component>

Down-regulation 관련 KEGG 분석 결과, Phenylalanine metabolism, Phenylpropanoid biosynthesis, Tryptophan metabolism, Oxidative phosphorylation 등 26개의 대사경로 (metabolic pathway)에 관여하는 유전자들이 탐색 되었다.

○ 갈변 관련 전사체 정보 고도화

양송이 버섯에서 저장, 유통 등 품질 관련 중요 형질인 갈변은 호흡, 상대습도, 기계적 손상 등으로 인한 기질 산화에 의해서 나타난다고 알려져 있다. 본 연구에서는 유통과정 중 발생할 수 있는 물리적 손상에 의한 갈변 관련 유전자 탐색을 위해 새한 품종을 이용하였다. 인삼특작부 버섯과에서 이용하고 있는 장비를 이용하여, 대조구, 기계적 손상 후 20분, 60분, 120분 후 처리 시간 별 3반복으로 총 12개 시료를 채취하여 RNA 추출 후 분석에 활용하였다.



<그림. 양송이버섯의 물리적 손상(a) 및 처리 후 시간 별 표현형 변화(b)>

전사체 분석 과정은 1) 분석의 정확성을 높이기 위해, 시퀀싱 후 얻어진 최초 데이터 (raw data)의 전처리 과정을 수행 후, raw data의 quality를 확인하고 low quality read 및 adapter sequence를 제거 후, 2) reference genome에 RNA-Seq read를 해당 서열에 mapping 하고 mapping data를 활용하여 differentially expression을 분석하였다. 분석결과 정확성을 높이기 위해 raw data의 quality trimming (adapter제거 포함)을 수행하였다. trimming 후 각 처리별 평균 read의 수는 무처리 15,195,643개, 20분 15,167,584개, 60분 14,686,442개, 120분 14,385,647개로 나타났다. 염기서열 평균 크기는 무처리 2.191Gb, 20분 2.193Gb, 60분 2.153Gb, 120분 2.089Gb로 큰 차이를 보이지 않았으며, 전체 평균은 2.157Gb였다. High quality base(Q30%) 비율은 97% 이상이었다.

<표. Trimming 후 처리 별 염기서열 정보>

Sample	Reads	Read Bases	GC(%)	AT(%)	Q20(%)	Q30(%)
control-1	13,928,442	2,004,086,469	49.37	50.63	99.26	97.1
control-2	16,370,730	2,356,920,539	49.61	50.39	99.29	97.23
control-3	15,287,756	2,211,483,229	49.48	50.52	99.31	97.28
control mean	15,195,642	2,190,830,079	49.487	50.513	99.287	97.203
20m-1	16,026,304	2,315,566,249	49.51	50.49	99.33	97.36
20m-2	13,725,862	1,992,780,916	49.29	50.71	99.28	97.2
20m-3	15,750,586	2,271,947,309	49.41	50.59	99.31	97.28
20m mean	15,167,584	2,193,431,491	49.403	50.597	99.307	97.280
60m-1	12,273,962	1,799,633,635	49.59	50.41	99.48	97.91
60m-2	16,537,754	2,425,069,471	49.44	50.56	99.48	97.91
60m-3	15,247,610	2,235,635,830	49.65	50.35	99.48	97.91
60m mean	14,686,442	2,153,446,312	49.560	50.440	99.480	97.910
120m-1	12,888,622	1,852,561,774	49.36	50.64	99.28	97.17
120m-2	15,493,598	2,271,748,244	49.71	50.29	99.5	97.99
120m-3	14,774,722	2,142,583,099	49.46	50.54	99.31	97.28
120m mean	14,385,647	2,088,964,372	49.510	50.490	99.363	97.480

처리 시간 별 상관성과 분산 양상을 통해 반복 간 유사도 분석을 위해 주성분 분석 (Principle component analysis, PCA)와 계층적 군집(Hierarchical Clustering) 분석을 수행하였다. 처리 시간 별 반복 간에 변이가 존재하였으나 군집이 형성되었고, 처리 시간 간에는 뚜렷한 차이가 나타났다.

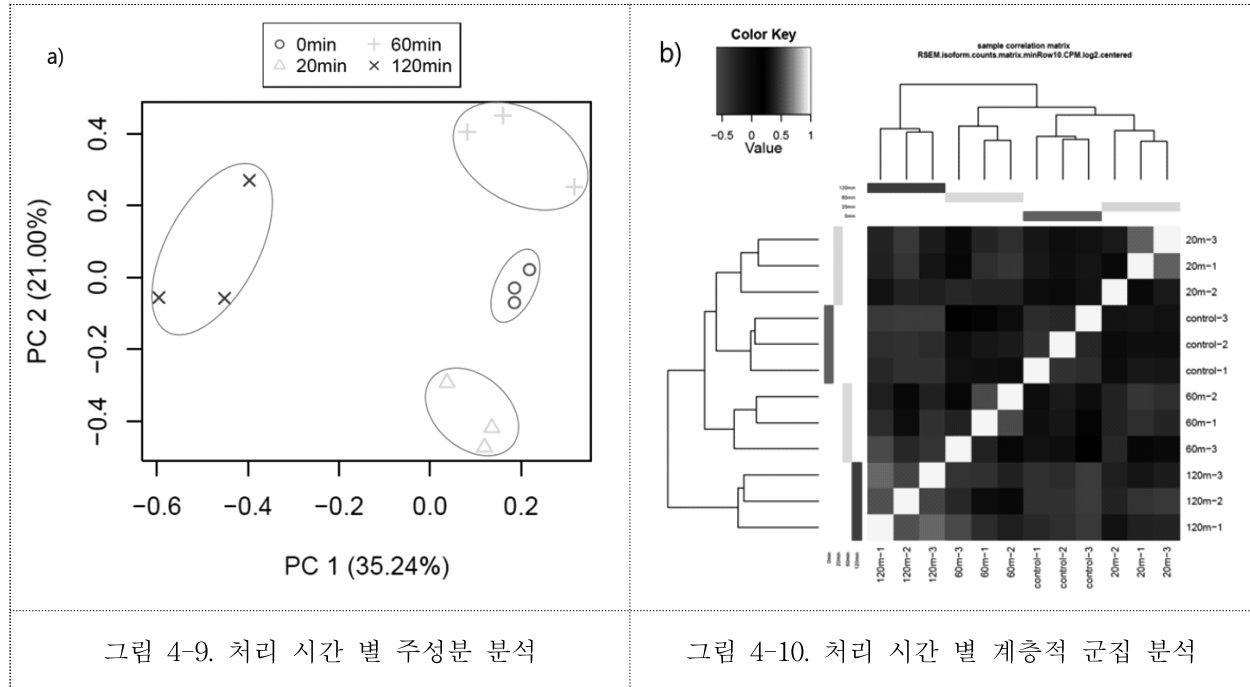


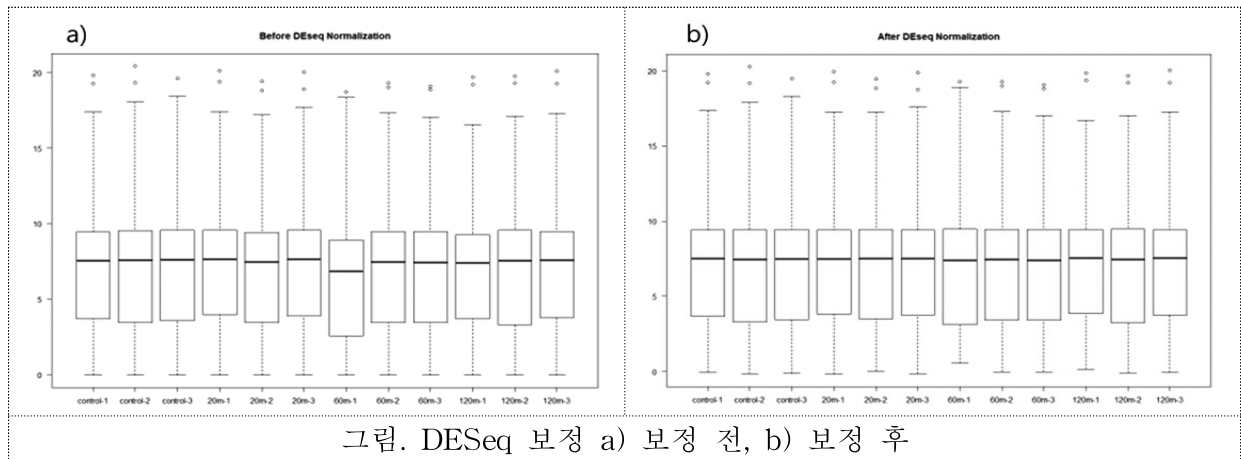
그림 4-9. 처리 시간 별 주성분 분석

그림 4-10. 처리 시간 별 계층적 군집 분석

RNA-Seq read mapping은 본 연구과제에서 2018년도에 수행한 신규 유전체 정보, 전사체 정보, 단백질 정보를 이용하여 분석을 진행하였다. 각 처리 시간 별 반복에 대한 mapping 비율은 전체 평균은 88.94%로 나타났다(표 12). mapping된 RNA-Seq read count를 기반으로 RNA-Seq에서 발현값은 계산하였으며, 샘플 간의 편차를 보정하여 발현값을 계산하기 위해 DESeq 보정(normalization)을 진행 후 분석에 활용하였다.

<표. 처리 시간별 RNA-Seq Read Mapping 요약>

Sample	Processed Read (a)	Mapped Read (b)	Mapped Read (b/a*100)
control-1	13,928,442	12,393,204	88.98%
control-2	16,370,730	14,667,631	89.60%
control-3	15,287,756	13,505,203	88.34%
20m-1	16,026,304	14,274,712	89.07%
20m-2	13,725,862	12,241,622	89.19%
20m-3	15,750,586	13,994,756	88.85%
60m-1	12,273,962	10,632,635	86.63%
60m-2	16,537,754	14,423,221	87.21%
60m-3	15,247,610	13,669,532	89.65%
120m-1	12,888,622	11,510,020	89.30%
120m-2	15,493,598	14,064,459	90.78%
120m-3	14,774,722	13,249,431	89.68%

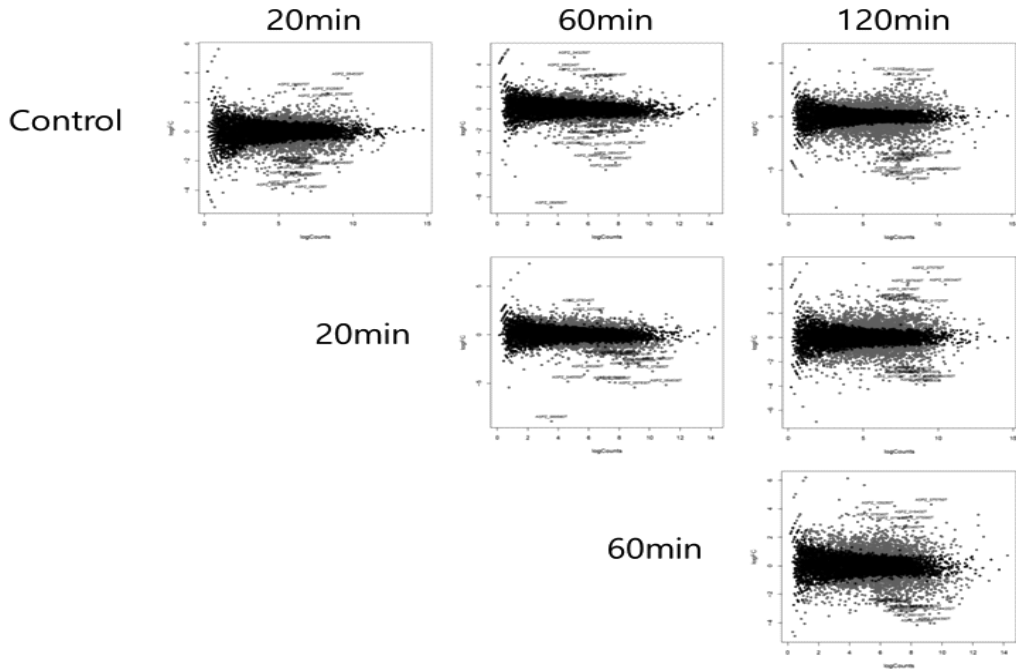


각 처리 시간에 따른 반복 별 발현된 유전자 수는 표 13과 같다. 전체 유전자는 11,328 개였고, reference에 대하여 적어도 1개 이상 mapping 된 유전자 수는 각 시료 별로 9,100개 이상이었으며, 전체 유전자 대비 비율은 80% 이상이었다.

