

어젠다코드	4-2-3		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	S02	작목구분코드	IC170103
과제종류	농업공동연구		세부사업(약어)	신품종 이용	
과제명	버섯 로열티 대응 유망 재배버섯류의 국산품종 지역보급체계 구축				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	장갑열		농업연구관	원예특작과학원	
연구기간	2014 ~ 2018		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 산느타리버섯 품종육성 및 앞새버섯 생산효율 증대에 의한 지역보급체계 구축			환경농업연구과	이재홍	'14~'18
색인용어	산느타리, 앞새버섯, 품종육성, 지역보급				

## ABSTRACT

This study was conducted to construct local supply system by breeding of *Pleurotus pulmonarius* and increasing the production efficiency of *Grifola frondosa*.

Genetic relationship analyzed with 25 primers which PCR reaction was good at the collected 21 isolates of *P. pulmonarius*. They were classified by two groups with similarity coefficient 0.37. All of *P. pulmonarius* cultivars belonged to group 2. New cultivar 'Hwasan' presented high similarity coefficient to parental strains, and that of 'Hosan' and 'Kangsan' cultivar was very high owing to share crossing parents, and that of two strains from China was high, too. In the first breeding of *Pleurotus pulmonarius*, 'Jasan' cultivar was bred by mating 'Whasan' cultivar made by GARES and 'Sambok' cultivar received from RDA. And 'Yakseon' was bred by mating 'Jasan' cultivar and GWM60188 strain collected from China.

Experiments on developing high quality production techniques of *Grifola frondosa* have been carried out. We have developed bottle cultivation techniques using perforated bottle caps. Using this technique, mushrooms of uniform quality and high yield could be produced. As a development of high quality plastic bag cultivation techniques of *Grifola frondosa*, favorable substrate formulation(oakwood sawdust 85%+, wheat bran 15%) was determined, and selection of nutrient source 'brewers dried grain' and its appropriate addition rate were investigated. As a investigation of optimum growth environment of *Grifola frondosa*, optimum relative humidity was 95%, and the effect of LED and changed temperature conditions was unclear. Appropriate plastic bag cutting method for induction of primordia formation was - type cutting, and cultivation using

plastic bag with filter was better than cultivation using screw cap. We have developed a plastic bag cultivation techniques reusing postharvest substrate and investigated appropriated addition rate of oakwood sawdust, nutrient source and postharvest substrate. Landfill cultivation techniques of incubated bag media and oak wood was developed. In case of incubated bag landfill, yields of Yipseilho was 634g/3kg bag. Incase of log cultivation, yields of Yipseilho and Dabak for 5 years were almost 50kg/m<sup>2</sup>. When the length of the log was 20cm, the yield was better than 15cm.

## 1. 연구목표

산느타리버섯은 느타리버섯(*P. ostreatus*)에 비하여 맛이 우수하고 대의 경도가 높고 저장성이 우수할 뿐만 아니라, pulmunaran이라는 항암 활성물질을 가지고 있으며, 산느타리버섯 추출물은 정상 및 당뇨쥐에서 항당뇨활성을 보였다. 일본에서 산느타리버섯 3품종이 개발되어 있고 ([www.upov.int/variety](http://www.upov.int/variety) database), 유럽, 북미, 호주 등에서 재배가 활성화 되어 있다. 산느타리 국내육성품종은 호산, 강산, 향산 등 3품종으로서 다발성이 약하고 수량이 낮은 특성을 보이고 있어 발이가 균일하고 수량성이 우수한 품종의 육성과 농가보급을 통해 내수뿐만 아니라 수출을 위한 품목으로의 육성 또한 필요하다.

잎새버섯(*Grifola frondosa*)은 가을에 졸참나무와 물푸레나무에 발생하는 부생균으로 식용가능하며 한국, 일본 등에 분포하고, 항암, 항에이즈, 항당뇨, 혈압 및 콜레스테롤 조절 등의 효능이 있으며, 일본에서는 표고, 팽이, 만가닥 다음 네 번째로 생산량이 많은 버섯이다. 또한 잎새버섯은 식약용 겸용 버섯으로 일본, 중국에서는 대량으로 재배되고 있으며, 품종육성 및 재배기술 연구도 많이 이루어져 잎새버섯 생산체계가 안정화 되어 있다. 그러나 국내에서는 품종뿐만 아니라 재배기술 또한 개발 단계로서 농가에 대한 기술보급이 미흡하고, 병·붕지·원목재배 등 다양한 재배방법의 개발 및 보급체계 구축이 필요하다.

본 연구에서는 발이가 균일하고 수량성이 우수한 산느타리버섯 품종의 육성과 기능성이 우수한 잎새버섯에 대해서 병·붕지·원목재배 등 다양한 재배방법별 고품질 재배기술을 개발하였다.

## 2. 재료 및 방법

### (시험 1) 산느타리버섯 수집계통 유연관계 분석('14)

맛과 향이 우수한 산느타리버섯 품종 육성을 위하여 다양한 경로를 통하여 유전자원을 수집하였고(표 1), 수집균주들에 대한 유연관계 분석을 실시하였다.

표 1. 산느타리버섯 수집계통 목록

번호	계통번호	버섯이름(수집장소)	수집경로	수집시기
1	GWM20107	산느타리(백담사)	강원대	2005년
2	GWM40112	산느타리	춘천	2005년
3	GWM20139	산느타리	춘천	2005년

번호	계통번호	버섯이름(수집장소)	수집경로	수집시기
4	GWM20140	산느타리	인천대	2006년 02월
5	GWM20141	산느타리	농진청	2006년 02월
6	GWM20143	산느타리	"	2006년 02월
7	GWM20144	산느타리	"	2006년 02월
8	GWM20145	산느타리	"	2006년 02월
9	GWM20148	산느타리(봉미고, 중국)	경기 버섯연구소	2006년 02월
10	GWM20149	산느타리(용해, 중국)	"	2006년 02월
11	GWM10161	산느타리(호산)	자체육종	2007년 12월
12	GWM10164	산느타리(강산)	"	2008년 08월
13	GWM20176	산느타리(마니산) 1	인천대	2012년 09월
14	GWM20177	산느타리(덕유산) 1	"	2012년 09월
15	GWM20178	산느타리(마니산) 2	"	2012년 09월
16	GWM20179	산느타리(덕유산) 2	"	2012년 09월
17	GWM10180	산느타리(향산)	자체육종	2010년 10월
18	GWM10182	산느타리(화산)	"	2013년 11월
19	GWM20169	여름느타리2호	원예버섯과	2010년 03월
20	GWM20170	여름느타리2호	원예버섯과	2010년 03월
21	GWM20172	삼복	원예버섯과	2010년 03월

#### ○ Genomic DNA 추출

균사가 잘 성장한 페트리접시(87×15mm)에서 표면을 긁어 시료 약 200mg을 채취하였다. 이를 2ml 튜브에 옮긴 후 Tissue Lyser II(Qiagen Co.)를 이용하여 마쇄한 후 Raz와 Ecker (1997)의 방법을 이용하여 DNA를 추출하였다. 추출한 DNA는 UV-VIS(Nanodrop, Thermo Scientific Co.)을 이용하여 20ng/μl 농도로 정량한 후 분석에 이용하였다.

#### ○ RAPD 및 전기영동

산느타리버섯 수집균주의 RAPD 분석을 위하여 28개의 프라이머를 이용하였다(Table 3). Williams 등(1990)의 방법으로 RAPD를 수행하였으며, 반응조건은 10ng의 template DNA, 200nM의 임의 primer, 각각 100μM의 dATP, dTTP, dGTP, dCTP, 1×Taq polymerase buffer (10mM Tris-HCl, pH 8.3, 50mM KCl, 1.5mM MgCl<sub>2</sub>, 0.001% gelatin)와 0.8unit의 Taq DNA polymerase (Bioneer Co. Korea)를 포함한 25μL의 반응액으로 하였다. 증폭은 94℃에서 3분간 주형 DNA를 변성시킨 후, 94℃에서 1분간 변성, 37℃에서 1분간 primer annealing, 72℃에서 2분간 합성(extension)과정을 45회 반복하였다. 사용한 프라이머는 표 2와 같고, PCR 산물은 1.5% agarose gel에 전기영동한 후(4V/cm), Ethidium Bromide(0.5 g/ml)로 염색한 다음 UV상에서 촬영하였다(Hoefler Co. USA).

표 2. 유연관계 분석 RAPD primer

Primer name	DNA sequences	Primer name	DNA sequences
A-01	CAGGCCCTTC	A-15	TTCCGAACCC
A-02	TGCCGAGCTG	A-16	AGCCAGCGAA
A-03	AGTCAGCCAC	A-17	GACCGCTTGT
A-04	AATCGGGCTG	A-18	AGGTGACCGT
A-05	AGGGGTCCTG	A-19	CAAACGTCGG
A-06	GGTCCCTGAC	A-20	GTTGCGATCC
A-07	GAAACGGGTG	A-21	GTTTCGCTCC
A-08	GTGACGTAGG	A-22	TGATCCCTGG
A-09	GGGTAACGCC	A-23	CATCCCCCTG
A-10	GTGATCGCAG	A-24	GGACTGGAGT
A-11	CAATCGCCGT	A-25	TGCGCCCTTC
A-12	TGCGCGATAG	A-26	TGCTCTGCC
A-13	CAGCACCCAC	A-27	GGTGACGCAG
A-14	TCTGTGCTGG	A-28	GTCCACACGG

○ 품종내 변이 및 품종간 유사도 분석

28개의 프라이머를 이용하여 균주별로 증폭된 밴드를 조사하였고, 이중 PCR반응이 좋고 다형성이 풍부한 25개 프라이머를 선발하였다. 선발한 프라이머를 이용하여 증폭된 176개 다형성밴드를 유무에 따라 0과 1로 조사한 후 이 조사자료를 이용하여 Nei와 Li(1979)의 방법으로 품종간 유사도를 산출하였다. 균주간 유사도의 계산 및 유연관계분석은 MVSP(ver 3.13p, Kovach Computing Service)프로그램을 이용하였다.

(시험 2) 산느타리버섯 품종육성

국내외 수집계통을 교배모본으로 이용하여 발이가 균일하고 수량성이 우수한 품종을 육성하기 위한 시험을 수행하였다.

○ 교배모본

교배모본의 균주는 15ml의 PDA배지를 페트리접시(87×15mm)에 무균상태에서 분주한 평판배지에 보존균을 접종하여 10일간 배양한 후 내경 6mm인 cork-borer로 균을 떼어내어 접종원으로 사용하였다. 2014년에는 호산×화산, 2015년과 2016년에는 육성품종(호산, 자산)×호산변이종, 2017년에는 육성품종(호산, 자산)×국외수집종(17)을 교배모본으로 이용하였다.

○ 포자채취 및 단포자 분리

교배모본을 톱밥배지에서 생육시킨 후 신선한 갓을 채취한 다음 갓의 중심부에 철사를 꽂아서 칼때기의 꼭짓점을 통과시켜 연결한 후 철사가 칼때기에서 분리되지 않도록 고정된 다음 갓의 주름살 부분이 열린 페트리접시의 바닥을 향하게 하여 하룻밤 청결한 곳에서 보관함으로써 포자를 채취하였다. 흰색의 가루가 보이는 페트리접시 내에 준비한 살균수를 10ml 정도 첨가하고 잘 섞어준 후

9ml의 살균수가 들어있는 시험관에 포자현탁액 1ml를 옮기면서 차례로 희석하였고, 2차 희석액과 3차 희석액을 이용하여 PDA 평판배지위에 도말하였으며, 5-7일 경과 후 반투명 또는 흰색의 콜로니가 독립적으로 형성된 것을 채취하여 다시 PDA 평판배지에 이식하였다. 이식한 후 현미경 검경(400X)을 통하여 꺾쇄연결체(Clamp connection) 형성 유무를 확인하였고, 꺾쇄연결체 형성이 없는 균주만을 선발하여 교잡을 위한 균주로 이용하였으며, 단포자 분리균주는 교배모본 당 20개를 분리하여 시험관배지에 보존하면서 이용하였다.

○ 교잡 및 우량계통 선발

교배모본 당 20개씩 단포자 분리를 하였고, 이중 균총의 형태가 상이한 10개의 단포자 분리균주를 선발하여 교잡에 이용하였고, 각각 100조합으로 하였다. PDA 평판배지 위에 두 교배모본의 단포자 분리균주를 2cm 정도 떨어지게 대치배양 하였고, 7일 정도 경과 후 두 균이 만나 대치선을 형성하게 될 때 현미경을 이용하여 꺾쇄연결체가 형성된 것을 교잡된 것으로 판정하였다(그림 1).

