

과제 및 세부과제명	과제구분	연구분야	수행기간	과제책임자 및 세부과제 책임자	
표고 신품종 육성 및 안정생산 기술 개발	기관고유	버섯	'15~	버섯연구소	김정한
1) 표고 계통 육성	기관고유	버섯	'15~	버섯연구소	김정한
2) 표고 우량계통 생산력 검정 및 능가실증	"	"	'18~	"	"
3) 표고 안정생산 및 생력화 재배기술 개발	"	"	'20~	"	"
색인용어	표고, 우량계통, 고품질, 톱밥재배, 생력재배				

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 국내 표고 생산량은 22,255톤이며, 생산액은 1,846억원으로 버섯 가운데 가장 높음 (2018 임업통계연보, 산림청)
- 2) 표고 배지는 수요대비 공급량이 부족하여 2018년 기준 중국에서 연간46,302톤의 배지가 수입되고 있으며 여기에서 생산된 생표고 국내점유율은 52% 이르고 있음
- 3) 표고 톱밥배지 품종은 2008년부터 산조701, 715호, 참아람 등이 개발되었으나, 재배방식, 계절 등 목적에 맞는 품종이 부족한 실정임
 - ※ 원통형 품종의 대부분은 중국산 품종 사용 : 추재2호, L808 등
 - ※ 표고 신품종 등록건수 : 29건(산림과학원 10, 산림조합중앙회 16, 전남도 2, 개인 1 등)
- 4) '19년 우리원 육성 표고 신품종 '화답'의 능가 확대 보급을 위해서 다양한 재배방식에 적합한 배양, 갈변 등의 재배기술 개발이 보완되어야 함
- 5) 표고 톱밥 재배는 병재배에 비해 재배기간이 길고 자동화 비율이 낮으며, 비닐, 솜필터 등의 1회용품 사용율이 높아 생산성 향상 및 친환경적인 재배기술 개발이 필요함
- 6) 표고 안정생산 및 자동화 재배기술 개발을 통하여, 표고버섯의 국내 생산기반을 확충하고 FTA에 대응하고자 함.

나. 연구개발대상 기술의 국내·외 현황

1) 국내 연구 현황

- 가) 표고 신품종 '산조708호'의 주요특성은 배양기간 120일, 버섯 발생온도는 5~20℃의 중온성 품종임(한국버섯학회 2016, 207-210)
- 나) 표고 톱밥재배용 신품종 '농진고'는 균사배양 최적온도는 30℃, 버섯 발생온도는 15~23℃의 중고온성이고 1.5kg에서 배지에서 최소 90~100일의 배양이 필요하며, 버섯

발생은 집중형으로 산조701호에 비하여 초기 발생이 다소 늦은편임(한국버섯학회 2015, 228-232)