<표. 처리 시간별 RNA-Seq Read Mapping 요약>

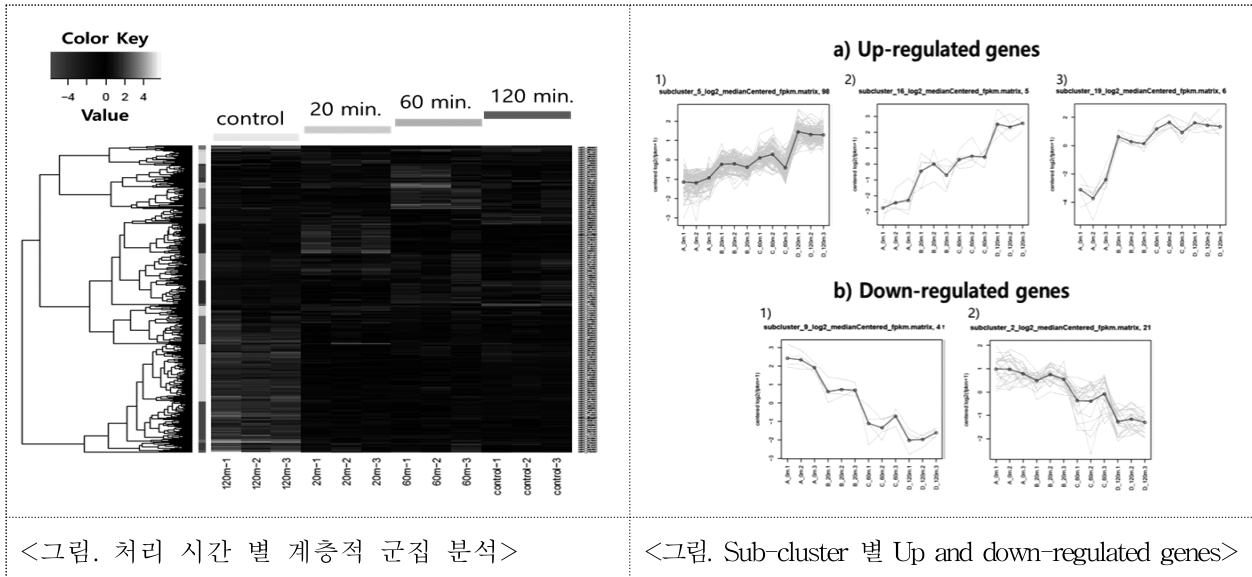
Sample	Expressed transcripts (genes)	Percentage (%)
control-1	9,204	81.25%
control-2	9,205	81.26%
control-3	9,243	81.59%
20m-1	9,273	81.86%
20m-2	9,217	81.36%
20m-3	9,234	81.51%
60m-1	9,135	80.64%
60m-2	9,253	81.68%
60m-3	9,270	81.83%
120m-1	9,214	81.34%
120m-2	9,236	81.53%
120m-3	9,223	81.42%

DEG 분석결과 중 ‘log2 fold change  $\geq$  |1|’ 인 gene set을 선별하여 처리 시간 별 유의한 발현 유전자의 수를 시간화 하기 위하여 MA plot(데이터를 M (로그 비율) 및 A ( 평균 평균 ) 척도로 변환 한 다음 이러한 값을 플로팅 하여 두 샘플에서 취한 측정 값 간의 차이를 시각화)을 분석하였다(그림 21). 처리 후 20분까지 발현 유전자 수가 증가 후 60분에는 발현 유전자 수가 감소 한 후에 120분에 다시 증가하는 경향을 보였다.



<그림. 처리 시간 별 MA plot ; 검정색 spot p-value > 0.05, 빨간색 spot p-value < 0.05>

처리 시간 별 따른 발현양의 차이가 나는 유전자 962개에 대한 계층적 군집(Hierarchical Clustering) 분석을 한 결과 25개 sub-cluster (cut off-value 30%)를 형성하였다. 전체적인 유전자발현에 대하여 Up-regulated 유전자 수는 sub-cluster 5번 98개, 16번 5개, 19번 6개 등 총 166개였으며, down-regulated 유전자 수는 sub-cluster 9번 4개, 2번 21개 등 총 25개로 나타났다.

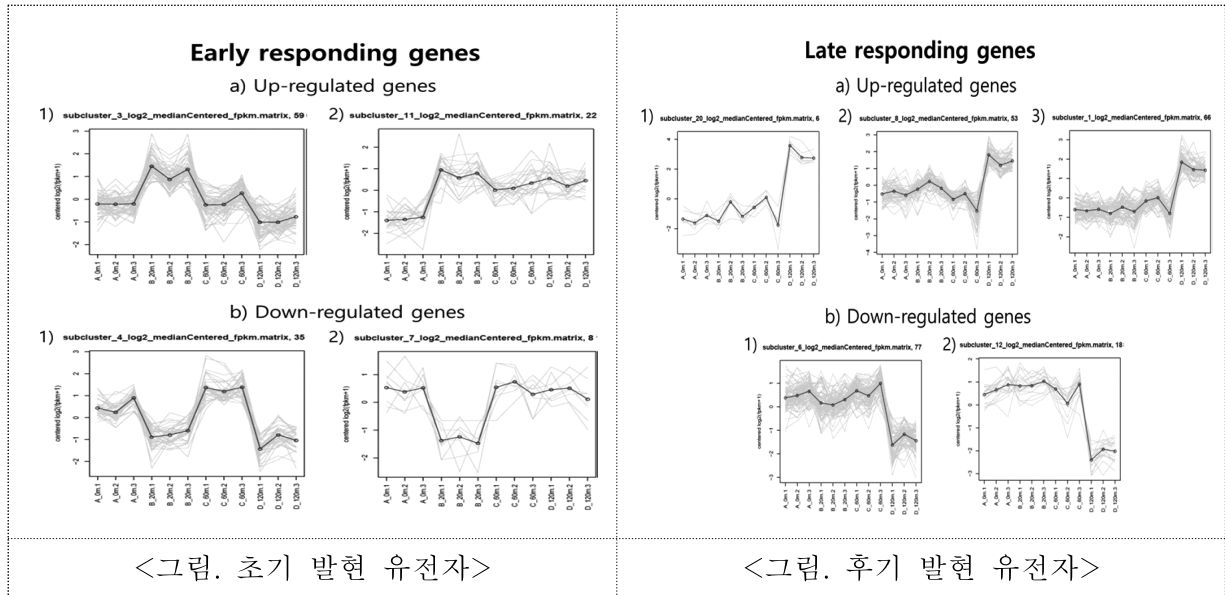


<그림. 처리 시간 별 계층적 군집 분석>

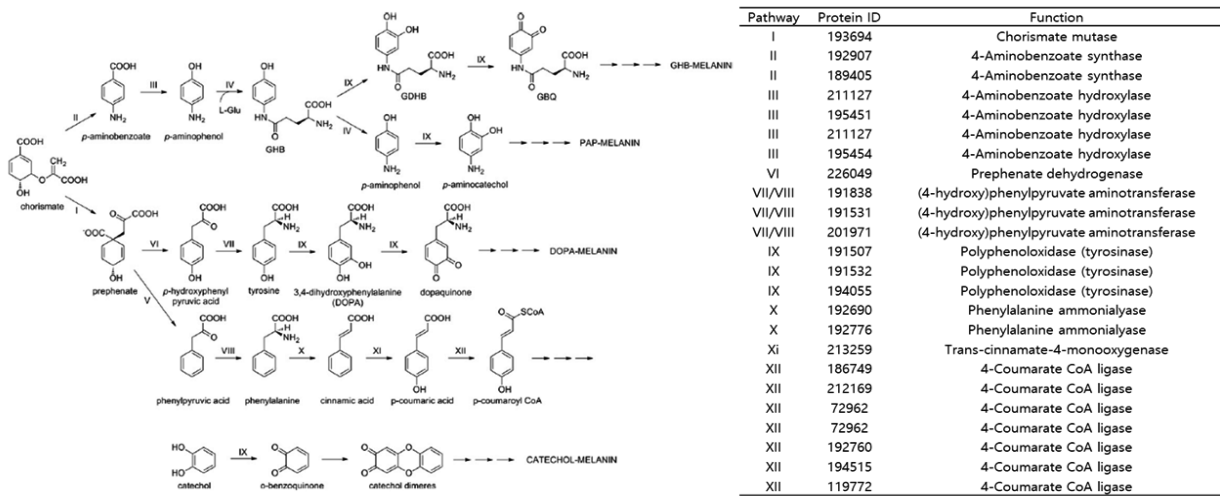
<그림. Sub-cluster 별 Up and down-regulated genes>

반응 시기별 발현에 따른 초기에 발현하는 유전자 124개 중 Up-regulated 유전자 수는 총 81개로 sub-cluster 3번 59개, sub-cluster 11번 22개였으며, down-regulated 유전자 수는 총 43개로 sub-cluster 4번 35개, sub-cluster 7번 8개로 나타났다. 반응 시기별 발현에 따른 후기에 발현하는 유전자 220개 중 Up-regulated 유전자 수는 총 125개로 sub-cluster 20번 6개, sub-cluster 8번 53개, sub-cluster 1번 66개였으며, down-regulated 유전자 수는 총 95개로 sub-cluster 6번 77개, sub-cluster 12번 18개로 나타났다.

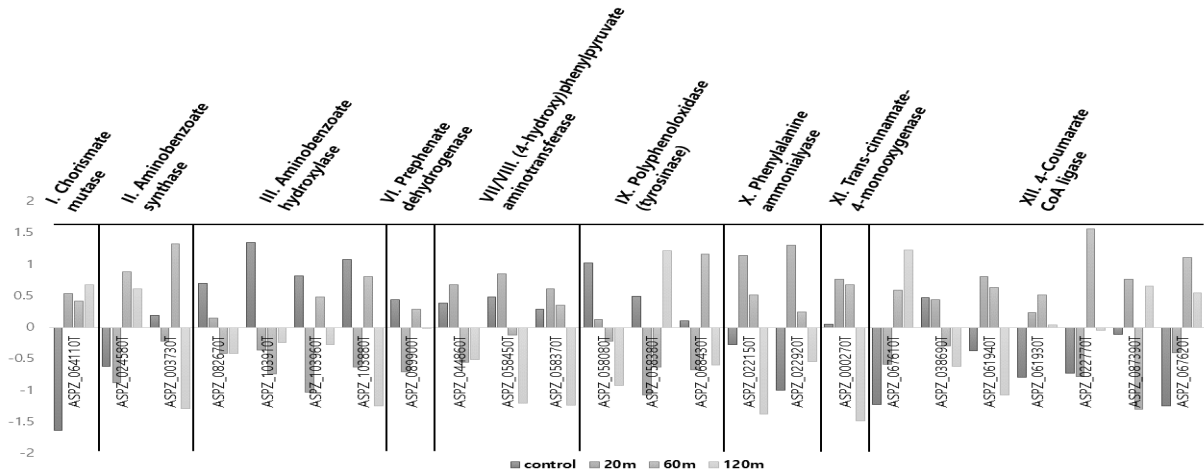




양송이 버섯의 갈변 관련 연구(그림 4-16)를 기반으로 전사체 분석을 수행 결과, 멜라니 합성 초기 단계에 관여하는 Chorismate mutase에 관련된 ASPZ\_064110T의 경우 시간의 경과에 따라 발현량이 증가하는 것으로 나타났고, 4-hydroxy)phenylpyruvate aminotransferase 관련 4개 유전자는 20분까지 발현량이 증가하다 120분에 급격하게 감소하는 경향을 보였다.