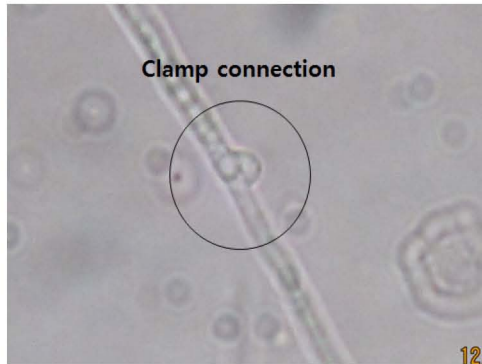


그림 1. 산드타리버섯 단포자 교배시 꺾쇄연결체(Clamp connection)

교잡이 확인된 균주는 PDA배지와 시험관칼럼배지를 이용하여 25℃ 항온기에서 균사생장속도를 조사하였고, 성장속도가 빠르고 균사의 밀도가 치밀한 계통을 선발하였다. 선발된 계통들은 종균 제조를 위하여 부피비로서 미루나무톱밥 80%, 미강 20%가 혼합된 톱밥배지에 접종하여 이를 종균으로 이용하였다. 종균 배양이 완료되면 생육배지는 부피비(V/V)로 미루나무톱밥 10%, 면실피 50%, 면실박 20%, 비트펄프 20%를 혼합하여 제조하였고, 1,100ml 병에 입병, 고압살균 후 선발계통의 종균을 접종하였다. 생육배지의 배양은 22±1℃의 배양실에서 암조건 하에서 환기를 충분히 하면서 배양하였고, 배양이 완료되면 암조건에서 5일 정도 후숙을 시키고 균굽기를 실시한 뒤 생육실에 입상하였다. 입상 후 발이상태, 자실체의 형태, 색깔, 수량 등을 조사하였다.

○ 육성품종 특성검정

특성조사를 위한 재배시험은 정상적인 버섯의 생육이 가능한 조건하에서 2작기 이상 실시하였고, 구별성 및 안정성 평가를 위해 충분한 개체수를 조사하였으며, 품종 분류를 위해 대선행성 유무, 자실체의 발생형, 갓의 색 등을 조사하였다. 종자산업법 제26조 제1항 제8호에서 정한 “품종의 특성설명”으로서 “특성별 조사기준 및 방법”에 의해 조사를 실시한 후 “품종 특성표”와 “품종 특성기술서”를 작성하였다.

### (시험 3) 구멍뚫린 마개이용 잎새버섯 병재배 기술 개발

생육배지는 참나무 톱밥과 밀기울을 부피비 85:15로 혼합하여 이용하였고, 배지의 함수율은 62~64%로 조절하여 배합하고 병당 배지 충전량은 1,100cc 병에 650~750g이 되도록 조절하여 입병하였다. 특히 입병에서 다지기의 깊이는 상층부에서부터 7~8mm가 되도록 입병 기계의 다지기 부분을 조절하였다. 입병 후 고압멸균은 121℃에서 100분간 실시하였고, 멸균처리 후에는 배지 온도가 20℃ 이하가 되도록 냉각한 후 10g 정도의 종균을 접종하였다. 배양은 20~23℃, 암흑조건에서 약 27~30일간 지표면 전체가 진한 흰색으로 되는 시점에 곧바로 발이 단계로 관리하였다. 배양이 완료되면 생육실에서 구멍이 뚫린 병마개로 대체하여 입상하였고, 처리는 균굽기를 실시한 것과 하지 않은 것을 나누어 수행하였으며, 자실체의 생육 및 수량특성을 조사하였다.

### (시험 4) 잎새버섯 봉지재배 최적 배지 개발

#### ○ 종균 및 접종원

본 시험에 사용된 균주는 수집계통인 GWM60699와 GWM606100으로 PDA(potato dextrose agar) 배지에서 증식시키면서 톱밥종균 접종원으로 사용하였다. 톱밥종균의 조성은 부피비로서 참나무 톱밥 85%와 미강 15%를 혼합 후 수분을 62% 내외로 조정하였다. 살균은 121℃에서 90분간 실시하였고, 접종원을 첨가한 뒤에 온도 22℃, 습도 70%의 배양실에서 30일 정도 경과하면 배양이 완료되었으며, 이것을 톱밥종균으로 이용하였다.

#### ○ 배지제조 및 접종

밀기울 첨가율(V/V): 봉지재배에 적합한 생육배지를 선발하기 위하여 영양원으로 밀기울 첨가율을 10, 15, 20%로 하여 혼합배지를 조성하였고, 수분함량을  $62 \pm 1\%$ 로 조절하였으며, 수분조절된 배지는 내열성 P.P봉지에 1kg씩 충전한 후 가볍게 다져서 입봉하였고, 고압살균기를 이용하여 121℃에서 90분간 멸균을 실시하였다. 멸균된 배지는 20℃이하로 냉각 후 톱밥종균을 봉지당 10g씩 접종하였다.

포도당 및 구연산 첨가효과: 참나무톱밥 85%와 밀기울 15%를 혼합하고, 여기에 포도당과 구연산을 각각 0, 0.1, 0.2, 0.4% 첨가하여 생육배지로 이용하였다.

#### ○ 배양 및 생육관리

종균접종이 완료된 배지는 배양실로 옮겨 온도 22℃, 습도 70%, CO<sub>2</sub> 농도 3,000ppm 이하로 유지하면서 배양하였다. 배지 표면을 육안으로 판단하여 배양이 완료되고 균사축적이 진행된 배지는 생육실로 옮기고, 3일후 봉지 어깨부위를 C모양으로 절개하여 원기형성을 유도하였다. 생육실은 온도  $17 \pm 1\%$ , 습도 95%, CO<sub>2</sub> 농도 900ppm 이하로 유지하였고, 버섯이 발생하여 약 2주 정도 경과하면 버섯은 다발로 자라 황갈색을 띠며 갓의 전개가 전체적으로 이루어졌을 때 수확하여 생육조사를 실시하였다.

### (시험 5) 잎새버섯 봉지재배시 영양원 선발

본 시험에 사용된 균주는 2014년도 강원도농업기술원에서 육성한 테미 품종으로 PDA(potato dextrose agar) 배지에서 증식시키면서 톱밥종균 접종원으로 사용하였다. 봉지재배에 적합한 영양원을 선발

하기 위하여 영양원으로 밀기울, 건비지, 맥주박을 표 3과 같이 부피비로 혼합하였고, 봉지배지는 1kg로 충전하여 시험을 실시하였다.

표 3. 잎새버섯 봉지재배시 영양원 조성비율(V/V, %)

처리번호	참나무톱밥	밀기울	건비지	맥주박
1	80		5	15
2	80		10	10
3	80	5	5	10
4	80	10		10
5	80	10	5	5
6	85	15		

**(시험 6) 맥주박 첨가율에 따른 생육 및 수량특성('15)**

본 시험에 사용된 균주는 시험5와 같다. 영양원으로 맥주박과 밀기울의 적절한 혼합비율을 구명하기 위하여 표 4와 같이 처리한 후 생육 및 수량특성을 조사하였다. 배지조제 및 종균의 접종은 시험 5와 같다.

표 4. 잎새버섯 봉지재배시 영양원 '맥주박' 첨가율(V/V, %)

처리번호	참나무톱밥	밀기울	맥주박
1	85	15	
2	80	10	10
3	80	5	15
4	80		20

**(시험 7) 잎새버섯 병재배시 적정 후숙기간 구명('15)**

시험품종으로 태미와 GWM20616를 이용하였고, 배양 및 생육조건은 시험 3과 같다. 종균접종후 배양이 완료되면 암흑조건, 22±1℃에서 후숙을 3, 6, 9일 등 세조건으로 실시한 후 생육실로 옮겨 생육 및 수량특성을 조사하였다.

**(시험 8) 잎새버섯 봉지재배시 LED 이용 효과 구명('15~'16)**

시험품종으로 태미와 GWM20616를 이용하였고, 배양 및 생육조건은 시험 3과 같다. 배양이 완료되면 세 곳의 생육실로 옮긴 후 광조건을 각각 형광등, LED, 형광등+LED 등으로 처리하고, 광조명시간은 오전 6시부터 오후 8시까지 14시간을 해주었다. LED 등은 청색광과 백색광을 1:1 비율로 혼합하여 이용하였고, 봉지재배는 1kg배지로 충전하여 이용하였다. 광원별 밝기는 형광등 460lux, LED 150lux, 형광등+LED 592lux이었다.

### (시험 9) 잎새버섯 봉지배지 토양매립 재배('15~'16)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 봉지배지의 무게는 3kg으로 충전하여 이용하였고, 평균접종이나 배양조건은 시험 3과 같다. 완료된 봉지배지를 비가림하우스에 매립한 후 관수횟수를 1회/주, 2회/주로 나누어 실시하였으며, 9월 중순경 원기가 형성되면 관수를 실시하지 않고, 자실체가 황갈색으로 최대의 크기가 되었을 때 수확하여 수량특성을 조사하였다.

### (시험 10) 잎새버섯 봉지재배시 수확후배지 이용기술 개발('16~'17)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 수확후배지는 참나무톱밥 80%, 맥주박 15%, 밀기울 5%의 혼합배지로 이용하여 수확이 끝난 배지를 이용하였다. 봉지배지량은 1kg 배지와 2kg 배지로 나누어 실시하였다.

수확후배지 적정 첨가율 구명: 수확후배지를 혼합배지에 0, 20, 30, 40%로 첨가한 후 생육배지로 이용하였고, 첨가율에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다.

수확후배지 및 영양원 처리에 따른 생육특성 구명: 수확후배지를 참나무 톱밥과 1:1의 비율로 고정된 후 영양원 맥주박과 밀기울의 첨가 비율(V/V, %)을 15:5, 15:0, 10:5, 10:0 등 4처리하여 생육배지를 조성하였고, 처리별 생육 및 수량특성을 조사하였다.

수확후배지 경과일수별 생육 및 수량특성 구명: 생육배지는 수확후배지와 톱밥을 1:1로 혼합하였고, 영양원은 맥주박 15%를 첨가하였다. 여기서 수확후배지는 생육이 완료된 후 0, 15, 30일 실온에서 경과한 것을 이용하였고, 수확후배지 경과 시기에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다.

### (시험 11) 잎새버섯 봉지재배시 저온처리효과 구명('17)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 생육배지(V/V, %)는 참나무톱밥 80, 맥주박 15, 밀기울 5로 혼합하여 이용하였고, 종균접종후 배양이 완료되면 배지를 5°C 냉장고에 0, 12, 24, 48시간 보관 후 생육실에 입상하여 저온경과 시간에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다. 봉지배지의 무게는 1kg 배지와 2kg 배지로 나누어 실시하였다.

### (시험 12) 잎새버섯 봉지재배 최적습도 구명('17)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 생육배지(V/V, %)는 참나무톱밥 80, 맥주박 15, 밀기울 5로 혼합하여 이용하였고, 종균접종후 배양이 완료되면 상대습도가 80, 85, 90, 95%로 조절된 생육 실로 옮긴 후 습도조건에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다. 봉지배지의 무게는 1kg 배지와 2kg 배지로 나누어 실시하였다.

### (시험 13) 잎새버섯 봉지재배 절개방법 구명('17)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 생육배지(V/V, %)는 참나무톱밥 80, 맥주박 15, 밀기울 5로 혼합하여 이용하였고, 종균접종후 배양이 완료되면 온도 17°C, 광 14시간 조명, 상대습도 95%로

조절된 생육실로 옮기고, 생육실에서 3일 경과 후 -, +, V, II 등의 형태로 절개한 다음 생육 및 수량특성을 조사하였다. 봉지배지의 무게는 1kg 배지와 2.5kg 배지로 나누어 실시하였다.

#### (시험 14) 잎새버섯 봉지재배 변온효과 구명('18)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 생육배지(V/V. %)는 참나무톱밥 80, 맥주박 15, 밀기울 5로 혼합하여 이용하였고, 종균접종 후 배양이 완료되면 생육실 내의 온도를 주간 20~22℃+야간 17~20℃으로 변온처리를 실시한 것과 17±1℃의 항온으로 유지한 생육실로 옮긴 후 생육 및 수량특성을 조사하였으며, 2.5kg 봉지재배로 실시하였다.