- 다) 표고 신품종 ‘산장향’은 기 육성된 ‘산백향’과 ‘장안1호’의 단포자 교잡에 의해 육성되었고 자실체 발이온도는 평균 15-19℃ 중온성이며, 자실체 발생은 1차 89%, 2차 4%, 2차 7%의 발생비율을 보임(한국균학회지 2019, 143-152)
 - 라) 표고 톱밥재배를 위한 적절한 배지크기는 길이25cm×직경14cm, 배지량 2.5kg, 수분 함량 55%, 배지조성은 참나무톱밥 80%, 영양원(미강 또는 밀기울) 20%이며, 배지 표면 갈변화에 가장 좋은 처리는 10℃의 변온과 봉지 천공이었음(한국버섯학회지 2008, 131-137)
 - 마) 광 파장이 산조701호 균사 갈변에 미치는 영향을 조사한 결과 녹색과 청색의 갈변율이 각각 53.8%, 57.3%로 가장 우수하였고, 녹색~청색 파장의 빛으로 촉진된 표고 균사의 갈변층은 죽은 조직이지만 그 아래 내부 활력 균사체를 보호하는 중요한 기능을 수행함(한국균학회지 2018, 63-73)
 - 바) LED광원에 따른 표고 톱밥배지 갈변효율 분석결과 ‘농진고’, ‘산조701호’ 모두 청색 LED 200lx에서 갈변효율과 수량성이 가장 우수하였음(한국버섯학회지 2017, 195-201)
 - 사) 표고 시설재배시 상대습도 95%에서 자실체 크기, 수량성이 높았으나 버섯의 갓 색이 어두웠으며, 상대습도 65%에서는 화고 생산에 적합한 상대 습도이나 수량성이 현저하게 낮아짐(한국버섯학회 2018, 263-266)
- 2) 국외 연구 현황
- 가) 표고균에 의해 분해된 참나무톱밥은 일반 참나무톱밥에 비해 탄소 함량은 낮아지고, 산소함량은 증가되며, 리그닌보다는 cellulose와 xylan이 우선 분해되어짐(J. Agric. Food Chem. 2003, 947-956)
 - 나) 표고 배지제조시 수분 함량 55%, 배지량 3.2kg에서 자실체 수율 및 생물학적 효율이 가장 우수하였으며, 필터 공극률은 1주기 수량성에는 영향을 끼치나 2주기 수량성에는 영향이 없음(Bioresource Technology 2008, 8212-8216)
 - 다) 표고 배지제조시 탄산칼슘(CaCO₃) 첨가는 균사의 생장과 가지(branch) 형성 조절에 중요한 역할을 하고 적정 첨가량은 0.6%이며, 2주기까지의 수량성이 우수하였음(Bioresource Technology 2003, 225-228)
 - 라) 표고 배지제조시 리그노셀룰로오스 재료로 참나무톱밥 70%, 영양원으로 밀기울 30%, 첨가제로 1% 탄산칼슘과 설탕을 첨가시 자실체 수량성이 가장 우수하였음(Int. J. Vegetable Sci. 2017, 145-150)
 - 마) 표고 갈변(Brown film 형성)은 배지의 수분 유지, 자실체 수량 향상과 품질을 높이는 과정으로 나무의 수피와 같은 역할을 하며 외부 병원균으로부터 내부를 보호하는 역할을 함(Microbiol Res. 2015, 54-63).

바) 갈변현상에 관여하는 유전자를 전사체 분석을 통해 분석한 결과, 이들 유전자는 FMN-및 FAD-결합, kinase 및 GPCR에 의한 신호전달, tyrosinase의 활성화를 통한 멜라닌 생성, glucanase, chitinase 및 laccase에 의한 세포벽 분해와 같은 광 수용체를 통한 광감지와 밀접하게 관련되어 있음(BMC genomics 2019, 20:121)

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야·내용
국 내	국 외	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서는 산림조합버섯연구 센터를 중심으로 기동형 재배 방식을 농가에 보급하였으나, 중국 원통형에 비해 생산성이 낮음 ○ 표고 생력 자동화를 위해 2.5kg 병재배법이 개발되었으나, 갈변 완성율이 낮아 농가에 확산되지 못하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국은 표고 최대 생산·수출 국으로 원통형 재배방식의 재배법 확립과 다양한 품종을 개발하여 왔음 ○ 일본은 일부 자동화가 가능한 사각형 블록형 재배방식의 병지 재배법을 개발하여 보급하여 왔으나 비닐, 필터 등 1회용품 등을 줄이지 못하고 있는 실정임 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원통형 등 다양한 재배방식에 적합한 저온성, 다수성 등 국내 고유 품종 육성 시급 ○ 비닐, 솜필터 등의 사용이 없고 생력화가 가능한 새로운 재배법 개발 필요