<그림. Melanin 생합성 경로 및 관련 정보 ; Jolivet et al. 1998. Mycological research and Weijin et al. 2012. Fungal genetics and biology>



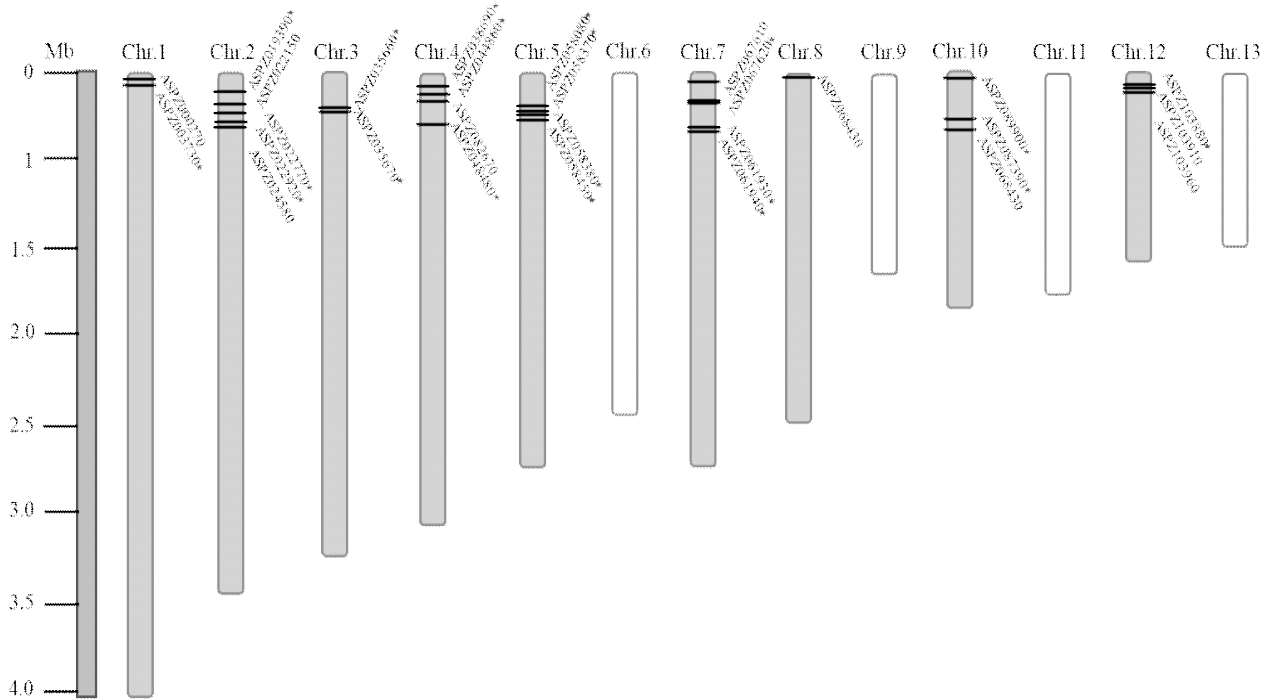
<그림. Melanin 생합성 관련 전사체 분석>

○ 갈변 관련 전사체 정보 검증

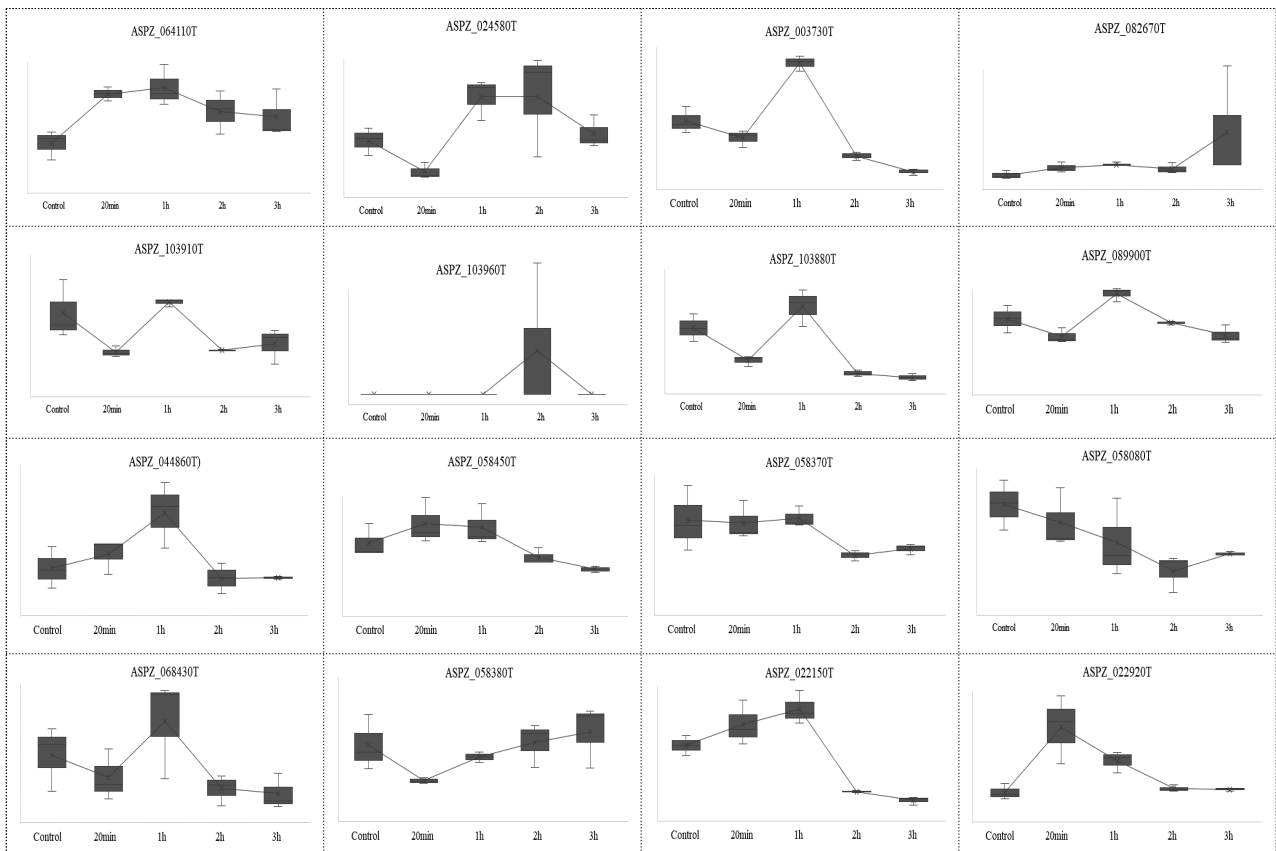
갈변 관련 전사체 분석 정보와 pathway 정보를 기반으로 관련 효소를 기반으로 16개의 프라이머(Chorismate mutase 관련 1개 프라이머, aminobenzoate hydroxylase 4개, prehenate de hydrogenase 1개, (4-hydroxy) phenylpyruvate aminotransferase 3개, polyphenoloxidase(tyrosinase) 3개, phenylalanine ammonia-lyase 2개)를 합성하여 qRT-PCR을 수행하였다(표 5-2). 프라이머의 염색체별 분포는 1번 염색체에 2개, 2번 염색체 4개, 3번 염색체 2개, 4번 염색체 4개, 5번 염색체 4개, 6번 염색체 4개, 8번 염색체 1개, 10번 염색체 3개, 12번 염색체 2개로 분포하였으며, 염색체 6번, 9번, 11번, 13번에는 분포하지 않았다. 양송이에서 일반적으로 알려진 갈변 관련 pathway의 효소와 본 연구 결과에서 도출한 전사체 분석을 통해 얻어진 결과를 기반으로 유전자 발현 분석을 한 결과는 다음과 같다. 갈변 관련 첫 번째 효소인 Chorismate mutase 관련 ASPZ\_064110T의 발현은 처리 후 1시간까지 증가 후 감소했으며, aminobenzoate synthase의 경우, ASPZ\_024580T는 처리 후 20분까지 감소 후 1시간까지 증가하여 2시간까지 유지 후 감소하는 경향을 보였다. ASPZ\_003730T는 처리 후 20분까지 감소 후 1시간까지 증가한 후 감소하는 경향을 보였다. (4-hydroxy) phenylpyruvate aminotransferase 관련 ASPZ\_044860T, ASPZ\_058450T, ASPZ\_058370T는 1시간까지 증가 후 감소했으며, Polyphenol oxidase 관련 ASPZ\_058080T는 처리 후 2시간까지 지속적으로 감소했으며, ASPZ\_058380T는 20분까지 감소 후 3시간까지 증가하는 경향을 나타냈다.

<표. 16개 프라이머 정보>

No.	Gene ID	Related enzymes	Sequence
1	ASPZ_064110T	Chorismate mutase	F-TCCACCTCTGTCTTTCCCTGA R-GTACTGTTCGTTTCTTGGCTGC
2	ASPZ_024580T	aminobenzonate synthase	F-CCTTCCCTCCCTCAGCAAATT R-CCGTTCTCAACACCCAAACTC
3	ASPZ_003730T		F-AGGGTTGTGATGGGTGTTAGG R-CGAAGGACGGTTGGTCTGATT
4	ASPZ_082670T	aminobenzonate hydroxylase	F-TGCCGCTCCAGATTGTCTTATC R-CGTGGCGTTGATACCGATGTTA
5	ASPZ_103910T		F-TCGGGATCGAGGACGCTTATA R-GGTCGCATGGGGAACAAGAA
6	ASPZ_103960T		F-TGGTATTGTTGGTCTGGCGTT R-GCGTGGTTCAAGGTCAGGATA
7	ASPZ_103880T		F-GTCCTCTCACCTCCATTTCT R-TTCCACTTGGGCTCGTAACA
8	ASPZ_089900T		prehenatede hydrogenase
9	ASPZ_044860T	(4-hydroxy) phenylpyruvate aminotransferase	F-GCATCCCTCGTTCCAAGCTAT R-ACTGGTTTCACCTTGCCTCTC
10	ASPZ_058450T		F-CGGGGCCTGATGTGATTTTG R-CATTGCGGCTTGAACACAT
11	ASPZ_058370T		F-GTGCTCCGTTTGATAGTTTCG R-ATCCTTGATACCCCACGACT
12	ASPZ_058080T	polyphenoloxidase(tyrosinase)	F-TGTCTCTGCTCGCTACTGTTG R-AAAGGCAAACCGTGGATACCA
13	ASPZ_058380T		F-GCTGCCATCGAAGTTGCTAAG R-AGCGGAGGATAGGGTTCTTGA
14	ASPZ_068430T		F-GACCACAAAGAGGAGGGCAA R-CCCAGGAAAAGACAAACCGAGA
15	ASPZ_022150T		phenylalanine ammoialyase
16	ASPZ_022920T	F-CAGGACGAAGAAAGAGCCACT R-GGGAGCGGAAGGTAGGAATAC	



