

보안 과제(), 일반 과제(v) / 공개(v), 비공개()

생명자원생산·관리기술 사업 제1차 연도 최종 보고서

발 간 등 록 번 호

11-1543000-002634-01

신소득 유망버섯 트러플(서양송로) 균사체 대량증식 기술 개발

2018. 12.

한국농수산대학

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

<제 출 문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “신소득 유망버섯 트리플(서양송로) 균사체 대량증식 기술 개발”(개발기간 : 2017 .12.28 ~ 2018 .12.27)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018 . 12 . .

주관연구기관명 : 한국농수산대학 산학협력단장 오대근 (인)
협동연구기관명 : (대표자) (인)
참여기관명 : (대표자) (인)

주관연구책임자 : 장 현 유 (인)
협동연구책임자 :
참여기관책임자 :

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

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	117122-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2017.12.28.-20 18.12.27	단 계 구 분	(총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	생명자원생산.관리기술사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	신소득 유망버섯 트리플(서양송로) 균사체 대량증식 기술 개발			
연구책임자	장현유	해당단계 참여연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 6 명 내부: 4 명 외부: 2 명	총 연구개발비	정부: 49,175천원 민간: 천원 계: 49,175천원
연구기관명 및 소속부서명	한국농수산대학			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설· 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호			11-1543000 -002634-01								

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장 비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

<p>요약</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 트리플 균사체 대량증식법 개발을 위한 기초연구 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 트리플 균주 확보 : 3균주 이상 - 국내외 트리플 관련 연구논문 및 문헌자료 확보 - 해외 선진기술 벤치마킹을 통한 기술 습득 ○ 트리플 균사체 대량증식법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 공시균주 대상 최적 pH 선발 - 공시균주 대상 최적 배양온도 선발 - 공시균주 대상 최적 배지 선발 - 공시균주 대상 최적 영양원(탄소원, 질소원) 선발 ○ 가공품 적용 가능성 여부 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 균사체 이용 화장품 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 오일류 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 식용 소금 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 버섯쌀 개발 가능성 검토 	<p>보고서 면수 79</p>
---	----------------------

<요약문>

연구개발목표	- 트러플(서양송로) 균사체 대량증식기술 개발 및 가공품 개발 가능성 검토				
연구개발내용	- 트러플 균사체 대량증식법 개발을 위한 기초연구 - 트러플 균사체 대량증식법 개발 - 가공품 적용 가능성 여부 검토				
연구개발성과	- 특허출원 및 등록 : 출원 1건 - 논문(KSCI(E), 포스터) : 포스터발표 1건 이상 - 인력양성 : 신규 연구인력 양성 2명 - 홍보전시 : 언론보도 1회 이상				
활용계획 및 기대효과	- 트러플 균사체 대량증식 시스템 개발로 선진화된 기술 조기 확보 - 고부가가치 트러플 균사체 대량증식을 통한 농가소득 증대 기여 - 트러플 인공재배 기초자료 확보				
국문핵심어 (5개 이내)	트러플(서양송로)	균사체	대량증식	인공재배	균근성 버섯
영문핵심어 (5개 이내)	Truffle	Mycelium	Mass production	Artificial cultivation	Mycorrhizae mushroom

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

I. 연구개발과제의 개요	6
II. 연구수행 내용 및 결과	9
III. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	38
IV. 연구결과의 활용 계획 등	70
붙임. 참고 문헌	71