2. 연구개발 목표 및 내용

가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
1차년도 (2018년)	<ul style="list-style-type: none"> - 표고 우량계통 모본 및 특성검정 계통 선발 - 표고 농가실증 계통 선발 - 표고 생력화에 적합한 적정 재배용기 선발
2차년도 (2019년)	<ul style="list-style-type: none"> - 표고 다수성 우량계통 생산력 검정 및 농가실증 계통 선발 - 표고 고품질 우량계통 농가실증 등 품종육성 - 표고 생력화용 적정 재배방법 개발
3차년도 (2020년)	<ul style="list-style-type: none"> - 표고 저온성 우량계통 생산력 검정 및 농가실증 계통 선발 - 표고 다수성 우량계통 농가실증 등 품종 육성 - 표고 상자재배에 적합한 안정 배양기술 개발
4차년도 (2021년)	<ul style="list-style-type: none"> - 표고 상자재배에 적합한 우량계통 생산력 검정 및 농가실증 계통 선발 - 표고 저온성 우량계통 농가실증 등 품종 육성 - 표고 상자재배법 농가실증 및 확대보급
최종	국내산 표고 신품종 농가 확대 및 생산성 향상 기술 개발

나. 정량적 성과 목표

성과지표명		연도		1년차 (2019년)		2년차 (2020년)		3년차 (2021년)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
논문게재	비SCI		1	1		1		1		2	1
학술발표	국내			1		1		1		2	
품종출원		1	1					1		2	1
품종등록								1		1	
영농활용 기관제출		1	1	1		1		1		3	1
홍보		1	1	1		1		1		3	1
계		3	4	4		5				13	4

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 표고 계통육성	○ 저온성 계통육성 및 모본선발 ○ 교배계통 특성 검정	○ 표고 저온성 우량계통 육성	'15~
2) 표고 우량계통 생산력 검정 및 농가실증	○ 선발계통 생산력 검정 ○ 다수성 우수계통의 현장적응 및 농가선호도 조사	○ 표고 다수성 우량계통 생산성 검정 및 품종출원	'18~
3) 표고 안정생산 및 생력화 재배기술 개발	○ 육성 품종의 안정생산을 위한 재배법 확립 ○ 표고 상지재배에 적합한 안정 발이 기술 확립	○ 육성 품종의 안정 재배법 확립 ○ 표고 생력화 재배법 확립	'20~'21

라. 당해년도 세부연구내용

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
1) 표고 계통 육성	5	<시험 1> 표고 계통 육성 ○ 교배모본 : 추재2호×화담 등 ○ 교배조합 : 8조합 ○ 교배방법 : 단포자 교배 ○ 조사항목 : 자실체 형태, 발이 및 생육특성, 품질 등 <시험 2> 표고 우량계통 특성검정 ○ 검정계통 : GMLE19620 등 6계통 ○ 재배방법 : 톱밥재배 ○ 조사항목 : 재배특성, 자실체 형태, 수량성 등

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
2) 표고 생산력 검정 및 농가실증	2	<p><시험1> 표고 우량계통 생산력 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시험계통 : GMLE18301 등 ○ 재배방법 : 톱밥재배 ○ 조사내용 : 자실체품질, 재배특성, 수량성 등 <p><시험2> 표고 우량계통 농가실증</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시험계통 : GMLE17611 ○ 재배방법 : 톱밥재배 ○ 시험장소 : 도내 2농가 ○ 조사내용 : 재배특성, 수량성, 농가반응 등
3) 표고 안정생산 및 생력화 재배기술 개발	1/1	<p><시험 1> 표고 육성품종의 안정 배양기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시험품종 : 화담 ○ 재배방법 : 3kg원통형 ○ 처리내용 : 침공 1, 2, 3회 등 4처리 <ul style="list-style-type: none"> - 1회 침공: 접종구 주변(∅3mm×3cm, 40개) - 2회 침공: 1회침공+배양측면(∅5mm×9cm, 8개) - 3회 침공: 1회+2회+배양측면(∅5mm×9cm, 8개) ※ 접종 테이프제거(배양20일) 공통 ※ 침공시기: 1회(배양20일), 2회(배양20, 30일) 3회(배양20, 30, 40일) ○ 조사항목 : 봉지내 온도 변화, 배지무게, 갈변율, 발이율, 수량성 등 <p><시험 2> 표고 상자재배 안정 배양기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시험균주 : 화담 ○ 배 지 량 : 6~7kg ○ 처리내용 <ol style="list-style-type: none"> ① 종균 혼합접종 ② 필터 처리 ③ 필름 피복(갈변 유도시) ④ 타공(배양상면 균사생장 완료시) 등 ○ 조사항목 : 상자내부 온도, CO², O²농도 변화, 오염율, 갈변율, 수량성 등 <p><시험 3> 표고 상자재배 농가실증 연구(‘21)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시험품종 : 화담, LE18319 ○ 시험장소 : 도내 2농가 ○ 조사항목 : 재배특성, 수량성, 농가반응 등