#### (시험 15) 잎새버섯 봉지재배시 필터부착 비닐 이용 시험('18)

시험품종으로 태미를 이용하였고, 생육배지(V/V. %)는 참나무톱밥 80, 맥주박 15, 밀기울 5로 혼합하여 이용하였고, 입봉시 필터부착 비닐을 이용한 것과 스크류 마개(관행)를 이용한 것으로 나누어 시험을 실시하였으며, 봉지배지의 무게는 2kg 배지와 3kg 배지로 하였다. 배양 및 생육 조건은 시험 3과 같다.

#### (시험 16) 잎새버섯 원목재배기술 개발('14~'18)

원목준비: 시험에 이용한 원목은 상수리나무로서 직경이 10~15cm 정도인 것을 길이 20cm로 절단하여 이용하였고, 이것을 용기에 넣어 24시간 물에 침지한 후 내열성 PP봉지에 넣고 마개를 닫은 다음 121℃에서 180분 동안 살균하였으며, 2일 경과 후 충분히 냉각된 다음 종균을 접종하였다.

종균접종: 톱밥종균(V/V, 참나무톱밥 80%, 미강 20%)은 원목당 50g 정도 접종하였고, 액체종균(물 10L당 대두박 30g, 황설탕 300g, 식물성 식용유 30ml)은 원목당 100ml를 접종하였다.

균사배양: 온도 22±1℃, 상대습도 65%, 암조건에서 환기를 충분히 하면서 90일 이상 배양하였다.

매립작업: 배양된 골목을 70%로 차광된 비닐하우스내 토양과 컨테이너상자(길이 50cm, 폭 35cm, 높이 30cm)에 나누어 매립하였고, 골목 매립후 토양을 5cm 두께로 덮었으며, 그 위에 보습을 위해 다시 활엽수 낙엽을 덮어 주었으며 환기를 충분히 하여 주었다.

재배관리 및 수확: 토양이 건조하지 않도록 수시로 관수하였으며 자실체의 색이 황갈색으로 되고 자실체의 크기가 최대의 크기를 유지할 때 수확하였다.

#### (시험 17) 잎새버섯 원목재배시 원목크기별 생육 및 수량특성 구명('16~'18)

시험품종은 잎새1호, 태미, 다박 등 세품종을 이용하였고, 원목재배방법은 시험 16과 같다. 원목의 길이를 15, 20cm로 나누어 실시하였고, 연차별 생육 및 수량특성을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### (시험 1) 산느타리버섯 수집계통 유연관계 분석('14)

표 5. RAPD 프라이머별 형성된 다형성밴드 수

프라이머명	다형성밴드수	프라이머명	다형성밴드수
A-01	10	A-15	9
A-02	6	A-16	6
A-03	5	A-17	5
A-04	6	A-18	10
A-05	3	A-19	8
A-06	-	A-20	9
A-07	4	A-21	13
A-08	2	A-22	6
A-09	5	A-23	12
A-10	9	A-24	6
A-11	10	A-25	3
A-12	8	A-26	-
A-13	8	A-27	-
A-14	7	A-28	6

국내외에서 수집한 산느타리버섯 21균주들의 유전적 유연관계를 분석하기 위하여 28종의 RAPD 프라이머를 이용하여 PCR 반응을 조사하였다(표 5). A-06, A-26, A-27 등 3종 프라이머의 PCR 반응은 명확한 밴드패턴이 나타나지 않아 제외하였고, 나머지 PCR 반응이 양호한 25종의 프라이머를 이용한 PCR 반응을 분석하였다. 이중 A-01, A-11, A-18, A-21 및 A-23 프라이머는 다형성 밴드의 수가 10개 이상으로 많았으며, A-05, A-07, A-08 및 A-25 프라이머는 5개 미만으로 적었다. 평균적으로 프라이머 당 7개의 다형성밴드가 관찰되었으며, 밴드의 재현성도 매우 좋아 유연관계분석의 정확성이 매우 높을 것으로 판단되었다. 프라이머 당 PCR 밴드의 수도 많을 뿐만 아니라 다형성 밴드의 비율도 높아 버섯의 품종간 차이가 뚜렷하게 볼 수 있었다. 이 중 밴드의 강도가 높고 재현성이 높다고 판단되는 것만으로 품종간 유연관계 분석에 이용하였다.

A-11 프라이머를 이용한 RAPD 밴드패턴을 보면 5번과 7번 계통, 9번과 10번 계통, 11번과 12번 계통, 14번과 15번 계통, 그리고 19번과 20번 계통이 유사하게 나타났다(Fig 9). 9번과 10번 계통은 중국에서 도입한 종이고, 11번과 12번 계통은 각각 '호산'과 '강산' 품종으로 같은 교배모본을 공유하기 때문으로 생각되며, 19번과 20번 계통은 여름느타리버섯이기 때문으로 판단된다. A-16 프라이머를 이용한 결과에서는 1, 4, 6, 13, 14, 15번 계통, 5번과 7번 계통, 9번과 10번 계통, 그리고 12번과 17번 계통의 밴드패턴이 유사하였다(그림 2). 여기에서 12번과 17번 계통이 유사한 것은 17번 '향산' 품종이 12번 '강산' 품종을 교배모본으로 이용하여 육성되었기 때문이다. 본 연구에서 17번 '향산' 품종은 8번 계통과 12번 '강산' 품종을 교배모본으로 육성되었고, 18번 '화산' 품종은 17번 '향산' 품종과 21번 '삼복' 품종을 교배모본으로 육성되었다. A-18 프라이머를 이용한

산느타리버섯 수집균주의 RAPD 밴드패턴에서는 본 연구에서 육성한 17번 ‘향산’ 품종과 18번 ‘화산’ 품종의 밴드패턴이 교배모본의 밴드패턴과 상이하다는 것을 알 수 있다. 따라서 A-18 프라이머는 산느타리버섯의 품종육성 시 이용할 수 있는 유용한 프라이머라고 판단된다.

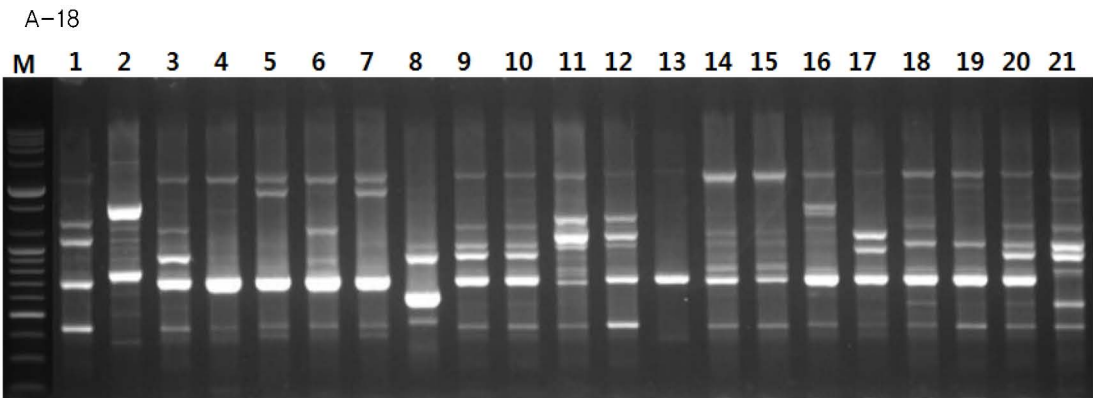
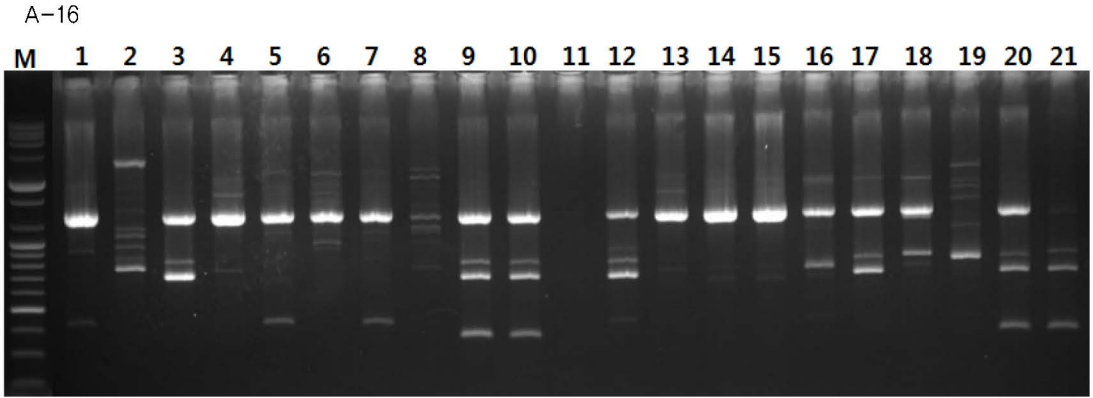
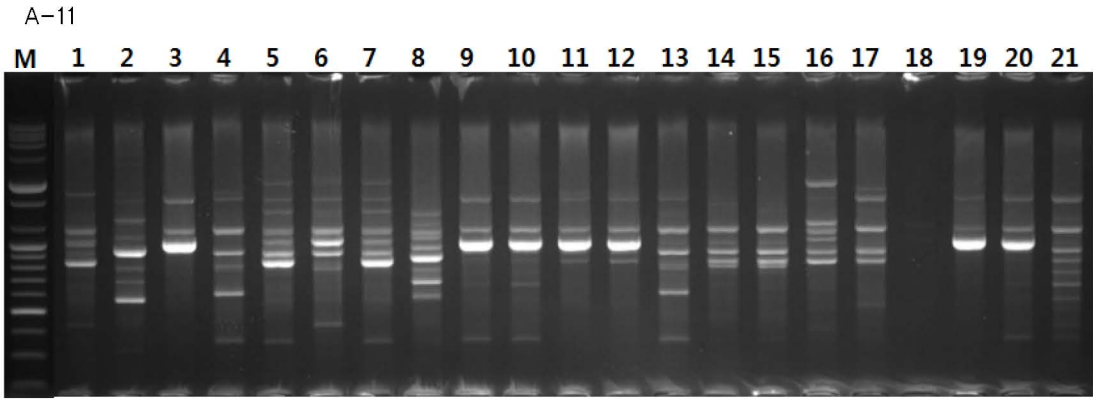


그림 2. 산느타리버섯 수집계통의 프라이머 종류에 따른 밴드형성

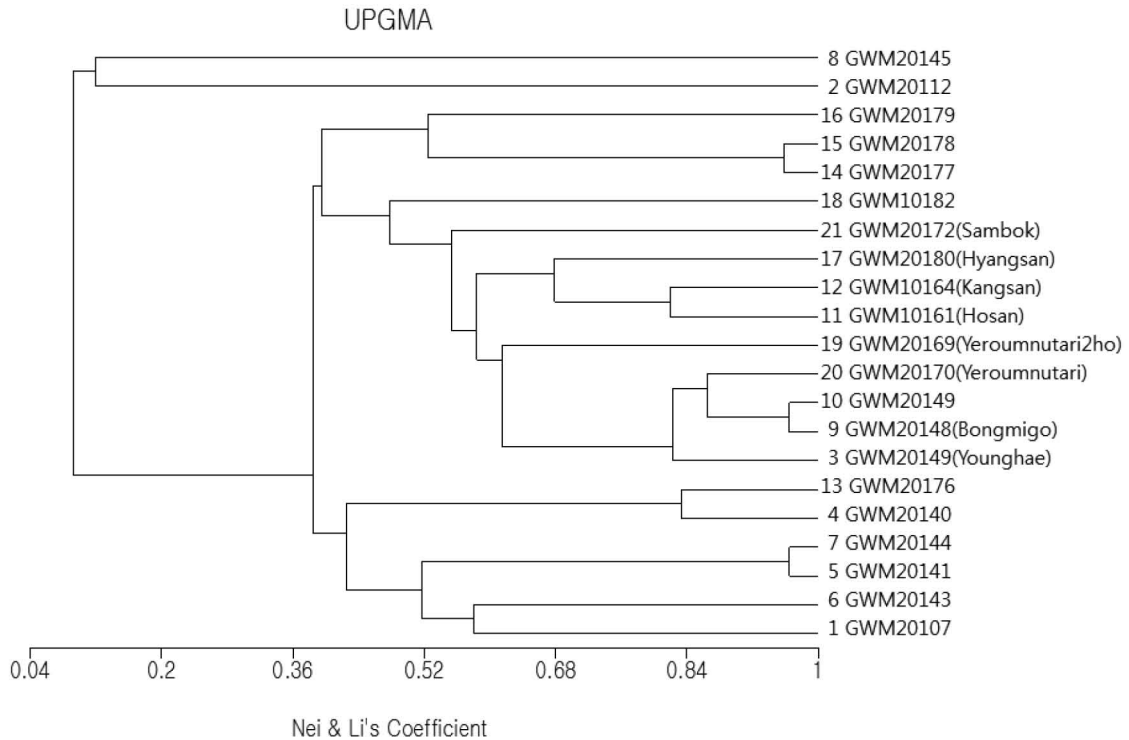


그림 3. 산느타리버섯 수집균주 Phylogenetic tree

재현성이 높은 176개의 밴드만을 이용하여 21개 품종의 유연관계를 분석하였다. 유사도 0.37을 기준으로 구분을 하면 21개 품종은 두 개의 그룹으로 나누어진다(그림 3). 그룹 1에는 1, 4, 5, 6, 7, 13번 계통이 분포하고, 그룹 2에는 나머지가 분포하였다. 그룹 1은 모두 국내에서 수집한 계통이고, 그룹 2에는 중국 도입종, 국내 육성품종 및 여름느타리버섯이 모두 여기에 속하였다. 또한 2번과 8번 계통은 많은 프라이머의 RAPD 패턴에서 특이한 밴드를 형성하였고, 나머지 품종들과는 유전적인 유사성이 매우 낮은 것으로 파악되었다.