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

I. 연구개발과제의 개요

- 트러플 제품은 Story telling marketing을 할 수 있는 다이아몬드 버섯으로 알려져 있다. 그러므로 트러플 함유제품은 이러한 면에서 시장성이 높고 고가의 버섯으로 귀족마케팅으로 활용 측면 있으므로 본 연구에서는 가공상품 개발방향을 제시할 계획임.
- 대표적인 외생균근(ectomycorrhizae)성 버섯의 하나인 트러플은 그 부가가치 때문에 한국과 일본에서의 송이(*Tricholoma Matsutake*)에 대한 연구열정 만큼이나 유럽에서도 활발하게 연구되어 왔다. 특히 1940~50년대부터 주산지인 프랑스, 이탈리아, 스페인에서의 야생 트러플의 생산이 급감하여 초과수요와 가격 급상승 현상이 일어나면서 인공재배에 대한 연구와 상업적인 재배가 더욱 활성화되었다.
- 1885년 외생균근(ectomycorrhizae)이 처음으로 발견되면서 트러플 인공재배에 대한 연구가 시작되었다고 할 수 있지만, 본격적인 인공재배는 접종묘목(inoculated seedling)을 조립한 프랑스와 이탈리아의 일부 트러플 농장(truffle orchard)에서 수확이 이루어지기 시작한 1970년대 후반이라고 할 수 있다. 이러한 성공에도 불구하고 수확량이 아직은 매우 제한적이어서 현재까지도 전 세계에 공급되고 있는 트러플의 대부분은 재배보다는 자연산 트러플에 의존하고 있는 실정이며, 상업적으로 성공적인 재배가 가능한 트러플 중도 French Perigord black truffle라 불리는 *Tuber melanosporum*이 대부분이다.
- 현재까지 개발된 인공재배 기술은 크게 두 가지 방법이 있으며, 'Talon's Method'와 'Techniques for controlling the synthesis of truffle ectomycorrhizae on seedling root system'이다.
- Talon's Method는 19세기초 프랑스 농부인 Joseph Talon이 생산량을 늘리기 위해서 고안한 자연접종 방법으로, 트러플을 생산하고 있는 나무(oak) 아래 도토리를 심은 후 자란 감염묘목을 새로운 장소에 옮겨심는 방법이다. 이 방법은 묘목의 접종여부를 확인할 수 없었기 때문에 트러플 생산에 실패하는 경우가 많았지만 거의 200년 동안 유럽에서 생산에 기여하였고, 추가 연구가 이루어져 트러플과 나무뿌리의 상호 공생관계에 대한 이해를 도출해냈으며 결과적으로 1885년 러시아의 왕이 된 B. Frank가 이러한 공생관계를 설명할 수 있는 'mycorrhiza(fungus root)'라는 용어와 개념을 만들어내게 되었다.
- Techniques for controlling the synthesis of truffle ectomycorrhizae on seedling root system은 1970년대초 생산량과 접종 신뢰성을 개선하기 위한 연구노력의 결과로, 통제된 조건하에서 기주묘목의 뿌리에 배양한 트러플 균을 감염, 안정화시킨 후에 토양, 기후 등 재배환경 조건이 일치하는 지역에 식목하는 방법이 개발되었다. 이 방법으로 1978년 프랑스에서 세계 최초로 트러플이 수확되었으며, 최근까지도 프랑스에서만 매년 30-45만 그루의 접종묘목이 생산되고 있다. 프랑스 외에도 이탈리아, 스페인, 스웨덴, 호주, 미국, 뉴질랜드 등 각국의 임학자와 미생물학자들의 연구가 활발히 이루어져 독립적인 묘목 감염기술, 농장 조성기술, 재배기술 등을 확립하고 실제로 묘목접종 및 재배가 이루어지고 있다. 그러나 이들의 연구는 모두 독립적으로 이루어져 일반적인 배양 및 재배방법은 노출되어 있으나, 묘목 접종기술을 비롯한 구체적인 농장부지 조성 및 접종묘목 생육기술은 비공개 비밀로 남아 있다.



묘목 재배 → 접종묘 생산 → 접종묘 이식 → 트러플 농장

그림 1. 트러플 재배 과정

- 현재 세계시장에서 유통되고 있는 14종의 truffle 중 요리품질과 시장가치로 평가한 결과, Périgord black truffle, Italian white truffle, Winter truffle, Summer truffle의 4종이 우수한 것으로 알려져 있으며, 이들에 대한 균주확보 및 연구를 병행과 더불어 새로운 균주 개발에 대한 연구가 지속적으로 필요한 실정이다.

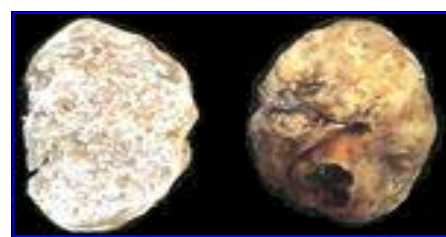
표 1. 트러플종의 상업적인 평가

Table 1 Commercially important truffle species			
Common name	Scientific name	Culinary quality	Market value
Périgord black truffle	<i>Tuber melanosporum</i>	****	****
Italian white truffle	<i>T. magnatum</i> (= <i>Tartufo bianco</i>)	****	****
Winter or musky truffle,	<i>T. brumale</i>	****	***
summer truffle	<i>T. aestivum</i>	****	***
Burgundy truffle	<i>T. uncinatum</i>	***	**
Red truffle	<i>T. rufum</i>	**	**
Bagnoli truffle	<i>T. biformatum</i>	**	**
Hollow truffle	<i>T. excavatum</i>	**	**
(unknown)	<i>T. macrosporum</i>	**	**
Truffle mécentérique	<i>T. mesentericum</i>	**	**
Indian truffle	<i>T. indicum</i>	*	*
Chinese truffle	<i>T. sinense</i>	*	*
Himalayan truffle	<i>T. himalayense</i>	*	*
Desert truffles	<i>Tarfezia</i> spp	**	**

Where * indicates low quality or price, and **** high quality or price



(Périgord black truffle)