3. 당초 연구계획과 변경된 사항 (해당없음)

4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구개발결과의 활용방안

1) 학술발표 및 논문게재

- 가) 표고 신품종 ‘화담’ 육성 및 주요특성(2020)
- 나) 표고 다수성 신품종 육성 및 주요특성(2021)
- 다) 표고 저온성 신품종 육성 및 주요특성(2022)
- 라) 표고 상자재배용 신품종 육성 및 주요특성(2023)
- 마) 상자를 이용한 표고 재배방법(2020)
- 바) 표고 갈변효율 향상을 위한 적정 전처리 방법(2021)

2) 영농활용

- 가) 표고 신품종 ‘화담’의 적정 배양방법(2020)
- 나) 표고 갈변효율 및 안정생산을 위한 적정 처리 방법(2020)
- 다) 표고 저온성 신품종의 안정 생산기술 개발(2021)
- 라) 표고 상자재배용 신품종의 안정 생산기술 개발(2022)

3) 품종출원

- 가) 표고 다수성 우량계통 품종 출원(2020)
- 나) 표고 저온성 우량계통 품종 출원(2021)
- 다) 표고 상자재배용 우량계통 품종 출원(2022)

나. 기대성과

(1) 기술적 측면

- 가) 중국산 표고 품종 대응 국내산 품종 육성을 통한 종자 주권 강화
- 나) 생산자의 다양한 요구에 적합한 국내 품종 육성을 통한 국내산 점유율 확대
- 다) 표고 생력화 재배기술 개발로 생산비 절감 및 농가소득 향상

(2) 경제적·산업적 측면

- 가) 표고 고유 품종 확보로 UPOV 가입에 따른 로얄티 부담 해소
- 나) 중국산 수입 표고의 국산화를 통한 국외 종균 구입비 절감
- 다) 표고 생력화 자동화 재배기술 개발을 통한 국제 경쟁력 강화

5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 표고 계통 육성	책 임 자	버섯연구소	지방농업연구사	김정한	'15~	50
	공동연구자	"	"	신복음	'18~	10
	"	"	"	최종인	'15~	10
	"	"	"	전대훈	'18~	10
	"	"	"	백일선	'15~	10
	"	"	지방농업연구관	하태문	'17~	5
	"	"	"	정구현	'19~	5
	책 임 자	버섯연구소	지방농업연구사	김정한	'17~	50
2) 표고 우량계통 생산력 검정 및 농가 실증	공동연구자	"	"	신복음	'18~	5
	"	"	"	최종인	'17~	5
	"	"	"	전대훈	'19~	5
	"	"	"	백일선	'17~	5
	"	"	지방농업연구관	하태문	'20~	5
	"	버섯연구소	"	정구현	'19~	5
	"	작물연구과	"	이용선	'17~'19	5
	"	"	"	이영순	'18~'19	5
	"	원예연구과	"	정윤경	'17	5
	"	작물연구과	"	지정현	'17	5
3) 표고 안정생산 및 생력화 재배기술 개발	책 임 자	버섯연구소	지방농업연구사	김정한	'20~	50
	공동연구자	"	"	신복음	'20~	10
	"	"	"	최종인	'20~	10
	"	"	"	전대훈	'20~	10
	"	"	지방농업연구관	하태문	'20~	10
	"	"	"	정구현	'20~	10

6. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	6차년도 (2020)	7차년도 (2021)	8차년도 (2022)	합 계
○ 표고 신품종 육성 및 안정생산 기술 개발	135	135	135	405
1) 표고 계통 육성	45	45	45	135
2) 표고 우량계통 생산력 검정 및 농가실증	40	40	40	120
3) 표고 안정생산 및 생력화 재배기술 개발	50	50	50	150