11번은 '호산' 품종이고 12번은 '강산' 품종으로서 유사도가 높게 나타났으며, 이것은 교배모본을 공유하기 때문으로 생각된다. 5번과 7번 계통, 14번 계통과 15번 계통은 국내 수집종으로 유사도가 매우 높기 때문에 동일한 군으로 생각되고, 9번과 10번 계통은 중국에서 수집한 종으로 매우 유사도가 높았으며, 이것은 자실체의 모습과 일치하였다.

'화산' 품종은 18번으로 그룹 2에 속해 있으며, 교배모본인 17번(향산) 및 21번(삼복)과 유사도가 높은 것으로 나타났다. 우리나라에서는 여름느타리버섯과 산느타리버섯을 생육온도 및 형태 등을 통해 다른 종으로 분리해서 재배되고 있다. 그러나 이번 유전자 분석 결과에서는 산느타리버섯과 여름느타리버섯이 차이가 없는 동종인 것으로 나타났다. 산느타리버섯과 여름느타리버섯의 단포자 분리 후 교배결과 클램프 형성을 확인하였고, 여름느타리버섯 '삼복' 품종과 산느타리버섯 '향산' 품종을 교배하여 '화산' 품종을 육성하였기 때문에 여름느타리버섯과 산느타리버섯을 다른 종으로 구분하기는 어려울 것으로 생각된다.

(시험 2) 산느타리버섯 품종육성('14~'18)

본 연구에서는 5년 동안 산느타리버섯 품종육성을 실시하였고 품종육성 계통도는 그림 4와 같이 2015년에 자산 품종을 2017년에 강원16호를 육성하였다.

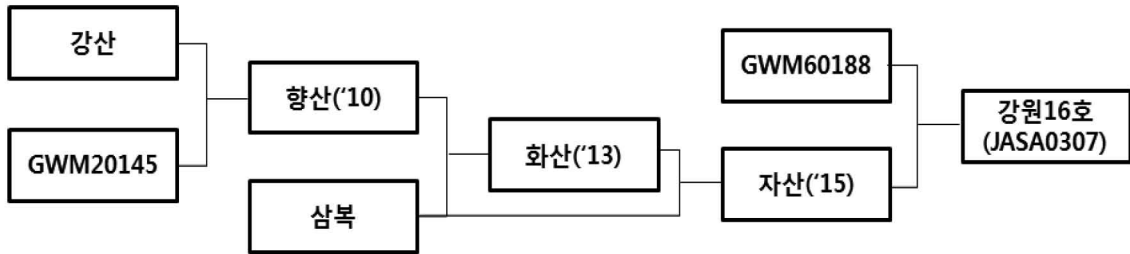


그림 4. 산느타리버섯 품종육성 계통도

〈2014년〉

육성품종 화산과 호산을 교배하였고, 현미경을 통하여 교배가 확인된 균주는 PDA 배지를 이용하여 군사생장속도 조사와 생산력 검정을 수행하였고(표 6, 7), ao 0710 등 5계통을 선발하여 2차 생산력 검정을 실시하였다.

표 6. 교배확인계통 PDA배지 군사생장속도 조사

균주번호	군사생장속도 (mm/일)	균주번호	군사생장속도 (mm/일)	균주번호	군사생장속도 (mm/일)
ao 0418	6.1	ao 1206	8.2	ao 0404	7.2
ao 1706	4.2	ao 0401	7.3	ao 1106	8.2
ao 0619	10.6	ao 1704	8.3	ao 0908	10.3
ao 0710	12.0	ao 1110	11.7	ao 2011	4.2
ao 1104	10.5	ao 1204	8.6	ao 1718	5.4
ao 0408	7.0	ao 1218	6.1	ao 1209	8.8
ao 1205	8.6	ao 1707	8.4	ao 0705	9.1
ao 0909	7.9	ao 0707	8.8	ao 0708	10.0
ao 1306	4.7	ao 1210	8.1	ao 0712	11.8
ao 0714	8.9	ao 0412	8.2		

표 7. 교배확인계통 1차 생육 및 수량특성 조사

균주번호	갓경(mm)	경장(mm)	경태(mm)	유효경수 (개/병)	수량* (g/봉지)
ao 0418	32.2	44.4	8.3	6.3	47.0
ao 1706	49.9	51.5	11.5	7.7	68.7
ao 0619	51.0	58.9	14.4	5.7	74.0
ao 0710	48.5	45.0	8.6	9.2	100.3
ao 1104	51.3	55.4	13.1	8.3	105.3
ao 0408	38.8	55.6	7.9	10.3	79.3
ao 1205	53.0	34.9	10.3	9.7	104.6
ao 0909	49.6	43.2	9.3	10.3	102.1
ao 1306	52.0	49.4	12.3	5.7	69.3
ao 0714	49.0	43.6	12.3	9.3	105.0
ao 1206	48.7	41.6	13.6	8.2	85.7
ao 0401	40.9	53.1	9.5	11.0	74.7
ao 1704	45.2	40.0	15.0	7.7	69.3
ao 1110	49.8	52.9	9.6	10.7	127.3
ao 1204	44.2	37.5	8.9	8.7	94.7
ao 1218	47.3	37.5	9.2	8.0	96.7
ao 1707	44.0	37.4	11.0	7.3	78.0
ao 0707	49.3	40.8	12.6	8.8	80.1
ao 1210	38.8	39.7	9.6	11.0	91.0
ao 0412	45.5	49.5	8.7	11.3	106.7
ao 0404	-	-	-	-	-
ao 1106	44.3	51.3	9.8	9.0	85.3
ao 0908	49.4	50.2	8.8	11.7	128.3
ao 2011	53.0	65.1	10.9	11.3	112.7
ao 1718	32.2	44.4	8.3	6.3	47.0
ao 1209	46.1	42.7	11.6	7.7	85.0
ao 0705	46.5	37.2	7.3	12.4	103.3
ao 0708	48.50	50.69	8.86	11.33	107.00
ao 0712	50.9	54.6	8.2	12.6	104.6

표 8. 1차 선발계통 2차 생육 및 수량특성 조사

균주번호	초발이소 소요일(일)	생육 일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/병)	수량 (g/병)	갓의 색도		
								L	a	b
ao 0710	5	4	55.8	46.0	14.8	8.6	97.0	44.8	7.2	9.9
ao 1205	5	4	54.2	50.3	14.2	6.3	78.5	37.1	7.8	9.8
ao 0909	4	4	60.8	52.1	12.7	9.2	106.9	46.0	7.2	9.8
ao 1206	5	4	59.6	46.9	11.7	6.9	79.9	37.3	5.9	6.2
ao 0705	5	3	56.8	45.0	10.1	8.8	101.7	36.3	6.5	6.2
호산	5	4	56.7	53.9	13.6	9.1	86.9	41.7	6.9	8.3

2차 생산력 검정 결과는 표 8과 같고, 모든 계통에서 자실체의 형태 불량 또는 낮은 수량성 등으로 농가실증은 수행하지 않았다.

### 〈2015년〉

2015년에는 특이적으로 자실체의 색택이 진한 호산변이종을 교배모본으로 이용하여 품종육성을 수행하였다. 1차~4차 생산력 검정을 통해 ASA722001을 최종 선발하였고 자산이란 이름으로 품종을 출원하였다(표 9, 10, 11, 12). 자산 품종은 갓의 색이 진하고, 발이가 균일하며 수량성 또한 우수하였다.

표 9. 1차 선발계통 생육 및 수량특성

선발계통	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/병)	수량 (g/병)	갓의 색도			2차 선발
						L	a	b	
HVO0509	65.3	53.1	11.3	8.6	103.0	31.0	4.5	3.6	
HVO0510	41.8	61.1	7.7	9.8	87.3	29.0	5.3	4.4	○
HVO0610	52.1	57.3	8.4	11.8	121.7	29.8	5.0	5.0	○
HVO1009	52.1	48.2	10.7	8.2	78.8	24.2	4.6	3.3	
HVA0303	57.9	49.7	10.7	12.8	143.4	26.1	3.8	2.6	
HVA0304	65.0	53.6	11.3	7.2	72.6	25.8	3.8	2.9	
HVA0403	58.6	53.4	8.4	11.2	108.8	29.1	3.7	3.2	
HVA0408	60.3	54.2	9.6	8.7	115.8	24.4	4.1	2.6	○

표 10. 2차 선발계통 생육 및 수량특성

선발계통	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/병)	수량 (g/병)	갓의 색도		
						L	a	b
호산	53.6	52.4	9.9	11.3	128.6	34.5	5.3	9.3
화산	54.7	61.1	9.4	12.5	120.2	43.6	3.9	13.6
HVO0510	50.0	43.2	9.2	6.0	63.9	36.0	5.7	9.8
HVO0610	52.0	44.5	9.1	8.7	103.6	36.6	5.5	9.3
HVA0408	-	-	-	-	-	-	-	-

표 11. 3차 선발계통 생육 및 수량특성

선발계통	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/병)	수량 (g)	갓의 색도		
						L	a	b
HVO0610	50.1	39.2	9.9	9.5	99.8	35.1	5.5	10.2
자산 (ASA722001)	53.9	44.4	9.3	13.1	129.5	29.6	5.4	8.5

표 12. 4차 선발계통 생육 및 수량특성

선발계통	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개/병)	수량 (g)	갓의 색도		
						L	a	b
HVO0610	50.1	50.9	7.8	13.5	142.1	39.8	5.4	11.3
자산 (ASA722001)	51.4	48.8	9.2	10.1	123.6	35.3	5.7	9.5
호산	52.3	52.7	9.4	8.4	116.1	38.7	6.1	11.9
화산	51.7	53.4	8.6	13.5	151.6	37.3	5.9	10.8

〈2016년〉

2016년에는 신품종 자산과 호산변이종을 교배모본으로 이용하여 품종육성을 수행하였다. 1, 2차 생산력 검정을 통해 우수계통 JHV1002을 선발하였으나 자실체의 기형 등 품종의 변이가 발생하여 더 이상 시험을 진행하지 않았다(표 13, 14).