(Italian white truffle)



(Winter truffle)



(Summer truffle)

그림 2. 트러플 종별 사진

- 현재까지 인공재배 기술이 확립된 종은 *T. melanosporum* 이 유일하며, *T. borchii* (Zambonelli, 2000) 와 *T. aestivum* (Chevalier & Frochot, 2000)은 상당한 진전이 있는 것으로 파악되고 있으나, *T. magnatum*은 많은 문제로 뚜렷한 성과는 이루지 못하고 있다. 일본 미야기현 임업시험장과 세레스농학연구소에서 인공재배 연구를 하고 있는 송로(松露)는 트러플종이 아니고 소나무에서 공생하는 *Rhizopogon rubescens*으로, 우리나라에서는 알버섯이라고 한다. 중국의 경우는 ‘Chinese Truffle’이라고 불리는 야생 트러플을 채취하여 유럽과 일본에 수출하고 있는데, 이는 *T. sinensis*종으로 중국 수확량의 95%가 雲南(50%), 四川(35%), 티벳(10%) 지방에서 채취되고 있다. Chinese Truffle은 외형상 French Black Truffle과 유사하여 일반인들은 구별이 어려우나, 색깔이 덜 검고 향이 약하여 하품으로 평가되어 저렴한 가격에 유통되고 있다.
- 접종묘목을 이용한 주요 인공재배 트러플인 Perigord black truffle의 주요수종은 19종으로 조사되었지만 상업적인 생산에 주로 이용되는 것은 5종의 참나무류와 헤이즐릿 등 6종을 이용하고 있다

표 2. 블랙 트러플의 균근형성을 지원하는 것으로 알려진 수종

Common Name	Scientific name
White oak*	<i>Quercus pubescens</i>
Black oak*	<i>Q. sessiflora</i>
Rouvre oak*	<i>Q. pedunculata</i>
Holly oak*	<i>Q. ilex</i>
Kermes oak*	<i>Q. coccifera</i>
Hazel*	<i>Corylus avellana</i>
Lime tree	<i>Tilia</i> sp
Yoke elm (hombearns)	<i>Carpinus</i> sp
Poplar	<i>Populus</i> sp
Chestnut	<i>Castanea</i>
Pine tree	<i>Pinus</i> spp
(unknown)	<i>Cistus</i> sp
Cedars	<i>Cedrus</i> spp
Beeches	<i>Fagus</i> spp
Walnuts	<i>Juglans</i> spp
Rock roses	<i>Helianthemum</i> spp
Olives	<i>Olea</i> spp
Hop-hornbeam	<i>Ostrya carpinifolia</i>
Willows	<i>Salix</i> spp

* Indicates species often involved in commercial production

- 현재 국내에서는 2종의 검은덩이버섯(*Tuber indicum*, 설악산)과 여름갈고리덩이버섯(*Tuber aestivum*, 계룡산)이 자생하는 것으로 밝혀졌으나 이에 대한 균주확보나 배양, 재배에 대한 연구는 거의 이루어지지 못하고 있는 실정이다.
- 따라서 본 연구에서는 트러플의 인공재배기술을 개발하기 위한 기초연구자료로 우량균주 확보 및 공시균주의 생리특성 조사와 더불어 최적 균사체 대량증식 조건을 확립하고 균사체를 이용한 가공상품 개발 가능성을 검토하고자 한다.
- 우량균주 확보

국내 균주 최근 발견 방송보도자료

- 발견 균주명 : *Tuber* sp
- 발견장소 : 포항 죽장면
- 발견일자 : 2019. 2. 14 / 발견자 : 김은경
- 학 명 : *Tuber himalayense*



II. 연구수행 내용 및 결과

1. 트리플 균사체 대량증식 기술 개발

1) 재료 및 방법

(1) 공시균주

본 연구에 이용된 균주는 총 2균주를 대상으로 하여 실시하였다. JF58-01(*Tuber melanosporum*)균주는 본소에서 보유하고 있던 균주로 실험에 사용하기 전 3회 계대하여 균사의 활력을 확보한 후 사용하였으며, JF58-02(*Tuber borchii*)균주는 국제균주분양 기관인 ATCC에서 분양받아 해동 과정을 거친 후 사용하였다. 해동은 Water-bath(25℃)에서 5분간 교반하면서 제상시킨 후 얼음이 거의 없어졌을 때 미리 준비된 PDA, PDB배지에 접종하였다. 접종 후 균사가 확인되면 25℃, 암배양 조건에서 3회 계대배양하여 균사 활력을 확보한 후 사용하였다.