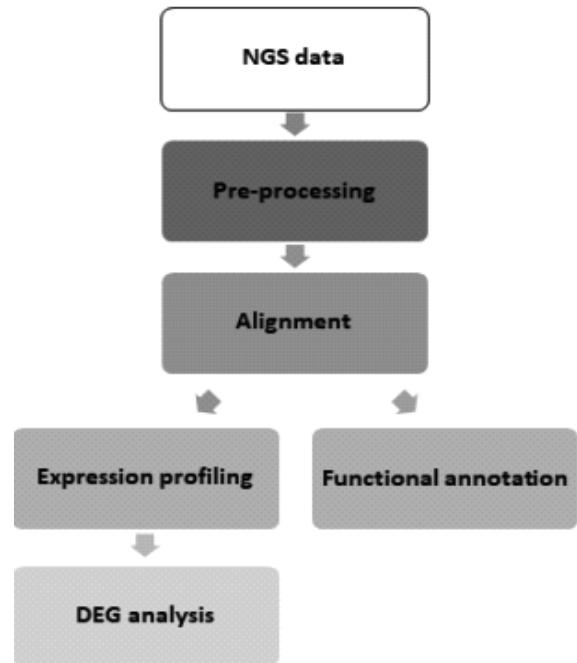
<그림. qRT-PCR에 사용된 전사체 기반 프라이머의 염색체 별 위치>



<그림. 16개 프라이머의 처리 시간별 유전자 발현>

□ 온도 관련 유전자 탐색을 위한 유전자 정보 대량 생산

양송이 재배 온도 조건(15°C, 20°C)별로 RNA를 추출 후 전사체 분석을 수행하였다. PRE-PROCESSING은 Trimmomatic 프로그램을 이용하여 raw reads 중 low quality reads 와 adaptor sequence 를 제거하였으며, rRNA 서열들과 오염원들의 서열을 제거하기 위해, BBDuk 프로그램을 이용하여 추가적으로 decontamination 과정을 수행하였다. FUNCTIONAL ANNOTATION 분석은 2018년도에 국내 보유 자원을 이용하여 신규로 작성한 유전체 정보를 reference로 활용하여 genome sequence 에 RNA-Seq read를 mapping 하고, protein 서열을 기준으로 annotation 진행하였다. Reference 유전자 11,328 개의 enrichment 분석을 진행하기 위해 GO 와 KEGG annotation을 분석을 위하여,



<그림. RNA sequencing 분석 과정>

1) DIAMOND 프로그램을 이용한 protein database 와의 유사성 분석, 2) BLAST2GO 를 이용한 Gene ontology(GO) 분석, 3) InterProScan 을 이용한 단백질 내의 domains 탐색, 4) KAAS web-tool 통한 KEGG pathway 분석을 수행하였다. GO 분석 결과 biological process 의 경우 cellular process 관련 unigene이 35%로 가장 많았으며, 다음으로 metabolic process 29%, biological regulation 8% 순으로 나타났다. Molecular Function은 catalytic activity 관련 unigene이 45%로 가장 많았으며, 다음으로 binding 39%로 분포하였다. cellular component는 membrane와 protein-containing complex 관련 unigene이 각각 79%와 21%로 나타났다.

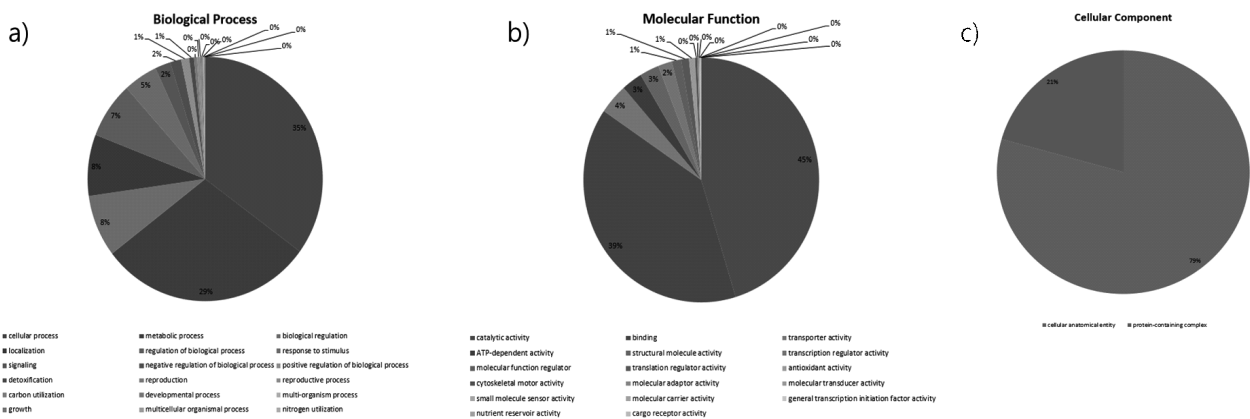


그림 5-6. GO 분석. a) biological process, b) molecular function, c) cellular component

HISAT2 프로그램을 사용하여 전처리가 끝난 reads 를 genome 에 mapping 을 하고, HTSeq-count 방법으로 gene 영역의 유전자별 발현량을 분석한 결과는 다음과 같다. 15°C, 20°C 발현된 유전자의 수는 각각 9555개, 9545개였으며, 기존 참조 유전체 기준 각각 84.35%와

84.26%였다.

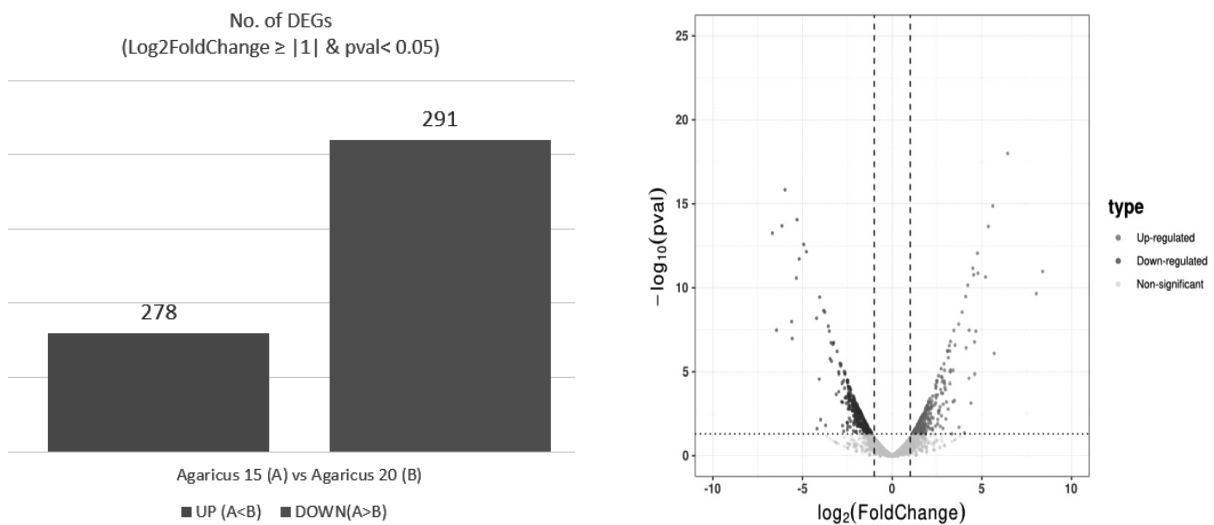
<표. 온도별 발현 유전자 정보>

Sample	Expressed genes*	Percentage (%)**
Agaricus_15	9,555	84.35%
Agaricus_20	9,545	84.26%
<b>Total 2 samples</b>	<b>9,610</b>	<b>84.83%</b>

\* Expressed genes: 적어도 1 개이상의 RNA-Seq read 가 mapping 되어서 발현되고 있다고 판단된 genes 의 개수

\*\* 참조 유전체(2018년 작성)의 11,328 gene 기준

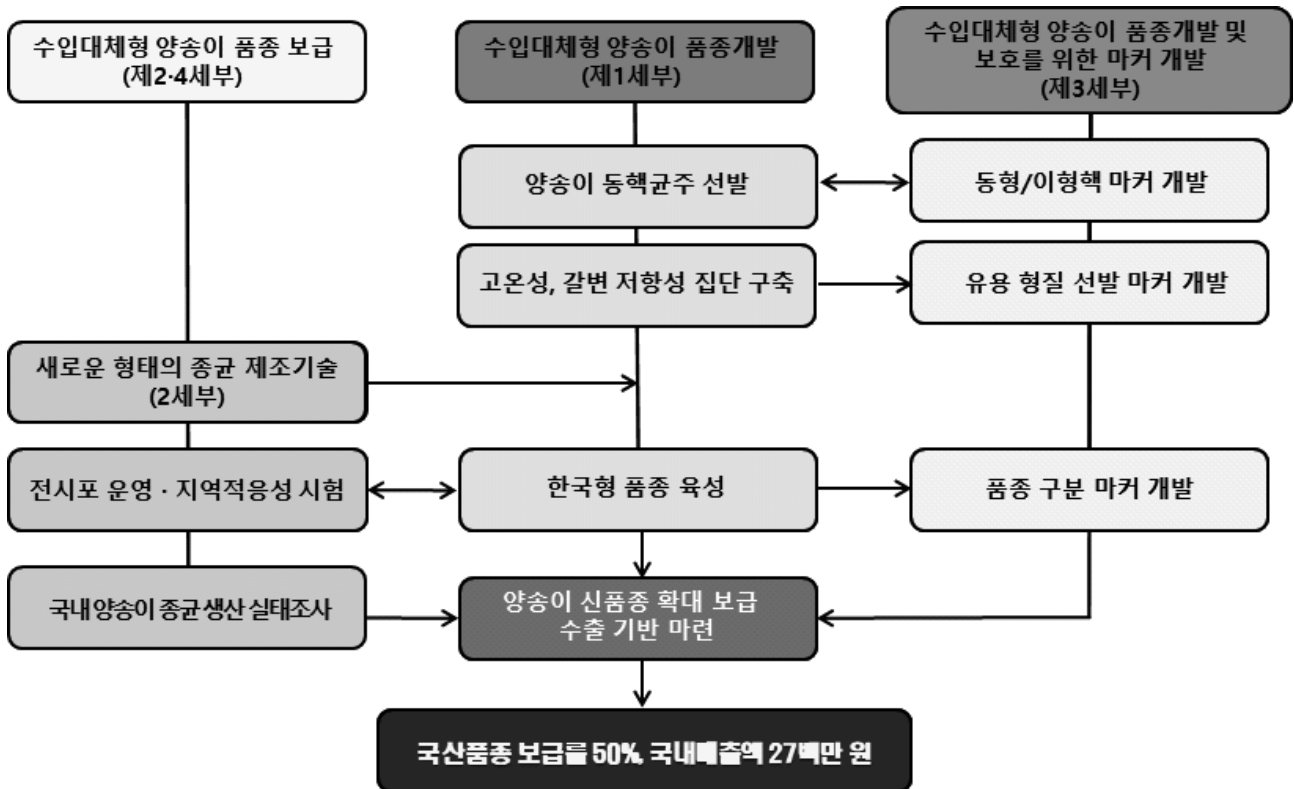
DESeq normalization 결과를 이용하여 비교 조합간의 DEG 분석을 수행하였다. 비교 조합(5°C, 20°C)간 log2 fold change 값의 절대값이 1 이상이면, 발현량이 2 배 이상 차이가 난다는 것을 의미하며, DESeq normalization 값 이용시 DEG 선별 기준은  $|\log_2 \text{fold change}| \geq 1$ , p-value  $< 0.05$  로 하였다. 15°C를 기준으로 up regulation 된 유전자는 278개였으며, down regulation.된 유전자는 291개로 나타났다.



<그림. 온도별 DEG 분석>

## 제 2 절 연구개발의 추진전략 · 방법 및 추진체계

본 연구의 목표인 수입대체형 양송이 품종개발 보급 프로젝트의 성과목표인 국산 품종 보급률 50%달성과 국내 매출액 27백만원을 달성하고자 1세부에서는 고온성, 갈변저항성 품종을 육성하고, 육성을 위한 유용형질 및 품종보호를 위한 품종 구분마커를 3세부에서 개발하였다. 또한 실질적인 보급향상을 위해 2세부에서는 양송이 재배 거점지역인 중부지역(충남)을 중심으로 4세부에서는 남부지역(경주)를 중심으로 전시포 및 실증시험을 진행하여 보급에 앞장섰다. 과제간 시험을 위한 재료를 공유하고 보급을 위한 품종선발 등을 협의하며 진행하여 효율적인 연구결과를 도출하였다.