표 13. 1차 선발계통 생육 및 수량특성 조사

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓의 색도		
								L	a	b
자산	3	3	49.0	48.1	8.5	13.0	144.8	31.5	5.0	8.0
JHV-1002A	2	3	54.2	61.2	10.0	11.6	138.0	30.2	5.2	7.5
JHV-1002B	2	3	45.4	50.9	7.6	10.8	114.2	31.1	5.2	7.2
JHV-0402A	2	3	48.0	48.2	9.9	12.0	131.8	29.0	4.9	6.9
JHV-0402B	2	3	50.9	45.4	10.3	9.0	99.8	27.9	4.7	6.1
JHV-1018A	2	3	54.6	38.0	10.1	13.0	156.3	30.9	5.0	8.0
JHV-1018B	2	3	50.3	42.1	10.6	9.6	106.0	30.9	5.1	7.4
JHV-1003A	2	3	52.7	51.6	10.6	12.0	142.0	33.6	5.3	8.7
JHV-0602A	2	3	52.9	58.4	10.9	14.3	167.3	31.4	5.0	8.1
JHV-0602B	2	3	51.8	50.3	9.2	13.3	153.7	29.7	5.2	7.8
JHV-0608B	2	3	51.4	40.0	10.7	14.3	166.7	35.8	4.7	9.1

표 14. 선발계통 2차 생육 및 수량특성 조사

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	갓의 색도		
								L	a	b
자산	2	3	45.5	49.2	10.2	11.0	121.4	30.3	4.6	7.4
호산	3	3	52.1	51.9	11.9	10.8	118.9	34.7	5.7	9.6
JHV-1002	3	3	56.8	60.6	10.5	11.0	119.5	32.2	5.4	8.2
JHV-0402	3	3	54.2	51.3	10.0	9.4	111.7	32.1	5.3	8.0
JHV-1018	2	3	51.7	49.8	11.5	10.2	116.1	31.0	5.2	7.3

〈2017년〉

2017년에는 육성 품종 호산, 자산과 국외수집계통 2종을 교배모본으로 이용하여 품종육성을 수행하였다. 호산과 국외수집종 교배에서 35계통, 자산과 국외수집종 교배에서 60계통을 1차 선발하여 생육 및 수량특성을 조사하였다. 1차 생산력 검정결과 호산×국외수집종 교배조합에서는 HOSA1004 등 4종, 자산×국외수집종 교배조합에서는 JASA0201 등 7종을 선발하였다(표 15, 16). 2차 생산력검정에서 호산×국외수집종 교배조합은 우수계통이 없었으며, 자산×국외수집종 교배조합은 JASA0213 등 3계통이 우수계통으로 선발되었다(표 17, 18). 3, 4차 생산력 검정을 통하여 최종 JASA0307 계통을 선발하였으며(표 19, 20), 이 계통은 갓의 색이 진하고 모양이 균일하며, 대가 단단하고 갓이 잘 부서지지 않는 특징이 있다(그림 5).

표 15. 1차선발계통 생육 및 수량특성 조사(호산×국외수집종)

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	자실체*		
								형태	색깔	수량
HOSA1004	4	3	44.9	55.3	11.3	12.0	121.0	△	○	○
HOBO0617	3	4	53.2	45.3	9.0	10.0	109.0	△	○	△
HOBO1411	4	3	47.4	51.5	11.8	11.0	116.0	○	○	△
HOBO1516	3	4	54.7	37.6	11.9	14.5	173.5	△	○	◎

\* ×: 불량, △: 보통, ○: 우수, ◎: 매우 우수

표 16. 1차선발계통 생육 및 수량특성 조사(자산×국외수집종)

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	자실체*		
								형태	색깔	수량
JASA0201	2	4	43.9	48.1	9.7	13.0	130.5	○	△	○
JASA0213	2	4	48.6	48.5	6.4	15.5	163.0	△	○	◎
JASA0307	2	4	62.6	51.1	10.4	12.0	125.0	△	◎	△
JASA0310	2	4	48.9	38.8	9.9	9.0	94.0	△	◎	△
JASA0410	2	4	54.7	45.9	10.4	12.5	137.0	△	○	○
JASA1513	2	4	56.6	41.2	8.9	14.0	142.5	△	○	○
JABO1401	2	4	48.2	39.4	10.6	12.5	127.0	△	○	○

\* ×: 불량, △: 보통, ○: 우수, ◎: 매우 우수

표 17. 2차 선발계통 특성검정(호산×국외수집종)

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	자실체*		
								형태	색깔	수량
HOSA1004	4	3	38.7	46.2	11.3	6.7	77.8	△	○	×
HOBO0617	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HOBO1411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HOBO1516	3	4	52.3	45.3	11.9	13.1	132.8	×	○	○

\* ×: 불량, △: 보통, ○: 우수, ◎: 매우 우수

표 18. 2차 선발계통 특성검정(자산×국외수집종)

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	자실체*		
								형태	색깔	수량
JASA0201	3	3	46.8	52.3	6.9	13.7	141.3	△	○	○
JASA0213	3	3	48.4	49.7	7.2	15.6	160.6	△	○	◎
JASA0307	3	3	45.7	49.5	8.3	14.0	142.0	○	○	○
JASA0310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JASA0410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JASA1513	3	3	53.8	52.0	6.7	15.0	142.2	○	○	○
JABO1401**	3	3	52.3	39.6	10.9	13.7	141.7	○	○	○

\* ×: 불량, △: 보통, ○: 우수, ◎: 매우 우수, \*\* 갓이 잘 부서지고 탄력이 없음

표 19. 3차 선발계통 특성검정

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	자실체*		
								형태	색깔	수량
JASA0213	3	3	40.1	46.2	7.1	12.0	137.4	○	○	○
JASA0307	3	3	42.8	46.2	9.0	12.1	126.7	○	○	○
JASA1513	3	3	45.9	48.9	7.5	12.0	120.5	△	○	△

\* ×: 불량, △: 보통, ○: 우수, ◎: 매우 우수

표 20. 4차 선발계통 특성검정

품종 및 계통명	초발이소요 일수(일)	생육일 수(일)	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수 (개)	수량 (g/병)	자실체 특성
JASA0213	3	3	39.8	56.5	6.8	14.2	134.5	갓 모양, 색은 양호하나 수확기 대가 옆으로 휘며 단단하지 못함
JASA0307	3	3	38.7	50.8	8.7	13.1	121.9	색이 진하고 모양이 균일하며, 대가 단단하고 갓이 잘 부서지지 않음
자산	3	3	45.5	49.2	10.2	11.2	121.4	



JASA0213

JASA0307

그림 5. 우수 선발계통 자실체 모습

〈2018년〉

2018년에는 전년에 선발된 우수계통 JASA0307을 강원16호로 명명하여 생산력 검정 및 농가 실증을 수행하였다.

강원16호(JASA0307)은 자산이나 호산에 비해 대의 길이가 짧고 직경은 큰 형태로서 유효경수는 호산보다는 많지만 자산보다는 다소 적었으며, 병당 수량도 마찬가지로 자산이 143g으로 가장 많고, 강원16호 139g, 호산 122g 순으로 나타났다. 자실체의 색깔은 강원16호가 가장 진한 흑갈색을 나타냈고, 자산, 호산 순으로 나타났다(표 21).

산스타리버섯 우수 선발계통 강원16호를 가지고 경남 의령 주원농산을 대상으로 농가실증을 수행하였고, 농가는 발이가 균일하고 자실체의 색깔이 흑회색으로 매우 진하며, 병당 157g 정도로 수량성이 우수하여 계속하여 재배할 계획이라고 하였다(그림 6).

표 21. '17 우수 선발계통 생육특성 검정

구분	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	유효경수( 개)	수량 (g/병)	갓의 색도			
						L*	a*	b*	
강원16호 (JASA0307)	1차	40.0	45.9	10.7	14.8	130.5	25.8	3.8	5.8
	2차	43.1	46.6	10.1	12.8	119.6	26.1	3.4	5.4
	3차	41.5	48.4	10.0	11.9	121.8	27.0	3.7	5.4
	4차	47.4	41.4	9.5	17.9	180.5	28.2	4.0	5.6
	5차	50.5	44.1	10.4	14.9	144.3	27.8	4.0	6.0
	6차	46.6	41.1	10.6	13.4	135.4	32.0	5.9	8.1
	평균	44.9	44.6	10.2	14.3	138.7	27.8	4.1	6.1
자산	1차	42.5	47.1	9.6	15.7	137.4	29.1	4.1	7.9
	2차	44.8	46.7	8.3	14.8	133.4	29.0	3.6	7.0
	3차	42.8	53.0	9.3	13.9	140.6	30.1	4.0	7.2
	4차	47.8	48.3	9.5	17.9	180.1	30.3	4.5	7.8
	5차	46.6	51.9	9.9	14.1	138.9	32.8	4.7	8.4
	6차	41.1	46.5	8.8	12.7	129.3	32.7	5.7	7.4
	평균	44.3	48.9	9.2	14.9	143.3	30.7	4.4	7.6
호산	1차	44.2	48.9	10.8	10.7	105.3	33.8	4.7	10.6
	2차	43.4	48.6	9.9	12.5	120.9	33.4	4.5	10.1
	3차	44.5	46.7	10.0	12.3	123.7	36.0	4.5	10.2
	4차	44.5	47.9	9.5	14.3	143.0	34.2	4.9	9.6
	5차	49.2	49.2	9.5	10.8	107.1	37.0	5.4	10.6
	6차	49.3	56.7	9.9	13.3	134.2	37.9	6.5	11.0
	평균	45.9	49.7	9.9	12.3	122.4	35.4	5.1	10.4



강원16호

자산

호산

그림 5. 우수 선발계통 자실체 모습



그림 6. 강원16호 농가실증 모습

**(시험 3) 구멍뚫린 마개 이용 잎새버섯 병재배 기술 개발(14)**

잎새버섯 병재배 시 자실체의 규격화가 어렵고 저장성이 좋지 않아 금세 부패하기 때문에 이를 개선하기 위한 방법으로 구멍이 뚫린 마개를 이용하였다. 마개의 구멍으로 자실체의 발생을 유도하였고, 균일한 자실체의 생산이 가능하였다. 구멍뚫린 마개를 이용하고 균급기를 하지 않았을 경우 수량성과 품질이 우수하였다(표 22, 23, 24).

표 22. 구멍뚫린 마개를 이용한 병재배 시 생육 및 수량특성(1차)

품종 및 계통명	마개 이용	수확소요일 수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갯의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
다박	○	48	99.2	73.5	65.9	85.1	50.9	5.1	11.0
	×	48	100.7	74.2	62.2	78.1	47.4	5.4	11.5
GWM60699	○	53	105.8	76.7	59.6	112.3	74.5	5.1	12.9
	×	53	100.5	76.1	55.7	91.2	75.1	4.8	11.8

\* 1,100cc 병재배, 배지조성(V/V, %): 참나무톱밥 85+밀기울 15

표 23. 구멍뚫린 마개를 이용한 병재배 시 생육 및 수량특성(2차)

계통명	수확소요일 수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
GWM20616	48	99.6	80.7	59.5	102.9	38.0	5.6	8.1
GWM20659	48	107.7	84.5	61.0	99.3	34.6	5.4	8.0
GWM60699	48	101.3	79.8	54.9	100.9	73.8	4.5	9.6
GWM606100	49	94.9	76.4	49.3	89.3	38.3	4.6	7.0

표 24. 구멍뚫린 마개를 이용한 병재배 시 생육 및 수량특성(3차)

균급기	마개이 용	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갯의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
실시	○	51	81.9	63.1	47.9	90.1	35.1	4.9	6.6
	×	51	95.4	67.5	49.3	79.8	37.4	5.4	8.6
미실시	○	51	89.4	68.3	51.9	100.2	35.8	5.3	7.5
	×	51	103.3	70.8	57.7	90.7	40.4	5.9	10.2

\* 시험계통: GWM20616, 배양완료일수: 24일

구멍뚫린 마개를 이용한 잎새버섯 병재배 시 구멍의 위치를 가장자리와 중앙으로 했을 때 수량은 두 처리 모두 비슷하였지만 중앙의 경우 오염율이 높게 나타났다(표 25).

표 25. 구멍뚫린 마개를 이용한 병재배 시 후숙기간에 따른 생육 및 수량특성

구멍 위치	후숙기간 (일)	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갯의 색도			오염율 (%)
			장경	단경	높이		L	a	b	
중앙	3	49	98.6	80.7	53.3	96.8	37.2	5.2	8.1	6.3
	6	53	106.0	82.8	64.6	100.7	40.5	5.6	9.3	20.8
	9	53	104.6	75.7	65.5	92.6	42.6	5.5	9.2	33.3
가장자리	9	53	100.5	79.7	51.3	99.0	34.6	4.8	7.5	0

\* 시험계통: GWM20659, 배양완료일수: 24일

#### (시험 4) 잎새버섯 봉지재배 최적 배지 개발(14)

잎새버섯 봉지재배에서 영양원으로서 밀기울을 이용했을 때 적정 첨가율을 조사하였다. 시험에 이용된 GWM60699와 GWM606100 두 계통 모두 밀기울을 15% 첨가했을 때 원기의 형성 및 수량성이 양호하였다(표 26). 품질향상 시험으로서 잎새버섯 생육배지에 구연산과 포도당을 첨가했을 때 모든 처리에서 수량성이나 품질의 향상효과는 나타나지 않았다(표 27, 28).

표 26. 봉지재배시 밀기울 첨가율에 따른 생육 및 수량특성

품종 및 계통명	배지조성 (V/V, %)	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갯의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
GWM 60699	참75+밀10+옥15	80-93	113.9	89.7	76.4	243.1	79.1	4.8	9.9
	참90+밀10	76-84	135.7	104.3	66.0	249.0	74.5	4.5	10.1
	참85+밀15	79-90	134.0	104.4	68.8	267.3	79.5	4.2	7.9
	참80+밀20	79-83	123.8	95.2	72.0	282.6	73.1	5.1	9.6
GWM 606100	참75+밀10+옥15	80-91	113.4	92.2	55.9	214.0	36.7	4.5	6.7
	참90+밀10	74-84	138.4	105.2	67.2	218.7	33.3	5.7	8.3
	참85+밀15	80-89	122.2	100.6	67.4	246.1	35.9	5.1	7.5
	참80+밀20	80-85	128.5	92.2	68.6	223.3	35.0	4.7	6.6

\* 2.5kg 봉지재배, 참: 참나무톱밥, 밀: 밀기울, 옥: 옥수수피

표 27. 봉지재배시 구연산 첨가에 따른 생육 및 수량특성

품종 및 계통명	구연산 첨가율(%)	배지 pH	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갓의 색도		
				장경	단경	높이		L	a	b
GWM 60699	0	5.2	74-86	127.8	95.8	66.9	229.8	39.2	5.0	8.1
	0.1	5.0	75-85	125.2	100.5	66.1	246.8	34.9	5.0	7.4
	0.2	4.9	75-85	123.6	93.1	63.2	221.4	36.8	4.9	7.4
	0.4	4.6	77-90	115.5	89.6	67.9	215.0	39.4	5.0	8.2
GWM 606100	0	5.2	77-79	119.1	98.2	65.5	251.8	79.6	5.1	10.6
	0.1	5.0	77-84	122.6	94.2	67.2	255.0	78.8	5.0	9.6
	0.2	4.9	79-86	119.1	88.9	72.8	212.4	75.4	4.7	8.8
	0.4	4.6	77-89	118.7	89.0	66.7	189.8	75.9	4.4	8.2

\* 2.5kg 봉지재배, 배지조성(V/V, %): 참나무톱밥 85+밀기울 15

표 28. 봉지재배시 포도당 첨가에 따른 생육 및 수량특성

품종 및 계통명	구연산 첨가율(%)	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g)	갓의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
GWM 60699	0	72	133.8	107.2	77.3	321.7	66.6	4.7	10.2
	0.1	72-76	128.4	98.2	62.4	251.2	75.0	4.4	7.3
	0.2	72-76	125.6	96.4	68.4	260.3	77.7	4.3	8.1
	0.4	72-78	118.3	93.0	65.6	221.3	84.8	5.0	9.6
GWM 606100	0	72-74	119.9	97.0	69.5	250.0	44.0	5.2	9.2
	0.1	74-83	119.2	95.7	62.6	238.0	43.1	4.7	8.4
	0.2	72-83	118.2	208.2	62.3	219.2	42.3	5.0	8.5
	0.4	72-78	116.3	96.1	60.1	210.0	38.0	4.4	7.0

\* 2.5kg 봉지재배, 배지조성(V/V, %): 참나무톱밥 85+밀기울 15

### (시험 5) 잎새버섯 봉지재배시 영양원 선발(15)

잎새버섯 봉지재배시 밀기울, 건비지, 맥주박 등을 영양원으로 이용하여 영양원별, 첨가율별 최적 조합을 구명하였다. 영양원 각각의 성분 분석결과는 표 29와 같고, 혼합배지별 성분 분석결과는 표 30과 같다. 영양원으로 맥주박과 밀기울을 각각 10%씩 첨가한 혼합배지 4의 처리가 테미와 GWM20616 두 품종 모두에서 수량성이 가장 우수하게 나타났다(표 31, 32).

표 29. 영양원별 성분 분석결과

구분	pH (5:1)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
밀기울	6.56	2.29	41.46	18.1	0.12	1.09	0.45	1.79
건비지	5.98	3.33	43.31	13.0	0.76	1.53	0.25	0.90
맥주박	5.62	2.06	26.36	12.8	0.39	0.08	0.20	1.37

표 30. 혼합배지 처리별 성분 분석결과

처리 번호	pH (5:1)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
1	4.74	1.16	47.42	40.9	0.46	0.15	0.07	1.25
2	4.73	0.95	47.47	50.0	0.48	0.12	0.06	0.46
3	4.79	0.98	47.11	48.1	0.47	0.26	0.09	0.63
4	4.77	1.09	47.16	43.3	0.46	0.25	0.13	0.73
5	4.98	1.08	46.73	43.3	0.50	0.40	0.15	0.77
6	4.93	0.84	47.14	56.1	0.48	0.32	0.13	1.35

표 31. 영양원별 생육 및 수량특성(태미)

처리 번호	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
1	62.6	106.9	49.2	80.9	107.2	27.6	3.3	4.2
2	61.3	102.8	61.5	82.8	122.8	24.4	3.2	3.7
3	64.8	119.6	48.5	78.1	116.5	27.5	3.1	3.7
4	71.5	123.5	44.7	80.7	142.6	29.1	2.8	3.1
5	64.9	120.2	52.1	81.8	123.6	27.1	3.1	3.6
6	72.0	120.5	45.9	73.2	102.6	27.4	2.7	3.0

표 32. 영양원별 생육 및 수량특성(GWM20616)

처리 번호	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
1	62.2	117.4	56.1	86.2	144.5	27.5	3.3	4.4
2	55.7	110.4	59.0	87.7	120.8	27.3	3.4	4.5
3	62.0	121.1	53.1	91.5	152.3	27.3	3.4	4.3
4	62.1	122.2	61.6	97.3	163.0	26.8	3.1	3.8
5	67.4	122.3	55.9	81.1	129.2	26.3	3.3	4.0
6	68.8	96.9	68.6	90.1	129.1	27.2	3.3	4.0

### (시험 6) 맥주박 첨가율에 따른 생육 및 수량특성('15)

시험 5에서 영양원으로 맥주박의 효과가 우수한 것으로 나타났기 때문에 보다 세분해서 맥주박의 적정 첨가율을 구명하였다. 맥주박의 첨가율이 높아질수록 pH는 낮아지고 질소함량은 높아지는 경향을 나타냈다(표 33). 태미 품종에서는 3번 처리인 밀기울 5%+맥주박 15%와 맥주박 20%의 처리가 수량성이 다소 양호하였다(표 34). GWM20616 계통에서는 3번 처리가 수확소요 일수도 짧고 수량성도 우수한 것으로 나타났다(표 35).

표 33. 처리별 배지성분 분석결과

처리 번호	pH (5:1)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)
1	5.01	0.86	45.65	53.08	0.52	0.29	0.09
2	5.03	1.31	45.90	35.04	0.52	0.24	0.09
3	4.82	1.37	46.19	33.72	0.47	0.15	0.06
4	4.67	1.45	47.01	32.42	0.49	0.08	0.04

표 34. 맥주박 첨가율에 따른 생육 및 수량특성(태미)

처리 번호	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
1	66.0	125.8	108.2	51.7	118.9	26.3	3.1	3.5
2	60.8	140.7	110.2	50.7	124.0	27.6	3.1	3.8
3	61.8	140.6	120.7	55.7	135.3	27.2	3.2	3.9
4	60.3	136.2	114.6	55.2	135.1	27.8	3.8	4.8

표 35. 맥주박 첨가율에 따른 생육 및 수량특성(GWM20616)

처리 번호	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
1	62.2	115.6	90.6	56.0	120.8	27.1	3.1	3.9
2	60.1	126.9	106.4	59.9	136.6	29.1	3.4	4.5
3	58.4	127.2	103.7	58.0	155.3	30.2	3.5	4.9
4	57.7	116.5	89.9	56.8	138.7	28.2	3.5	4.3

### (시험 7) 잎새버섯 병재배시 적정 후숙기간 구명('15)

잎새버섯 병재배시 균일한 품질과 높은 수량성을 얻기 위해 적정 후숙기간을 구명하였다. 태미 품종과 GWM2016 계통 모두 후숙기간이 6~9일이 적당한 것으로 나타났다(표 36, 37).

표 36. 후숙기간에 따른 생육 및 수량특성(태미)

후숙기간	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/병)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
3일	46	119.2	96.5	64.3	76.5	38.9	3.3	10.2
6일	48	110.1	95.0	65.0	78.1	35.4	3.4	9.6
9일	53	108.1	91.5	64.9	84.0	37.4	4.1	11.1

표 37. 후숙기간에 따른 생육 및 수량특성(GWM20616)

후숙기간	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/병)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
3일	45	120.5	108.9	66.4	90.1	41.9	3.8	12.5
6일	48	123.8	109.4	70.0	102.5	41.6	4.1	12.8
9일	48	118.0	102.8	66.3	98.1	37.8	3.7	10.8

(시험 8) 잎새버섯 봉지재배시 LED 이용 효과 구명('15~'16)

잎새버섯 봉지재배시 광원에 따른 잎새버섯 생육 및 수량특성을 조사하였다. 2015년 결과에서는 태미 품종과 GWM20616 계통 모두에서 LED 단용처리가 가장 우수하였으나 2016년 시험에서는 LED 보다는 형광등 처리에서 더 효과가 우수한 것으로 나타났다(표 38, 39, 40). 광원에 관한 시험은 추후에 다시 검토할 필요가 있다고 생각된다.

표 38. 광원에 따른 생육 및 수량특성(태미, '15)

광원	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
형광등	55.0	125.3	104.0	57.4	94.9	32.1	3.1	8.1
LED	55.0	126.0	104.3	59.8	117.8	29.2	3.8	7.7
형광등+LED	58.5	109.3	96.3	59.3	88.8	33.9	2.8	7.7

표 39. 광원에 따른 생육 및 수량특성(GWM20616, '15)

광원	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량 (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
형광등	55.0	103.1	89.8	54.8	101.9	32.9	3.1	8.3
LED	55.0	97.5	82.8	61.1	128.0	30.3	3.5	8.3
형광등+LED	55.0	97.6	84.4	54.0	97.7	32.8	3.0	8.2

표 40. 광원에 따른 생육 및 수량특성(태미, '16)

광원	수확소요 일수	다발 크기(mm)			수량* (g/1kg배지)	갯의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
형광등	56.7	133.9	106.9	62.0	155.7	29.3	3.8	8.3
LED	54.3	134.3	108.9	57.3	128.9	28.5	4.0	8.0
형광등+LED	53.9	136.9	111.5	60.1	144.9	30.1	4.8	9.9

\* 종균접종 7/13, 입상 8/16

### (시험 9) 앞새버섯 봉지배지 토양매립 재배('16)

재배시설이 갖추어져 있지 않은 농가에서도 쉽게 재배할 수 있는 기술인 앞새버섯 봉지배지 토양매립재배기술을 개발하였고, 토양매립재배는 관수가 매우 중요하기 때문에 관수횟수를 달리 했을 때 수량특성을 조사하였다. 주 1회 관수나 2회 관수 모두 토양의 온도는 차이가 없는 것으로 나타났고, 토양수분함량에 있어서는 주 2회 관수가 주 1회 관수보다 0.2~0.3m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> 정도 높은 것으로 나타났다(그림 7). 수량에 있어서는 관수횟수에 따른 차이는 없었고, 품종에 있어서는 앞새 1호 품종이 태미 품종보다 3kg 배지당 200g 정도 더 높은 것으로 나타났다(표 41).