### 제 3 절 연구개발 추진 일정

#### [제1세부]

구분(연도)	세부연구내용	월 단위 추진계획												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2017	고온성 품종개발을 위한 모본 선발 및 교잡주 특성 검정	■												
	갈변저항성 품종개발을 위한 수집 자원 특성 검정					■								
	개발 품종 국내 품종출원 (1단계 선발 계통)	■												
2018	고온성 교잡주(BCF1)의 우수 계통 선발	■												
	우수 계통 확대재배 및 실증재배						■							
	갈변저항성 동형핵균주 모본 구축 및 교잡주(F1) 개발	■												
	GSP 1단계에서 육성한 품종 재배시험	■												
2019	고온성 우량계통 현장실증					■								
	갈변저항성 동형핵균주 집단 및 교잡주 육성	■												
	품종등록을 위한 재배심사	■												
2020	갈변저항성 교잡주 자실체 특성평가		■					■				■		
	개발 품종 국내 품종출원	■												
2021	선발된 갈변저항성 우량계통재배 및 저장성 조사		■					■				■		
	개발 품종 국내 품종등록	■					■							



[제1세부 위탁]

구분(연도)	세부연구내용	월 단위 추진계획												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2018	국내 양송이품종의 시장분석	■												
	홍보 리플릿 제작	■												
2019	농가현황 및 국산품종 문제점 조사				■									
	유통 국산품종 종균의 인지도조사										■			
2020	품종 설명회 및 간담회 개최					■								
	국내 판매액 27백만원 달성									■				
2021	개발 신품종의 국내 시장의 확대	■												
	국내 판매액 27백만원 달성	■												

[제2세부]

구분(연도)	세부연구내용	월 단위 추진계획											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	육성 신품종 지역 적응성 검정 : 3개소 (중부2, 남부1)												
	육성 신품종 전시포설치 및 현장 평가회 : 3개소 (중부2, 남부1)												
	신품종 현장 품평회 : 2회(중부1, 남부1)												
	국내 양송이 종균 생산 실태조사												
2018	‘새한’ 등 신품종 지역 적응성 검정												
	‘새한’ 등 신품종 전시포 설치												
	‘새한’ 등 신품종 양송이 현장평가 및 품평회												
	국내 양송이 종균생산 실태조사												
	국외 양송이 종균 생산 선진 기술 벤치 마킹												
	양송이 액체종균 배양 조건 구명												
2019	‘새한’ 등 신품종 지역적응성 검정												
	‘새한’ 등 신품종 전시포 설치												
	‘새한’ 등 신품종 양송이 현장평가 및 품평회												
	양송이 액체종균 배양조건 구명												
	양송이 봉지종균 배양조건 구명												
2020	‘새한’ 등 신품종 지역 적응성 검정												
	‘새한’ 등 신품종 전시포 설치												
	‘새한’ 등 신품종 양송이 현장평가 및 품평회												
	양송이 신품종 종균 보급												
	링거병 종균 대체봉지종균 생산 기술 개발												
	양송이 액체종균 배양 조건 구명												

2021	‘새한’ 등 신품종 지역 적응성 검정																
	‘새한’ 등 신품종 전시포 설치																
	‘새한’ 등 신품종 양송이 현장평가 및 품평회																
	양송이 신품종 종균 보급																
	링거병 종균 대체봉지종균 생산 기술 개발																
	양송이 액체종균 배양 조건 구명																

[제2세부 위탁]

구분(연도)	세부연구내용	월 단위 추진계획															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
2017	양송이 신품종 전시포 : 1개소																
	국내 육성 품종 농가실증 : 1개소																
	신품종 현장품평회 : 1회																
	- 국산 양송이 품종 보급 : 50농가																
2018	‘새한’ 등 신품종 지역적응성 검증포																
	‘새한’ 등 신품종 비교 전시포 운영																
	‘새한’ 등 신품종 품평회 개최																

[제3세부]

구분(연도)	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2017	재료 준비			■	■									90,000
	NGS 이용 주요 균주의 유전체 정보 생산					■	■							
	유전체 정보 분석							■	■	■				
	유전체 정보 이용 SSR 마커 선발										■	■	■	
	SNP 변이 탐색										■	■		
2018	국내 보유 양송이 자원 이용 유전체 작성			■	■	■	■	■	■	■	■	■	90,000	
	SSR 마커 대량 개발	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	품종구분 최소 마커 set 선발									■	■			
	양송이 유전자원의 다양성 및 집단구조 분석									■	■	■		
2019	유전체 정보를 이용한 SNP 대량 생산			■	■	■	■						90,000	
	CAPs 마커 개발 및 보유자원의 군집 및 집단 구조 분석							■	■	■	■	■		
	갈변 관련 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산						■	■	■	■	■			
2020	국내외 양송이 품종 구분을 위한 최소 SSR 마커 set 선발		■	■	■	■	■	■	■	■			90,000	
	국내 품종 구분을 위한 CAPs 마커 개발					■	■	■	■	■	■			
	갈변 관련 처리 시간 별, 멜라닌 합성 관련 전사체 분석					■	■	■	■	■	■	■		
2021	GSP 개발 품종 구분 최소 CAPs 마커 set 선발			■	■	■	■						90,000	
	qRT-PCR을 이용한 갈변 관련 유전자 검증		■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	온도 별 전사체 정보 대량 생산						■	■	■	■	■	■		

[제4세부]

구분(연도)	세부연구내용	월 단위 추진계획											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	지역적응성 검정				■	■	■	■	■	■			
	전시포 운영/평가회 개최		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	신품종 종관 보급		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	자원 특성평가 및 계통육성		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2020	지역적응성 검정					■	■	■	■	■	■	■	■
	전시포 운영	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	신품종 시식회 및 홍보						■	■	■	■	■	■	■
2021	지역적응성 검정			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	전시포 운영					■	■	■	■	■	■	■	■
	홍보용 리후렛 제작						■	■	■	■	■	■	■

## 제 4 절 연구 성과

항목	성과지표	총		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
제품경쟁력 (20점)	논문 SCI	4	4	1	-	1	1	1	1	1	-		2
	논문 비SCI	10	11	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
권리 확보 (20점)	특허출원	3	5			1	1	1	2			1	2
	특허등록	2	2					1	1	1	1		
	품종출원	4	3	1	1	1	1			1	1	1	
	품종등록	3	2			1	-	1	-		2	1	
생산역량 (5점)	기술이전	5	14	1	1	1	7	1	1	1	2	1	3
유통경쟁력 (10점)	MOU체결	5	5	1	1	1	1	1	1	1	-	1	2
홍보역량 (10점)	홍보물 제작	8	10	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2
	국내외 전시포/시범포 개설·운영	36	45	3	3	3	3	10	13	10	13	10	13
	품종평가회/설명회 개최	10	12	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2
목표고객 (10점)	품종인지도	60	87.4	60	98	60	75	60	74	60	100	60	90
매출및수출 (25점)	국내매출액	27	29	1.35	13.68	27	184.2	54	32.96	13.5	37.73	27	29
계(100점)													

## 제 5 절 결론

본 연구의 목표인 수입대체형 양송이 품종개발 보급 프로젝트의 성과목표인 국산 품종 보급률 50%달성과 국내 매출액 27백만원을 달성하고자 1세부에서는 고온성, 갈변저항성 품종을 육성하기 위해 보유 균주 중 고온에서 균사배양 및 자실체 생육 우수한 모균주로 Mono-mono 교잡주를 육성하고 이를 현장실증 후 최종 우량계통을 선발하여 ‘하담’ 품종 육성하였다. 또한 갈변저항성의 유용형질을 측정할 수 있는 갈변유도장치 개발하여 야생균주 중에서 갈변저항성이 우수한 균주를 선발하여 교잡주 육성 및 우량계통 1점 선발하였고, 1단계에서 육성한 ‘도담’, ‘하리’ 품종의 출원 및 등록하여 최종적으로 품종출원 3건, 품종등록을 2건 달성하였다. 품종 보급을 위해 2세부에서는 양송이 재배 거점지역인 중부지역(충남)을 중심으로 4세부에서는 남부지역(경주)를 중심으로 전시포 및 실증포 45개소를 설치하고 시험을 진행하면서 품종설명회를 12회 개최 및 리후렛을 발간·배포하면서 보급에 앞장섰다. 이와 함께 관련 업체들과 업무협약을 5건 진행하여 최종적으로 국내 육성품종 보급률이 72.3%('20) 달성되었고, 개발품종이 모두 기술이전(14건) 되었으며 국내 매출액 29백만원의 성과를 거두었다. 육성을 위한 유용형질 및 품종보호를 위한 품종 구분마커를 개발하기 위해 3세부에서는 버섯과 보유자원에 대한 hybrid assembly 기술 이용 새로운 유전체 정보 확보하고 품종 보호를 위한 유전체 기반 최소 CAPs 마커 set 개발을 개발하였으며, 갈변 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보와 유전자 발현 분석 및 멜라닌 합성 관련 전사체 분석을 진행하였다. 또한 양송이 버섯 온도 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산하였다. 과제의 학술적인 내용들을 토대로 국외논문 4건, 국내논문 11건을 게재하였으며, 개발된 기술들을 특허출원 5건, 등록 2건을 수행하였다.

### 제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

[제1세부]

구분	세부연구목표	연구개발 달성도	관련분야의 기여도
1차년도	○ 고온성 품종개발을 위한 모본 선발 및 교잡주 특성 검정	- 원형질체분리로 우수 모본 선발 및 교잡주(F1) 육성 - 교잡주(F1) 고온재배로 특성평가	- 양송이 원형질체 분리기술을 이용한 모본 확보기술 확립
	○ 갈변저항성 품종개발을 위한 수집 자원 특성 검정	- 저장성(갈변저항성)관련 형질 특성평가 방법 구축 - 수집된 유전자원 특성평가를 통한 우수 자원 선발	- 양송이 저장성 관련 형질 특성평가 방법 구축으로 신 육종형질 측정방법 개발
	○ 개발 품종 국내 품종출원 (1단계 선발 계통)	- 여름양송이 신품종 출원 - 여름양송이 신품종등록을 위한 재배 시험 - 양송이 신품종 1점 육성	- 고온성 여름양송이 교잡 품종육성으로 기후변화 대비 양송이 생산의 안정화 가능
2차년도	○ 고온성 품종개발을 위한 동형핵균주집단 구축 및 교잡주 선발	- 교잡주(F1)의 동형핵 균주 집단 구축	- 고온성 품종개발을 위한 모본 및 교잡주 개발로 육종소재 구축
	○ 갈변저항성 형질의 모본 선발 및 교잡주 육성	- 원형질체분리로 우수 모본 선발 및 교잡주(F1) 육성 - 여름양송이 품종 등록	- 갈변저항성 우수 모본 개발로 육종소재 확보
	○ 개발 품종 국내 품종출원 및 등록	- GSP 1단계에서 육성한 신 품종 출원 - GSP 1단계에서 육성한 품종 등록을 위한 재배시험	- 신품종 ‘도담’품종 출원으로 국내 농가의 품종 선택권 확대
3차년도	○ 고온성 선발된 우량계통의 자실체 특성평가	- 교잡주의 양적 및 질적 특성 평가를 통한 우수 계통 선발 - 우수 계통 확대재배 및 실증 재배로 육성 계통 최종 선발	- 실증재배를 통해 국내 재배환경에 맞는 품종 개발
	○ 갈변저항성 동형핵균주 집단 구축	- 교잡주(F1)의 동형핵균주 집단 선발 및 갈변저항성 모본과의 교잡주(BCF1) 육성	- 갈변저항성 품종 개발을 위한 육종소재 확보
	○ 개발 품종 국내외 품종등록	- GSP 1단계에서 육성한 품종등록 - 양송이 신품종 1점 육성	- ‘도담’ 품종등록으로 육성자의 권리 확보 - ‘하담’의 품종 출원으로 최초 고온성 일반 양송이 품종 개발
4차년도	○ 갈변저항성 교잡주 자실체 특성평가	- 교잡주의 양적 및 질적 특성 평가를 통한 우수 계통 선발	- 갈변저항성 품종 개발을 위한 육종소재 확보
	○ 개발 품종 국내외 품종출원	- 양송이 신품종 출원 - 양송이 신품종 등록을 위한 재배 시험	- ‘하담’의 품종 출원으로 기술이전 가능
5차년도	○ 선발된 갈변저항성 우량계통 확대재배	- 우수 계통 확대재배 및 실증 재배로 육성 계통 최종 선발	- 반복재배로 육성품종의 재배의 안정성 확보
	○ 개발 품종 국내외 품종등록	- 양송이 신품종 재배시험 진행중	- ‘하담’의 품종의 육성자의 권리 확보



[제1세부 위탁]

구분	연구개발의 목표	연구개발 달성도	관련분야의 기여도
1차년도	○국내 양송이품종의 시장 분석	- 현장애로사항 수립 - 한국형 품종 적합성 의견 취합	- 시장분석으로 품종의 목표형질 설정에 기여
2차년도	○국내품종 농가 홍보 및 보급 확대	- 재배 농가를 위한 홍보 리플릿 제작 - 농가 재구매율 향상을 위한 지속적 모니터링 및 환류	- 지속적인 모니터링 결과분석으로 품종의 보급전략 수립 가능
3차년도	○우수 품종의 브랜드 개발 ○국내품종 보급 확대를 위한 홍보	- 국내 유통 국산품종 종균의 인지도 조사 - 품종 설명회 및 간담회 개최	- 품종의 인지도 및 설명회 등을 개최로 품종 보급 확산
4차년도	○ 개발 신품종의 국내 시장의 확대 ○ 국내 판매액 27백만원 달성	- 목표달성을 위한 적극적 홍보 및 마케팅	- 적극적인 홍보로 품종 보급 확산

[제2세부]

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 달성도	관련분야의 기여도
1차년 도 (2017)	○ 국내육성 신품종 농가실증 및 현장평가회 개최 보급률 향상	○육성 신품종 지역 적응성 검정 : 3개소 (중부2, 남부1) ○육성 신품종 전시포설치 및 현장평가회 : 3개소 (중부2, 남부1) ○신품종 현장 품평회 : 2회(중부1, 남부1) ○국내 양송이 종균 생산 실태조사	- 신품종 전시포 및 종균 보급을 통한 중부지역 양송이 재배지역 국산 종균 보급률 향상 - 신품종 품평회를 통한 소비자의 국산 양송이품종에 대한 관심 고조
	○ 국내외 국내육성품종 시장 확대를 위한 국내품종보급	○국산 양송이 품종 보급 - 중부지역 : 60농가 - 남부지역 : 50농가	
2차년 도 (2018)	○ 국내육성 신품종 농가실증 및 현장평가회 개최 보급률 향상	○육성 신품종 지역 적응성 검정 : 3개소 (중부2, 남부1) ○육성 신품종 전시포설치 및 현장평가회 : 3개소 (중부2, 남부1) ○신품종 현장 품평회 : 2회(중부1, 남부1) ○국내 양송이 종균 생산 실태조사	- 신품종 전시포 및 종균 보급을 통한 중부지역 양송이 재배지역 국산 종균 보급률 향상 - 신품종 품평회를 통한 소비자의 국산 양송이품종에 대한 관심 고조
	○ 국내외 국내육성품종 시장 확대를 위한 국내품종보급	○국산 양송이 품종 보급 - 중부지역 : 60농가 - 남부지역 : 50농가	
	○ 국내 양송이 종균 생산 실태 조사 ○ 국외 양송이 종균 생산 선진 기술 벤치마킹	○국내 양송이 종균생산 실태조사 - 양송이 종균종배양소 6개소 중균생산시설, 문제점 파악 ○국외 양송이 종균생산 선진 기술 벤치마킹(미국): 실반, 아미셀	- 국내 양송이 종균의 문제점 파악으로 대응방안 수립가능
3차년 도 (2019)	○국내육성 신품종 농가실증 및 현장평가회 개최 보급률 향상	○육성 신품종 지역 적응성 검정 - 3개소 ○육성 신품종 전시포 설치 3개소 ○ ‘새한’ 등 GSP개발 신품종 양송이 현장평가 및 품평회 2회	- 신품종 전시포 및 종균 보급을 통한 중부지역 양송이 재배지역 국산 종균 보급률 향상 - 신품종 품평회를 통한 소비자의 국산 양송이품종에 대한 관심 고조
	○국내외 국내육성품종 시장 확대를 위한 국내품종보급	○국산 양송이 품종 보급 : 51농가 - 종균 매출실적 : 17.28백만원	
	○종균수입 대체 종균 생산기술 개발	○링거병 종균 대체 필터부착PP봉지 종균 생산 기술 개발중	- 국내 양송이 종균 개선으로 국산품종 보급 확대

4차년 도 (2020)	○국내육성 신품종 농 가실증 및 현장평가회 개최 보급률 향상	○육성 신품종 지역 적응성 검정 - 3개소 ○육성 신품종 전시포 설치 3개소 ○ ‘새한’ 등 GSP개발 신품종 양송이 현장평가 및 품평회 2회	- 신품종 전시포 및 종균 보급을 통한 중부지역 양송이 재배지 역 국산 종균 보급률 향상 - 신품종 품평회를 통한 소비자의 국산 양송이품종에 대한 관심 고조
	○국내외 국내육성품 종 시장 확대를 위한 국내품종보급	○국산 양송이 품종 보급 : 60농가 - 종균 매출실적 : 18.36백만원	
	○종균수입 대체 종균 생산기술 개발	○양송이 액체종균 생산기술 개발	- 국내 양송이 종균 개선으로 국 산품종 보급 확대
5차년 도 (2021)	○국내육성 신품종 농 가실증 및 현장평가회 개최 보급률 향상	○육성 신품종 지역 적응성 검정 - 3개소 ○육성 신품종 전시포 설치 3개소 ○ ‘새한’ 등 GSP개발 신품종 양송이 현장평가 1회	- 신품종 전시포 및 종균 보급을 통한 중부지역 양송이 재배지 역 국산 종균 보급률 향상 - 신품종 품평회를 통한 소비자의 국산 양송이품종에 대한 관심 고조
	○국내외 국내육성품종 시장 확대를 위한 국내품종보급	○국산 양송이 품종 보급 : 60농가 - 신품종 특성 교육 및 현장 컨설팅	
	○종균수입 대체 종균 생산기술 개발	○링거병 종균 대체 필터부착PP봉지 종균 기술 개발	- 국내 양송이 종균 개선으로 국 산품종 보급 확대

[제3세부]

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 달성도	관련 분야의 기여도
1차년도 (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ NGS를 이용한 주요 자원의 유전체 비교</li> <li>○ 자원별 유전체정보를 이용한 SSR, SNP 후보 분자 마커 탐색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양송이 품종 개발에 이용된 6개 균주에 대하여 유전체 정보 비교</li> <li>- 6개 균주에 대한 유전체 정보를 이용하여 SSR 마커 선발</li> <li>- 6개 모균주 구분 SSR 마커 선발 및 SNP 변이 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양송이 품종 개발에 사용된 주요 균주에 대한 자원 주권 확보와 새롭게 개발될 품종에 대한 품종 보호 등의 연구기반을 확보함</li> </ul>
2차년도 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양송이버섯의 유전체 정보 고도화</li> <li>○ 탐색된 후보 마커에 대한 검증 및 품종 구분 마커 선발</li> <li>○ 양송이 유전자원에 대한 다양성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 버섯과 보유 자원에 대한 hybrid assembly 기술 이용 새로운 유전체 정보 확보</li> <li>- 다형성 SSR 마커 대량 개발 및 품종 구분 최소 마커 set 선발</li> <li>- 개발된 SSR 마커 이용 양송이 유전자원의 군집 및 집단구조 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 나고야의정서에 디지털 염기서열 정보도 포함하려는 움직임이 있어 본 연구를 통해 얻어진 국내 양송이 유전체 정보는 독립적인 유전체 기반 연구기반을 확보할 것임</li> <li>- 대량으로 개발된 SSR 마커는 다양한 형질 연관 마커 개발 등에 활용될 수 있는 연구기반을 마련함</li> <li>- 보유자원의 다양성 분석은 향후 효율적인 유전자원 확보에 활용될 것임</li> </ul>
3차년도 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전체 기반 SNP 마커 선발 및 효율적 분석 방법 탐색</li> <li>○ 갈변 형질 관련 후보 유전자 탐색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신규 유전체 정보와 품종 개발에 이용된 모균주의 유전체 비교를 통한 SNP 분석 및 CAPs 마커 개발</li> <li>- 갈변 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전체 기반 SNP를 이용한 형질 연관 마커 개발 등의 연구에 사용될 것이며, CAPs 마커 개발은 염기서열 분석을 통한 SNP 변이 탐색을 보다 효율적으로 분석할 수 있는 기반을 마련함</li> <li>- 유통과정 중 품질 유지에 중요한 갈변 저항성 품종 개발을 위한 기반을 확보함</li> </ul>
4차년도 (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 양송이버섯 품종 보호를 위한 분자 마커 선발</li> <li>○ 갈변 관련 전사체 정보 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 양송이 상업품종 구분을 위한 최소 마커 set 선발</li> <li>- 처리 시간 별 유전자 발현 분석 및 멜라닌 합성 관련 전사체 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최소한의 마커 set으로 효율적인 국내 품종의 자원 주권 확보에 기여할 것임</li> <li>- 갈변 관련 연구기반 확보를 통한 효율적인 저항성 품종 개발에 활용될 것임</li> </ul>
5차년도 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GSP 개발 품종 보호 분자 마커 개발</li> <li>○ 온도 관련 전사체 정보 대량 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전체 기반 최소 CAPs 마커 set 개발</li> <li>- 양송이버섯 온도 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GPS에서 개발된 품종의 효율적인 자원 주권 확보에 기여할 것임</li> <li>- 온도에 따른 양송이 재배 및 유통과정 중 품질 유지에 중요한 고온 저항성 품종 개발을 위한 기반을 확보함</li> </ul>

[제4세부]

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 달성도	관련 분야의 기여도
1차년도 (2019)	○신품종 종균보급 및 전시포 운영 ○유망계통 지역적응 시험 ○신품종 품평회 및 홍보	- 신품종 종균보급 : 20농가 - 전시포 운영 : 7개소 - 지역적응시험 : 2계통 - 신품종 품평회 및 홍보 : 1회	- 신품종 전시포 및 종균 보급을 통한 남부지역 양송이 재배지역 국산 종균 보급률 향상 - 신품종 품평회를 통한 소비자의 국산 양송이품종에 대한 관심 고조
2차년도 (2020)	○신품종 종균보급 및 전시포 운영 ○유망계통 지역적응 시험 ○시식회 및 홍보	- 신품종 종균보급 : 20농가 - 전시포 운영 : 7개소 - 지역적응시험 : 2개소 - 시식회 및 홍보 : 1회	- 신품종 보급 및 전시포 운영을 통한 국산 품종의 우수성 및 안정성 홍보 - 지역적응시험을 통한 국산 품종의 남부지역 적응성 확인 - 일반 소비자 대상 국산 품종의 시식과 홍보를 통한 국산품종 보급 확대 기여
3차년도 (2021)	○신품종 종균보급 및 전시포 운영 ○유망계통 지역적응 시험 ○홍보용 리후렛제작	- 신품종 종균보급 : 20농가 - 전시포 운영 : 7개소 - 지역적응시험 : 2개소 - 리후렛 제작 : 1회	- 신품종 보급과 전시포 운영으로 국산 양송이 품종의 국내 보급 안정화 - 품종특성 소개 리후렛 제작 보급으로 지역 실정에 맞는 양송이 품종 선택 폭 확대 및 국산품종 재배 독려

### 제 3 절 목표 미달성 시 원인 및 차후대책

본 프로젝트가 3년차에서 4세부과제가 추가되면서, 품종출원 성과가 1개 추가되었지만, 양송이 품종육성은 약 4년정도 소요되는 과정으로 3년만에 새로운 품종을 육성하기가 어려워 성과 도달이 어려웠으며, 품종등록의 경우는 국립종자원의 소관하는 사항으로 업무 진행 속도에 따라 후속성으로 추가 될 것이다. 품종 육성은 현재 4세부에서 진행 중이므로 후속 연구로 진행될 것이다.