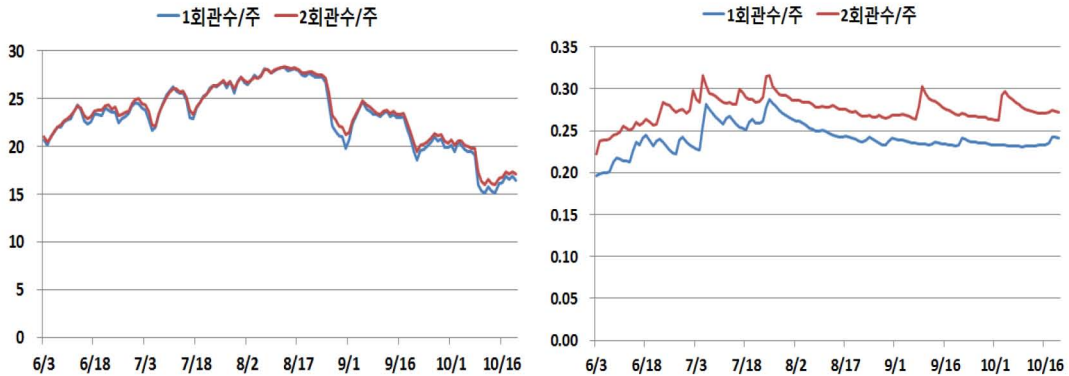


그림 7. 관수횟수별 토양온도(좌) 및 토양수분(우)

표 41. 관수횟수에 따른 앞새버섯 토양매립재배 생육 및 수량특성

품종	관수횟수별 수량(g/3kg 배지)		
	수확일자	1회/주	2회/주
앞새1호	10/10-10/17	634	632
태미	9/10	243	437

\* 접종 3/18, 매립 6/1

### (시험 10) 앞새버섯 봉지재배시 수확후배지 이용기술 개발('16~'17)

앞새버섯 봉지재배후 수확후배지의 재활용에 관한 기술을 개발하였다.

#### ○ 수확후배지 적정 첨가율 구명

수확후배지의 재활용을 위해 첨가율을 0, 20, 30, 40%로 처리하여 생육 및 수량특성을 조사하였다. 수확후배지 첨가율에 따른 배지 성분분석결과는 표 42와 같고, 첨가율이 높아짐에 따라 pH는 다소 낮아지고 질소함량은 높아지는 경향이였다. 수확후배지 첨가에 따른 생육 및 수량특성 조사에서는 수확후배지 30% 첨가에서 가장 양호하였다(표 43).

표 42. 수확후배지 첨가에 따른 혼합배지 이화학성

수확후배지 첨가율(%)	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	NaCl (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
수확후배지	4.11	1.05	49.49	47.13	0.55	0.16	0.10	0.04	1.22
0	4.54	0.90	46.37	51.52	0.55	0.16	0.10	0.04	1.22
20	4.69	1.09	46.27	42.45	0.47	0.15	0.08	0.04	1.06
30	4.60	1.16	46.35	39.96	0.48	0.18	0.09	0.05	1.30
40	4.58	1.22	46.35	37.99	0.49	0.17	0.10	0.04	1.17

\* 영양원(V/V, %): 맥주박 15+밀기울 5

표 43. 수확후배지 첨가에 따른 생육 및 수량특성

수확후배지 첨가율(%)	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	수량 (g/병)	갓 색깔		
						L*	a*	b*
0	58.3	135.4	111.7	61.5	104.8	34.7	3.6	10.1
20	58.4	131.1	109.8	61.7	101.6	32.8	3.3	9.4
30	55.7	142.8	120.0	79.1	115.4	33.3	3.5	9.1
40	57.7	129.3	110.1	63.9	90.7	32.9	3.2	9.0

○ 수확후배지 첨가 및 영양원 처리에 따른 생육특성 구명

일새버섯 봉지재배에서 톱밥과 수확후배지를 1:1로 고정시키고 영양원의 첨가율을 달리하여 생육 및 수량특성을 조사하였다. 혼합배지 처리별 성분 분석결과는 표 44와 같다. 영양원 처리별 수량특성 조사에서는 맥주박 15% 단용 처리가 가장 양호한 것으로 나타났다(표 45).

표 44. 수확후배지 첨가 및 영양원 처리에 따른 혼합배지 이화학성

맥주박:밀기울 (V/V, %)	pH (1:5)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	NaCl (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
15:5	4.54	1.21	46.30	38.26	0.50	0.20	0.12	0.04	1.25
15:0	4.38	1.18	46.79	39.65	0.55	0.14	0.08	0.04	1.08
10:5	4.40	1.06	46.45	43.82	0.57	0.20	0.10	0.04	1.15
10:0	4.25	0.96	46.49	48.42	0.48	0.13	0.07	0.04	1.06

\* 톱밥과 수확후배지는 부피비 1:1로 고정

표 45. 수확후배지 첨가 및 영양원 처리에 따른 생육 및 수량특성

맥주박:밀기울 (V/V, %)	수확 소요일수	갓경 (mm)	경장 (mm)	경태 (mm)	수량 (g/병)	갓 색깔		
						L*	a*	b*
15:5	53.0	138.6	116.8	69.9	118.0	33.8	3.4	9.7
15:0	53.2	130.2	107.8	71.9	129.9	33.8	4.1	10.7
10:5	53.1	135.5	113.7	70.5	110.8	32.3	4.0	10.7
10:0	53.7	123.3	105.3	74.1	126.9	36.8	4.9	13.2

○ 수확후배지 재이용 봉지재배시 수확후배지 경과일수에 따른 생육특성

수확후배지 재이용 개발 1차 시험에서는 여름철 수확후배지 부패 등의 문제발생으로 정확한 결과를 도출할 수 없었다(표 46). 2차 시험에서 수확후배지 처리시 수확소요일수는 대조구에 비해 1-3일 정도 단축되는 것으로 나타났고, 수량에 있어서는 2kg배지 30일 처리구를 제외한 모든 처리에서 5-20% 증가한 것으로 나타났다(표 47).

표 46. 수확후배지 경과일수에 따른 생육 및 수량특성(1차)

봉지배지 무게	경과 일수	생육배지	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량 (g/봉지)
				장경	단경	높이	
1kg	0	대조구	61.0	98.0	82.5	40.0	108.4
		수확후배지	62.0	104.3	83.9	43.7	145.6
	15	대조구	58.2	127.2	106.9	60.8	139.6
		수확후배지	57.1	109.6	87.2	49.0	103.5
	30	대조구	59.6	116.2	98.3	52.5	117.4
		수확후배지	57.7	104.0	88.7	52.3	88.5
2kg	0	대조구	71.0	157.6	137.4	70.2	265.7
		수확후배지	69.1	150.9	129.2	70.0	227.5
	15	대조구	73.0	136.8	115.1	68.5	189.5
		수확후배지	73.8	118.6	94.1	70.0	139.4
	30	대조구	61.5	165.2	153.3	80.8	298.1
		수확후배지	60.8	169.2	153.5	84.4	359.3

표 47. 수확후배지 경과일수에 따른 생육 및 수량특성(2차)

봉지배지 무게	경과 일수	생육배지	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량* (g/봉지)
				장경	단경	높이	
1kg	0	대조구	58.6	138.3	110.2	56.8	127.5ab
		수확후배지	56.9	133.3	110.8	59.8	134.3a
	15	대조구	70.0	142.9	106.5	64.5	116.5b
		수확후배지	68.6	139.3	112.4	62.8	131.7ab
	30	대조구	64.2	142.8	115.5	65.5	123.2b
		수확후배지	62.3	134.2	107.5	66.9	130.0ab
2kg	0	대조구	68.6	176.0	154.2	74.5	241.9
		수확후배지	67.4	170.1	148.2	78.8	294.4
	15	대조구	71.8	160.1	138.0	73.9	203.5
		수확후배지	68.9	157.8	136.7	79.7	253.6
	30	대조구	70.2	185.2	140.7	86.8	286.2
		수확후배지	71.8	173.3	126.9	80.4	235.4

\* DMRT 0.05

**(시험 11) 앞새버섯 봉지재배시 저온처리효과 구명(17)**

앞새버섯 봉지재배시 저온처리 시간에 따른 생육특성을 조사하였다. 저온처리 시간이 늘어남에 따라 수확소요일수가 늘어나는 경향이었고, 1kg 배지에서는 24시간 처리가 봉지당 수량 131.2g으로 가장 높았고 2kg 배지에서는 12시간 처리가 258.7g으로 가장 높았다(표 48).

표 48. 봉지재배시 저온처리 시간에 따른 생육특성(5°C 처리)

봉지배지 무게	저온처리 시간	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량* (g/봉지)	갓의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
1kg	0	70.6	127.5	111.6	66.0	123.4b	33.1	3.7	9.3
	12	72.0	129.1	111.6	63.5	125.0ab	33.3	3.9	9.6
	24	73.1	133.7	111.8	60.9	131.2a	32.5	3.8	9.4
	48	73.7	131.1	114.2	58.6	126.5ab	32.0	3.7	9.1
	평균	72.4	130.4	112.3	62.3	126.5	32.7	3.8	9.4
2kg	0	84.8	151.9	125.2	66.9	241.4a	32.7	3.7	9.5
	12	87.8	149.9	123.5	72.4	258.7a	33.0	3.3	8.9
	24	86.6	146.0	120.5	67.7	251.7a	32.2	3.3	8.7
	48	86.4	145.6	126.9	72.3	247.5a	32.1	3.3	8.7
	평균	86.4	148.4	124.0	69.8	249.8	32.5	3.4	9.0

\* DMRT 0,05



그림 8. 앞새버섯 봉지재배시 저온처리 기간에 따른 자실체 모습

**(시험 12) 앞새버섯 봉지재배 최적습도 구명(17)**

앞새버섯 봉지재배시 생육실의 상대습도에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다. 상대습도 80% 처리구에서는 자실체의 발생이 없었고, 1, 2kg 배지 모두 상대습도 95%에서 수량이 가장 높았다(표 49).

표 49. 봉지재배시 생육실 습도에 따른 생육특성

봉지배지 무게	생육실 습도(%)	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량* (g/봉지)	갓의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
	80**	-	-	-	-	-	-	-	-
1kg	85	60	140.9	101.7	68.6	105.5c	35.3	3.2	10.5
	90	60	131.7	103.3	66.4	108.6b	49.6	3.2	10.7
	95	59	140.7	109.4	66.0	130.2a	31.9	3.3	9.4
2kg	80	-	-	-	-	-	-	-	-
	85	81	141.1	118.9	61.2	213.1b	58.0	4.2	16.3
	90	77	143.5	121.7	57.1	253.6a	46.3	3.5	11.7
	95	76	149.5	131.3	57.9	266.8a	45.0	3.7	11.9

\* DMRT 0.05, \*\* 80% 처리에서는 자실체의 발생이 없었음

### (시험 13) 잎새버섯 봉지재배 절개방법 구명(17)

잎새버섯 봉지재배시 입상 후 절개방법에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다. 한일자(-)형 절개방법이 1, 2kg 배지 모두 수확소요일수는 1일 정도 늦었으나 수량은 가장 높았다(표 50).

표 50. 잎새버섯 봉지재배시 비닐 절개방법에 따른 생육특성

봉지배지 무게	절개 방법	수확소요 일수(일)	다발 크기(mm)			수량* (g/bag)	갓의 색도		
			장경	단경	높이		L	a	b
1kg	-	63.8	121.4	97.4	66.1	140.6a	42.0	3.8	11.2
	+	63.2	115.5	93.5	60.1	129.6bc	41.7	3.9	11.4
	∨	62.0	120.9	98.9	67.6	124.3c	38.7	3.6	10.4
	⊔	63.4	132.5	112.3	63.5	133.2b	37.0	4.4	11.5
2.5kg	-	78.8	176.7	150.6	86.0	356.1a	36.2	4.1	11.8
	+	76.8	176.9	149.6	83.8	331.6a	37.1	3.9	11.1
	∨	76.6	180.1	154.7	86.3	348.8a	37.4	4.6	12.7
	⊔	77.7	168.2	151.0	85.8	323.8a	35.3	4.3	11.7

\* DMRT 0.05

### (시험 14) 잎새버섯 봉지재배 변온효과 구명(18)

잎새버섯 봉지재배시 생육실의 변온처리에 따른 생육 및 수량특성을 조사하였다. 2회에 걸쳐 실시한 변온처리 시험결과 온도가 높은 변온처리가 수확은 빨랐으나 수량에 있어서는 관행이 우수하였고, 자실체의 색택 또한 진하게 나타났다(표 51).

표 51. 봉지재배시 변온처리에 따른 생육 및 수량특성

구 분	온도범위	수확 개시일	다발 크기(mm)			수량 (g/봉지)	갓의 색도			
			장경	단경	높이		L	a	b	
변온	1차*	19~22℃	10/1	187.8	127.2	80.3	263.4	42.1	3.2	10.2
	2차**	17~21℃	10/22	191.9	136.2	87.4	278.2	37.8	4.1	11.8
	평균			189.9	131.7	83.9	270.8	40.0	3.7	11.0
관행	1차	17±1℃	10/13	168.2	134.2	75.4	275.9	40.3	3.6	11.6
	2차	17±1℃	10/26	162.8	140.5	78.5	304.8	31.5	3.6	9.1
	평균			165.5	137.4	77.0	290.4	35.9	3.6	10.4

\* 1차: 9. 4 ~ 10. 1일, \*\* 2차: 10. 2 ~ 10. 24일

(시험 15) 잎새버섯 봉지재배시 필터부착 비닐 이용 시험(18)

잎새버섯 봉지재배시 일본에서 주로 이용하고 있는 필터부착 비닐봉지를 이용하여 관행 스크류마개 이용재배와 생육 및 수량특성을 비교하였다. 2kg 배지와 3kg 배지 모두 필터부착 비닐봉지를 이용했을 때 관행 스크류 마개 이용 재배보다 수량성이 좋았다(표 52, 53).