항목	성과지표	총	
		목표	실적
제품경쟁력 (20점)	논문 SCI	4	4
	논문 비SCI	10	11
권리확보 (20점)	특허출원	3	5
	특허등록	2	2
	<b>품종출원</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
	<b>품종등록</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
생산역량 (5점)	기술이전	5	14
유통경쟁력 (10점)	MOU체결	5	5
홍보역량 (10점)	홍보물 제작	8	10
	국내외 전시포/시범포 개설·운영	36	45
	품종평가회/설명회 개최	10	12
목표고객 (10점)	품종인지도	60	87.4
매출및수출 (25점)	국내매출액	27	29
계(100점)			

## 제 4 장 연구결과의 활용 계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과 활용계획 및 기대효과
○ 고품질 양송이 ‘도담’ 품종 육성	- 지속적으로 종균업체에 기술이전하고 보급하여 국산 품종보급률을 50% 이상으로 확대
○ 여름양송이 ‘하리’ 품종 육성	
○ 고온성 양송이 ‘하담’ 품종 육성	
○ 갈변저항성 양송이 품종 육성	- 우량계통의 시범 유통 후 품질 특성 조사 추가로 우수 품종 육성
○ 갈변저항성 유용형질 측정방법	- 갈변저항성 형질을 품종 개발시 필수 유용형질로 선정하여 지속적으로 선발하는데 활용
○ 양송이 봉지종균 제조 방법	- 양송이 종균 개선으로 국산품종 보급 확대
○ 국내 보유 양송이버섯의 신규 유전체 작성	- 국내 양송이 버섯에 대한 독립적인 유전체 연구에 활용
○ 양송이버섯 갈변, 온도 관련 전사체 정보	- 갈변 저항성, 고온 적응형 품종 개발 연구에 활용
○ 양송이버섯 품종 구분을 위한 분자 마커	- 국가 기관, 버섯 육종가 등에 기술 제공

## 붙임. 참고문헌

- 농림축산식품부. 2020. 특용작물생산실적
- 강민구, 조우식, 김우현, 이숙희, 권순욱, 오연이, Min-Gu, K., Woo-Sik, J., Woo-Hyun, K., Suk-Hee, L., Soon-Wook, K., Youn Lee, O., 2016. 양송이버섯 수집균주의 다양한 형질 특성평가. 한국버섯학회지, 81.
- 신희란, 안혜진, 방준형, 김준제, 한세희, 이화용, 정종욱, Hye-Ran, S., Hyejin, A., Jun Hyoung, B., Jun Je, K., Seahee, H., Hwa-Yong, L., Jong-Wook, C., 2020. SSR 마커를 이용한 유럽 양송이 자원의 유전적 다양성 및 집 단구조분석. 한국버섯학회지, 323.
- 오연이, 오민지, 임지훈, 장갑열, Youn-Lee, O., Min Ji, O., Ji-Hoon, I., Kab-Yeul, J., 2020. 고온성 백색 양송이 신품종 ‘하담’ 육성. 한국버섯학회지, 214.
- Jibin Qu, Chenyang Huang, Jinxia Zhang. 2016. Genome-wide functional analysis of SSR for an edible mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Gene*. 575 : 524-530.
- Lee, B.-J., Lee, M.-A., Kim, Y.-G., Lee, K.-W., Lee, B.-E., Song, H.-Y., 2014. Varietal characteristics of new white button mushroom ‘Seolwon’ in *Agaricus bisporus*. 한국버섯학회지, 82.
- Anton S.M. Sonnenberg, Johan J. P. Baars, Wei Gao, Richard G.F. Visser. 2017. Developments in breeding of *Agaricus bisporus* var. *bisporus* : progress made and technical and legal hurdles to take. *Appl Microbiol Biotechnol*. 101:1819 - 1829
- Mahmudul Islam Nazrul, Bian YinBing. 2011. Differentiation of homokaryons and heterokaryons of *Agaricus bisporus* with inter-simple sequence repeat markers. *Microbiological Research*. 166 : 226-236.
- Marie Foulongne-Oriol, Cathy Spataro, Jean-Michel Savoie. 2009. Novel microsatellite markers suitable for genetic studies in the white button mushroom *Agaricus bisporus*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 84 : 1125 - 1135.
- Marie Foulongne-Oriol, Cathy Spataro, Vincent Cathalot, Sarah Monllor, Jean-Michel Savoie. 2010. An expanded genetic linkage map of an intervarietal *Agaricus bisporus* var. *bisporus* x *A. bisporus* var. *burnettii* hybrid based on AFLP, SSR and CAPS markers sheds light on the recombination behaviour of the species. *Fungal Genetics and Biology*. 47 : 226 - 236.
- Marie Foulongne-Oriol, Claude Murat, Raúl Castanera, Lucía Ramírez, Anton S.M. Sonnenberg. 2013. Genome-wide survey of repetitive DNA elements in the button mushroom *Agaricus bisporus*. *Fungal Genetics and Biology*. 55 : 6-21.
- Wei Gao, Amrah Weijn, Johan J.P. Baars, Jurriaan J. Mes, Richard G.F. Visser, Anton S.M. Sonnenberg. 2015. Quantitative trait locus mapping for bruising sensitivity and cap color of *Agaricus bisporus* (button mushrooms). *Fungal Genetics and Biology*. 77 : 69-81.
- Xiao Bin Liu, Bang Feng, Jing Li, Chen Yan, Zhu L. Yang. 2016. Genetic diversity and breeding history of Winter Mushroom (*Flammulina velutipes*) in China uncovered by genomic SSR markers. *Gene*. 591 : 227-235.
- Xiao Bin Liu<sup>1</sup>, Jing Li, Zhu L. Yang. 2018. Genetic diversity and structure of core collection of winter mushroom (*Flammulina velutipes*) developed by genomic SSR markers. *Hereditas*. 155 : 3.



## 연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 수입대체형 양송이 품종 개발 및 보급				
	(영문) Development and distribution of new variety to substitute imported one in button mushroom( <i>Agaricus bisporus</i> )				
프로젝트 연구기관	국립원예특작과학원		프로젝트연구 책임자	(소속) 국립원예특작과학원	
참여기업				(성명) 장갑열	
총연구개발비 (1,695,000천원)	계	1,695,000,000	총 연구 기간	2017. 1.~ 2021. 12.(5년)	
	정부출연 연구개발비	1,695,000,000	총 참 여 연구 원 수	총 인원	40
	기업부담금			내부인원	23
	연구기관부담금			외부인원	17

○ 연구개발 목표 및 성과

- 고온성 품종 및 갈변저항성 우량계통 육성으로 품종개발 : 품종 출원 3건, 품종등록 2건
- 품종 육성 기술 등 다양한 기술의 논문게재 : 비SCIE 8건
- 갈변저항성의 형질 측정을 위한 ‘버섯 갈변화 유도장치 개발’ : 특허출원 1건
- 국내 육성품종 보급률 72.3%('20) 달성 및 개발품종 100% 기술이전 14건, 국내 매출액 29백만원
  - 보급확산 위한 관련업체 업무협약 5건
  - 신품종 보급확대를 위한 전시포/시범포 개설·운영 : 45개소
  - 소비촉진을 위한 품종 설명회 및 홍보 : 12회
  - 홍보용 리후렛 제작 : 10회
- GSP 개발 품종 보호 분자 마커 개발 : 특허(출원 4건, 등록 2건)
- 갈변 관련 전사체 정보 고도화 및 온도 관련 전사체 정보 대량 확보 등 : 논문(SCIE 4건, 비SCIE 3건)

○ 연구내용 및 결과

- 보유 균주 중 고온에서 균사배양 및 자실체 생육 우수한 모균주로 Mono-mono 교잡주 육성
- 교잡주의 현장실증으로 최종 우량계통을 선발하여 ‘하담’ 품종 육성 및 기술이전
- 갈변저항성의 유용형질을 측정할 수 있는 갈변유도장치 개발
- 야생균주 중에서 갈변저항성이 우수한 균주를 선발하여 교잡주 육성 및 우량계통 1점 선발
- 1단계에서 육성한 ‘도담’, ‘하리’ 품종의 출원 및 등록
- 수입품종과 국산품종의 중부·남부지역 적응성 시험으로 국산품종의 우수성 확인
- 전시포 운영을 통한 국산 품종의 우수성과 안정성 홍보
- 품평회 및 시식회를 개최함으로 소비자의 인식변화를 통한 국산 품종의 소비 촉진효과 기대
- 국산 양송이 홍보 및 리후렛 제작으로 국내 자급을 향상 기여
- 6개 균주에 대한 유전체 정보를 이용하여 SSR 마커 및 SNP 변이 분석
- 버섯과 보유자원에 대한 hybrid assembly 기술 이용 새로운 유전체 정보 확보
- 다형성 SSR 마커 대량 개발 및 양송이 유전자원의 균집 및 집단구조 분석
- 신규 유전체 정보와 품종 개발에 이용된 모균주의 유전체 비교를 통한 SNP 분석 및 CAPs 마커 개발
- 갈변 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산
- 국내외 양송이 상업품종 구분을 위한 최소 마커 set 개발
- 처리 시간 별 유전자 발현 분석 및 멜라닌 합성 관련 전사체 분석
- 품종 보호를 위한 유전체 기반 최소 CAPs 마커 set 개발
- 양송이버섯 온도 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 본 과제에서 개발한 ‘하리’, ‘도담’, ‘하담’ 품종의 100% 기술이전 완료
- 갈변저항성 우량계통은 확대재배 후 품종으로 육성할 예정임
- 전시포/시점포 개설 및 운영한 결과를 품종 특성별로 정리하여 책자를 발간할 예정임
- 본 과제를 통해 진행한 업무협약을 지속적으로 유지하여 품종보급을 확산하고자 함
- 봉지를 이용한 국산 종균 방법을 현장에 적용한 후 기술을 보급할 예정임
- 남부지역에서는 추가로 ‘단석1호’의 베트남 수출을 지속적으로 추진하여 차년도 진행할 예정임
- 나고야의정서에 디지털 염기서열 정보도 포함하려는 움직임이 있어 본 연구를 통해 얻어진 국내 양송이 유전체 정보는 독립적인 유전체 기반 연구기반 구축이 가능
- 양송이버섯의 유통과정 중 품질 관리에 중요한 갈변 저항성 품종 개발 및 고온 적응형 품종개발 연구에 전사체 데이터 활용
- SSR, CAPs 마커는 형질 연관 마커 개발, 국내 개발 품종 보호 등에 활용될 수 있으며, 국가 기관, 버섯 육종가 등에 관련 기술을 제공할 것임

## 자체평가보고서

사업단명	GSP 원예중자사업단	과제번호	213007-05-5-CGJ00		
프로젝트명	수입대체형 양송이 품종 개발 및 보급				
프로젝트연구기관	국립원예특작과학원				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	장갑열			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	국립원예특작과학원	성명	장갑열
		기관(부서)	충청남도농업기술원 (작물연구과)	성명	김용균
		기관(부서)	충북대학교 (특용식물학과)	성명	정종욱
		기관(부서)	경북농업기술원 (농업환경연구과)	성명	김승한
연구기간	총기간	2017.1.1.~2021.12.31.	당해연도기간	2021.1.1.~ 2021.12.31.	
연구비(천원)	총규모	1,695,000천원	당해연도규모	375,000천원	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

- 당초계획 이상으로 진행       계획대로 진행       계획대로 진행되지 못함  
 계획대로 수행되지 않은 원인은?