표 52. 필터부착 비닐봉지 이용 봉지재배시 생육 및 수량특성(2.0kg배지)

구 분		다발 크기(mm)			수량 (g/봉지)	갓의 색도		
		장경	단경	높이		L	a	b
필터 부착	1차	156.9	125.9	79.6	253.1	36.1	4.8	10.4
	2차	166.9	137.6	86.0	292.4	35.5	4.6	10.6
	평균	161.9	131.8	82.8	272.8	35.8	4.7	10.5
스크류마개 (관행)	1차	152.1	123.6	78.4	275.1	36.0	4.6	10.2
	2차	156.2	129.0	77.5	249.5	34.4	4.6	10.5
	평균	154.2	126.3	78.0	262.3	35.2	4.6	10.4

표 53. 필터부착 비닐봉지 이용 봉지재배시 생육 및 수량특성(3.0kg배지)

구 분		다발 크기(mm)			수량 (g/봉지)	갓의 색도		
		장축	단축	높이		L	a	b
필터 부착	1차	175.7	142.8	92.4	338.4	34.1	4.9	10.4
	2차	158.1	134.0	88.4	328.8	33.8	4.0	10.1
	평균	166.9	138.4	90.4	333.6	34.0	4.5	10.3
스크류마개 (관행)	1차	151.0	120.3	81.0	298.3	37.3	4.6	10.2
	2차	162.9	136.4	80.4	306.2	37.5	4.3	10.9
	평균	157.0	128.4	80.7	302.3	37.4	4.5	10.6

### (시험 16) 잎새버섯 원목재배기술 개발('14~'17)

참나무 단목을 이용한 잎새버섯 토양매립재배기술을 개발하였다. 잎새버섯 토양매립후 5년동안 수확조사를 실시하였으며, 5년 전체 수량에 있어서는 잎새1호와 다박 두 품종 모두 m<sup>2</sup>당 50kg 내외로 비슷하였다(표 54).

표 54. '12, '13 매립 원목재배 수량 조사

품종	매립일자	수량(kg/m <sup>2</sup> )					계
		2017년	2016년	2015년	2014년	2013년	
잎새1호	'12. 8. 30	4.2	4.7	9.2	15.2	15.3	48.6
	'13. 4. 8	5.0	4.4	9.8	15.5	16.6	51.3
	평균	4.6	4.6	9.5	15.4	16.0	50.0
다박	'12. 8. 30	9.8	4.9	11.1	11.9	11.0	48.7
	'13. 4. 8	6.6	7.4	14.2	11.0	13.6	52.8
	평균	8.2	6.2	12.7	11.5	12.3	50.8

### (시험 17) 잎새버섯 원목재배시 원목크기별 생육 및 수량특성 구명('16~'18)

잎새버섯 품종별, 원목길이별 수량특성을 조사하였다. 원목길이에 따른 수량을 보면 잎새1호 등 세 품종 모두 원목길이 15cm에 비해 20cm의 수량이 높았고 품종별로는 태미 품종의 수량이 가장 높았고 잎새1호, 다박의 순이었다(표 55). 다박의 경우 수량이 가장 낮았지만 가장 고온성으로 잎새1호나 태미에 비해 수확시기가 7~14일 정도 빨랐다(표 55).

표 55. 원목길이에 따른 수량특성 조사('16 매립)

품종	원목길이 (cm)	수확개시일	수량(kg/m <sup>2</sup> )			계
			2018	2017	2016	
잎새1호	15	9/22~9/30	4.4	5.6	5.3	15.3
	20	9/22~9/30	6.5	7.6	7.6	21.7
다박	15	9/13~9/18	3.5	6.5	3.8	13.8
	20	9/13~9/18	4.7	7.9	2.4	15.0
태미	15	9/25~10/3	5.5	9.3	3.9	18.7
	20	9/25~10/3	7.2	9.2	7.1	23.5

## 4. 적 요

### (시험) 산느타리버섯 품종육성

가. 화산 품종과 특이적으로 자실체의 색택이 진한 호산 변이종을 교배모본으로 이용하여 자산 품종을 육성을 하였고, 자산 품종은 갖의 색이 진하고, 발이가 균일하며 수량성 또한 우수함.

나. 자산과 국외수집종 GWM60188계통을 교배모본으로 하여 JASA0307계통을 선발하고, 품종명을 '약선'으로 하여 품종출원 함. 이 품종은 갖의 색이 진하고 모양이 균일하며, 대가 단단하고 갖이 잘 부서지지 않는 특징이 있음.

### (시험) 잎새버섯 고품질 생산기술 개발

가. 구멍뚫린 마개를 이용한 잎새버섯 병재배 기술 개발(특허)

- 구멍뚫린 마개를 이용하고, 균균기를 실시하지 않은 처리가 기존 관행 재배에 비해 품질이 우수하고, 수량이 1100ml 병당 100g으로 10% 정도 증가하였음

나. 잎새버섯 고품질 봉지재배기술 개발(논문게재, 학술발표, 영농활용)

- 최적 생육배지 개발(V/V): 참나무 톱밥 85%+밀기울 15%
- 영양원 '맥주박' 선발 및 적정 첨가율 구명(V/V): 맥주박 15%+밀기울 5%
- 적정 생육환경 구명: 상대습도 95%, LED 이용과 변온효과는 없었음
- 원기형성 유도를 위한 비닐봉지 절개방법: 일자형(-) 우수
- 필터부착 비닐봉지 이용기술: 배양이 빠르고 수량성 우수

다. 잎새버섯 수확후배지 이용기술 개발(학술발표, 영농활용)

- 수확후배지를 40% 첨가까지 관행처리와 수량 및 품질의 차이가 없었음
- 수확후배지와 톱밥을 1:1로 고정할 경우 영양원의 첨가는 맥주박 15%가 우수하였음

라. 잎새버섯 토양매립재배기술 개발(논문게재, 학술발표, 영농활용)

- 봉지배지 이용기술: 잎새1호의 3kg 배지 토양매립시 배지당 600g 정도로 수량성 우수
- 참나무 단목(길이 20cm) 이용 원목재배시 5년 동안 m<sup>2</sup> 당 50kg 정도의 수량을 나타냈음

## 5. 인용문헌

- 김정환, 최종인, 지정현, 원선이, 서건식, 주영철. 2008. 잎새버섯 봉지재배에 적합한 배지조성. 한국균학회지 36: 26-30
- 박금주, 오영주, 이상운, 김현수, 하효철. 2007. 생리활성/영양: 3T3-L1지방세포 및 제2형 당뇨병 모델(KK-Ay)에서 잎새버섯(*Grifola frondosa*) 조다당체 추출물의 항당뇨 효과. 한국식품과학회지 39: 330-335
- 농촌진흥청. 2008. 유용버섯류의 재배기술개발. 국책기술개발사업 연구보고서. pp367.
- 농촌진흥청. 2014. 숲속의 식용버섯. 푸른행복출판사. p4-5.
- 外村弘二. 1970. ヒラタケびん栽培のポイント. 日本きのこ. 5(6): 43-46.
- Lee, K. L., Lee, C. O., Kim, H. W. and Kim, J. W. 1985. Studies on constituents of the higher fungi of Korea (XXXVIII) - Antitumor components extracted from cultured mycelia of *Pleurotus pulmonarius*. Kor. J. Mycol. 13(1): 11-21.
- Kodama, N., Murata, Y., Asakawa, A., Inui, A., Hayashi, M., Sakai, N., Nanba, H. 2005. Maitake D-fraction enhances antitumor effects and reduces immunosuppression by mitomycin-C in tumor-bearing mice. Nutrition 21: 624-629

- Racz, L., Papp, L., Prokai, B. and Kovacz, Z. 1996. Trace element determination in cultivated mushrooms: an investigation of manganese, nickel, and cadmium intake in cultivated mushrooms using ICP atomic emission. *Microchem. J.* 54: 444-451.
- Sachin, L. B., Shweta, N. S., Naimesh, M. P., Prasad, A. T. and Subhash, L. B. 2006. Hypoglycemic activity of aqueous extract of *Pleurotus pulmonarius* in alloxan-induced diabetic mice. *Pharm. Bio.* 44(6): 421-425.
- Shen, Q., Royse, D. J. 2001. Effects of nutrient supplements on biological efficiency, quality and crop cycle time of maitake(*Grifola frondosa*). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 57: 74-78
- Shen, Q., Royse, D. J. 2002. Effects of genotypes of maitake(*Grifola frondosa*) on biological efficiency, quality and crop cycle time. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 58: 178-182

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2014(1년)	영농기술	구멍뚫린 마개를 이용한 앞새버섯 고품질 병재배 기술
	특허출원	구멍뚫린 마개를 이용한 앞새버섯 고품질 병재배 기술
	학술발표	산느타리버섯 신품종 '화산'
2015(2년)	영농기술	앞새버섯 봉지재배시 영양원 '맥주박' 선발
	품종육성	산느타리버섯 '자산', 앞새버섯 '태미' 품종출원
	논문게재	RAPD를 이용한 산느타리( <i>Pleurotus pulmonarius</i> ) 수집균주 유연관계 분석
	자료발간	앞새버섯 고품질 재배기술
2016(3년)	영농기술	앞새버섯 봉지배지 토양매립재배 기술
	품종육성	산느타리버섯 '자산', 앞새버섯 '태미' 품종 등록
	특허등록	구멍뚫린 마개를 이용한 앞새버섯 고품질 병재배 기술
	논문게재	앞새버섯 봉지재배시 영양원 '맥주박' 이용 효과
	학술발표	앞새버섯 봉지재배 수확후배지 이용기술
2017(4년)	영농기술	앞새버섯 봉지재배 시 적정 비닐 절개방법
	논문게재	앞새버섯 원목재배시 품종 및 연차별 수량특성
	학술발표	앞새버섯 원목재배시 품종 및 연차별 수량특성
2018(5년)	영농기술	앞새버섯 봉지재배시 필터부착 비닐봉지 이용효과
	영농기술	앞새버섯 원목재배시 원목길이별 수량특성
	품종육성	산느타리버섯 '약선' 품종출원

성과지표명		연도		1년차(2014)		2년차(2015)		3년차(2016)		4년차(2017)		5년차(2018)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
논문 게재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	2	2	
특허	출원	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
	등록	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
	국내	1	1	1	2	-	1	-	-	1	1	3	5		
품종	출원	-	-	-	2	1	-	-	-	1	-	2	2		
	등록	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1	2		
영농 활용	기술	-	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	6		
	정보	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
기술이전		-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5		
국내외기술협력· 협정체결		-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2		
품종증식/분양 /보급		-	6	-	149	-	488	-	-	-	-	-	643		
현장적용·실증		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
농가기술지도/ 컨설팅		-	-	-	11	-	13	-	2	-	5	-	31		
자료발간		-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	1		
전문서 등 저술활동		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1		
홍보		-	30.2	-	20	-	20.5	-	11.5	-	-	-	82.2		
계		1	40.2	2	189	3	527.5	4	21.5	3	8	13	786.2		

## 7. 연구원 편성

구분	소속기관명	직급	성명	수행업무	참여년도				
					'14	'15	'16	'17	'18
과제책임자	원예특작과학원	농업연구관	장갑열	과제총괄	-	-	○	○	○
3세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	이재홍	세부주관 수행	○	○	○	○	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	이안수	시험수행 및 평가	-	-	-	○	○
	작물연구과	"	이남길	"	○	○	○	○	○
	환경농업연구과	"	원현섭	"	-	-	○	○	○
	"	농업연구관	정태성	평가분석 지원	○	○	○	○	○
	"	"	박영학	"	○	○	○	○	○
	"	"	홍대기	"	-	-	-	○	○
	"	공무직	김승진	현장조사 지원	○	○	○	○	○
	"	"	황경희	"	○	○	○	○	○
"	"	김은숙	"	○	○	○	○	○	