대부분 계획대로 진행되었으며, 1세부의 품종등록이 국립종자원의 소관으로 과제 종료기간에 맞춰 등록 성과를 받지 못하였으나, 추후 등록이 완료될 것으로 판단되며, 4세부의 품종출원은 지속적으로 품종 육성중이어서 과제 종결 후 후속 성과로 달성될 것이다.

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

- 예상외 성과 얻음       어느 정도 얻음       얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		MO U체 결	평가 회개 최	국내 매출 액	국내외 전시포/시 범포 개설했 및 운영	기술 이전	홍보물 제작	품종 인지 도
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI							
최종목표	4	3	3	2	4	10	5	10	27	36	5	8	60
연구기간 내 달성실적	3	2	5	2	4	11	5	12	29	45	14	10	87.4
달성율(%)	75	67	167	100	100	110	100	120	108	125	280	125	141

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 고온성 품종 및 갈변저항성 우량계통 육성으로 품종개발 : 품종 출원 3건, 품종등록 2건
- 갈변저항성의 형질 측정을 위한 ‘버섯 갈변화 유도장치 개발’ : 특허출원 1건
- GSP 개발 품종 보호 분자 마커 개발 : 특허(출원 4건, 등록 2건)

3-2 과학적 성과

- 품종 육성 기술 등 다양한 기술의 논문게재 : 비SCIE 8건
- 갈변 관련 전사체 정보 고도화 및 온도 관련 전사체 정보 대량 확보 등 : 논문(SCIE 4건, 비SCIE 3건)

3-3 경제적 성과

- 국내 육성품종 보급률 72.3%('20) 달성 및 개발품종 100% 기술이전 14건, 국내 매출액 29백만원

3-4 사회적 성과

- 소비촉진을 위한 품종 설명회 및 홍보 : 12회
- 홍보용 리후렛 제작 : 10회

3-5 인프라 성과

- 보급확산 위한 관련업체 업무협약 5건
- 신품종 보급확대를 위한 전시포/시범포 개설·운영 : 45개소

4. 연구과정 및 성과가 농림어업기술의 발전·진보에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음                       현재로서 불투명함                       그렇지 않음

5. 경제적인 측면에서 종자산업의 수출증대와 수입대체에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음                       현재로서 불투명함                       그렇지 않음

6. 얻어진 성과와 발표상황

6-1 경제적 효과

- 기술료 등 수익                      수 익 : 9,819천원
- 기업 등에의 기술이전              기업명 : 한마음영농조합법인 등 14건
- 기술지도 등                      기업명 : 부여 등 농가 15건

6-2 산업·지식재산권 등

- 국내출원/등록                      출원 5건, 등록 2건

6-3 논문게재·발표 등

- 국내 학술지 게재                      11건
- 해외 학술지 게재                      4건

6-4 인력양성효과

■ 기 타 2명

6-5 수상 등

■ 있다 상 명칭 및 일시 : 2020년 대한민국 품종 우수상 장관상 '새한' 품

6-6 마스크 등의 PR

■ 있다 31 건

7. 연구개발 착수 이후 국내 다른 기관에서 유사한 기술이 개발되거나 또는 기술 도입함으로 연구의 필요성을 감소시킨 경우가 있습니까?

■ 없다 □ 약간 감소되었다 □ 크게 감소되었다

8. 관련된 기술의 발전속도나 추세를 감안할 때 연구계획을 조정할 필요가 있다고 생각하십니까?

■ 없다 □ 약간 조정필요 □ 전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

없음

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	국립원예특작과학원	농업연구관	장 갑 열 (인)

## 연구성과 활용계획서 (2017~2021)

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	버섯	
프로젝트명	수입대체형 양송이 품종 개발 및 보급			
프로젝트 연구기관	국립원예특작과학원	프로젝트연구책임자		
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,695,000,000			1,695,000,000
연구개발기간	2017.1.1. ~ 2021.12.31.			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(                      ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:                      )			

## 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 고온성 품종 육성	- 고온성 품종 ‘하담’을 육성하여 품종출원하고 기술이전함
② 갈변저항성 품종 육성	- 갈변저항성 형질측정방법을 개발하여 특허출원하고 이를 이용하여 갈변저항성 우량계통을 육성 및 선발함
③ 1단계 육성 품종의 출원 및 등록	- 1단계에서 육성한 ‘도담’, ‘하리’ 품종의 출원 및 등록완료
④ 신품종 양송이 중·남부지역 적응시험	- 국산 신품종의 남부지역 적응시험을 통한 국산 양송이의 보급 안정화
⑤ 전시포 운영 및 종균보급	- 전시포 45개소, 종균 보급을 통한 국산 품종 보급률 72.3%('20) 달성
⑥ 품종설명회 및 홍보	- 소비자 대상 국산 품종의 우수성 홍보를 통한 소비 촉진으로 국산 품종 선택기회 확대
⑦ 국산종균의 봉지종균 방법 개발	- 국산 종균의 품질 및 제조과정 개선
⑧ 양송이버섯의 유전체기반 마련 및 분자 마커 탐색	- 양송이 품종 개발에 이용된 6개 균주에 대하여 유전체 정보 비교 - 6개 균주에 대한 유전체 정보를 이용하여 SSR 마커 및 SNP 변이 분석
⑨ 국내 보유 양송이버섯에 대한 신규 유전체 작성, SSR 마커 대량 개발, 다양성 분석	- 버섯과 보유자원에 대한 hybrid assembly 기술 이용 새로운 유전체 정보 확보 - 다형성 SSR 마커 대량 개발 및 양송이 유전자원의 군집 및 집단구조 분석
⑩ 유전체 기반 SNP 마커 선발 및 효율적 분석 방법 탐색 및 갈변 형질 관련 후보 유전자 탐색	- 신규 유전체 정보와 품종 개발에 이용된 모균주의 유전체 비교를 통한 SNP 분석 및 CAPs 마커 개발 - 갈변 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산
⑪ 국내 양송이버섯 품종 보호를 위한 분자 마커 선발 및 갈변 관련 전사체 정보 고도화	- 국내외 양송이 상업품종 구분을 위한 최소 마커 set 개발 - 처리 시간 별 유전자 발현 분석 및 멜라닌 합성 관련 전사체 분석
⑫ GSP 개발 품종 보호 분자 마커 개발 및 온도 관련 전사체 정보 대량 확보	- 품종 보호를 위한 유전체 기반 최소 CAPs 마커 set 개발 - 양송이버섯 온도 관련 유전자 탐색을 위하여 전사체 분석을 통한 유전자 정보 생산

### 3. 연구비 집행실적 (2017~2021)

구분	세부프로젝트명	금액	계획금액	사용액	잔액	비고
수입대체형 양송이 품종 개발 및 보급	(1세부) 수입대체형 양송이 품종개발		495,000,000	488,006,390	6,993,610	
	(1위탁) 수입대체형 양송이 품종 국내 시장 확대		80,000,000	80,000,000	0	
	(2세부) 수입 대체형 양송이 신품종 보급		450,000,000	447,716,380	2,283,620	
	(3세부) 수입대체형 양송이 품종개발 및 보호를 위한 마커 개발		450,000,000	450,000,000	0	
	(4세부) 남부지역 양송이 현지 적응성 시험 및 시교사업		220,000,000	209,552,266	10,447,734	
총계			1,695,000,000	1,675,275,036	19,724,964	

### 4. 연구목표 대비 성과

성과지표구분	단위	최종			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			5차년도		
		실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률
제품경쟁력	논문 SCI	4	4	100	1			1	1	100	1	1	100	1			2		
	논문 비SCI	10	11	1100	2	2	100	3	2	110	2	2	100	2	2	100	2	2	100
	품종 지역 적응성 검정																		
	유전자원수집																		
	계통선발																		
	저장성검증																		
	마커분석																		
	분자마커서비스																		
	RT-PCR 바이러스 검정																		
권리보호	품종출원	4	3	75	1	1	100	1	1	100				1	1	100		1	
	품종등록	2	3	67					1			1		2	1	200			
	특허출원	5	3	167				1	1	100	2	1	200				2	1	200
	특허등록	2	2	100							1	1	100	1	1	100			
생산량강화	종자생산수량	kg																	
	국내외	개																	



	생산기지 구축	소																				
	인력양성	건																				
	중간모본육성																					
	종자발아력검정																					
	기술이전		14	5	280	1	1	100	7	1	700	1	1	100	2	1	200	3	1	300		
	생산량검정																					
	종구보급		만구																			
	무병묘품종수(원원종)	건																				
유경력강화	품종생산 판매신고	건																				
	유통채널구축																					
	MOU체결		5	5	100	1	1	100	1	1	100	1	1	100		1		2	1	200		
홍역강화	국내외 전시포/시범포 개설	개소	45	36	125	3	3	100	3	3	100	13	10	130	13	10	130	13	10	130		
	국내외 전시포/시범포 운영	건																				
	홍보물 제작		10	8	125	3	2	150	2	2	100	3	2	150	2	2	100	2	2	100		
	품종평가회/설명회 개최		12	10	120	2	1	200	2	2	100	2	2	100	2	1	200	2	2	100		
목표고객	판매국가	건																				
	판매국가(누적)																					
	해외 판매																					
	국내판매업체																					
	국내판매업체(누적)																					
	판매업체																					
	판매업체(누적)																					
	품종인지도		점수	87.4	60	141	98	60	163	75	60	125	74	60	123	100	60	167	90	60	150	
	무병묘보급율	%																				
매출및수출	국내매출액	백만원	29.139	27	108	13.68	1.35	1007	33.18	2.7	1229	32.96	5.4	610	43.59	13.5	323	29.139	27	108		

종자수출액	만불																		
-------	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	고품질 양송이 ‘도담’ 품종 육성
②	여름양송이 ‘하리’ 품종 육성
③	고온성 양송이 ‘하담’ 품종 육성
④	갈변저항성 유용형질 측정방법
⑤	갈변저항성 우량계통
⑥	양송이 봉지종균 제조 방법
⑦	국내 보유 양송이버섯의 신규 유전체 작성
⑧	양송이버섯 갈변, 온도 과련 전사체 정보
⑨	양송이버섯 품종 구분을 위한 분자 마커

6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v	v		
②의 기술		v				v	v	v		
③의 기술	v	v				v	v	v		
④의 기술		v				v				
⑤의 기술		v				v	v	v		
⑥의 기술				v						
⑦의 기술		v								v
⑧의 기술		v								v
⑨의 기술		v				v				

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	고품질 양송이 '도담' 품종의 보급 확산으로 품종의 국산화 증대
②의 기술	여름양송이 '하리' 품종의 보급 확산으로 기후변화 대응
③의 기술	고온성 양송이 '하담' 품종의 보급 확산으로 기후변화 대응 및 국산품종 점유율 증대
④의 기술	갈변저항성 유용형질 측정방법으로 우량계통 선발
⑤의 기술	우량계통의 시범 유통 후 품질 특성 조사 추가로 우수 품종 육성
⑥의 기술	양송이 봉지종균 제조 방법 개발로 국산종균을 개량하여 국산품종 보급 확대
⑦의 기술	국내 양송이 버섯에 대한 독립적인 유전체 연구에 활용
⑧의 기술	갈변 저항성, 고온 적응형 품종개발 연구에 활용
⑨의 기술	국가 기관, 버섯 육종가 등에 기술 제공

8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 카	유전자원		국내 매출액	중자 수출액	기술 이전	마케팅 전략 사업 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표			3	2	3	4								
연구기간 내 달성실적			4	2	4	3								2
연구종료 후 성과창출 계획		1		2										1

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술 명	갈변저항성 우량계통의 기술이전		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	3,000 천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간	1년	실용화예상시기	'21년 하반기
기술이전 시 선행조건	우량계통의 품종 출원		