(2) 최적 배지 선발

가. 최적 고체 배지 선발

공시균주를 대상으로 하여 각 균주의 균사 생장에 적합한 고체배지를 조사하기 위해 표 1.과 같이 potato dextrose agar(PDA), malt extract agar(MEA), sabouraud dextrose agar(SDA) 등 Difco사의 상용배지 3종류를 선택하였으며, 각각의 배지는 제조사의 권장 사용량에 따라 제조하였다. 또한 균근성 버섯류의 균 분리와 배양에 널리 사용되는 MMN(modified Melin-Norkrans)한천 배지인 MMNA 배지와 Soybean dextrose agar(SDA)를 제조하여 상용배지와 함께 실험에 사용하였다(표 3). 실험에 사용된 배지는 1M NaOH나 1M HCl을 이용하여 산도를 pH6.0으로 조정하였으며, 시험균마다 동일한 조건을 부여하기 위해 배지를 고압멸균(121℃, 20분)한 후, petri-dish(85x15mm) 1개당 25ml씩 분주하여 상온에서 고형화하고, 접종원 또한 cork borer를 이용하여 직경 6mm의 동일한 크기로 접종하였다. 접종 후 25℃ 항온 배양기에서 4주간 암배양한 후, 균총의 형태적 특징을 사진으로 기록하고, 디지털캘리퍼스를 이용하여 처리구별로 균총의 크기(접종원의 직경 포함)를 측정하고, 균사밀도는 육안으로 관찰하였다. 최적배지는 4주간 배양하여 가장 좋은 균사 성장량을 보인 배지를 선택하였다.

표 3. 고체배지별 조성비율

PDA (Potato Dextrose Agar)	Composition	권장량 39g/l	권장량 500ml
	Potato Starch	4.0g	19.5g
	Dextrose	20.0g	
	Agar	15.0g	
MEA (Malt Extract Agar)	Composition	권장량 3.6g/l	권장량 500ml
	Maltose, Technical	12.75g	16.8g
	Dextrin	2.75g	
	Glycerol	2.35g	
	Peptone	0.78g	
	Agar	15.0g	

SDA (Sabouraud Dextrose Agar)	Composition	권장량 65g/l	권장량 500ml
	Pancreatic Digest of Casein	5.0g	32.5g
	Peptic Digest of Animal tissue	5.0g	
	Dextrose	40.g	
	Agar	15.0g	
MMNA (Modified Melin-Norkrans Agar)	Composition	함량(g/l)	권장량 500ml
	Glucose※	10.0g	5g
	Malt Extract	3.0g	1.5g
	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0.25 (1ml)	0.5ml
	KH ₂ PO ₄	0.5 (5ml)	2.5ml
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.15 (1ml)	0.5ml
	CaCl ₂	0.05 (1ml)	0.5ml
	FeCl ₃ (1% solution)	1.2 ml(1.2ml)	0.6ml
	NaCl	0.025 (1ml)	0.5ml
	Thiamine·HCl	100μg (1ml)	0.5ml
	Agar	15.0g	7.5g
	SSA (Soybean Dextrose Agar)	Composition	권장량 38g/l
Soybean		3.0g	1.5g
Dextrose		20.0g	10.0g
Agar		15.0g	7.5g

나. 최적 액체 배지 선발

공시균주를 대상으로 하여 각 균주의 균사 생장에 적합한 액체배지를 조사하기 위해 Difco사의 potato dextrose brose(PDB)상용배지를 선택하였으며, 제조사의 권장 사용량에 따라 제조하였다. 또한 균근성 버섯류의 균 분리와 배양에 널리 사용되는 MMN(modified Melin-Norkrans)배지와 Soybean sugar brose(SSB)를 제조하여 상용배지와 함께 실험에 사용하였다(표 4). 액체배지에 따른 균체량을 조사하기 위하여 준비된 배지를 고압멸균(121℃, 15분)한 후, 삼각플라스크에 150ml씩 분주하여 상온에서 냉각시킨 후, 각 배지에 미리 준비된 접종원을 15개씩 접종하고, 25℃ 항온 배양기에서 4주간 암배양하였다. 또한 배양과정 중 배양조건에 따른 균체량을 비교하기 위하여 일부는 교반기를 이용하여 24시간 교반을 실시하였으며, 나머지는 정치배양 하면서 하루 세 번 hand-shaking을 실시하여 배양 조건에 따른 균체량을 조사하였다. 4주 후 균총의 형태적 특징을 사진으로 기록하고, 필터페이퍼에 균사체를 여과한 후 40℃에서 12시간동안 건조시킨 후 무게를 측정하여 최적 액체배지를 선정하였다.

표 4. 액체배지별 조성비율

PDB (Potato Dextrose Broth)	Composition	권장량 39g/l	권장량 500ml
	Potato Starch	4.0g	19.5g
	Dextrose	20.0g	
MMNB (Modified Melin-Norkrans Broth)	Composition	함량(g/l)	권장량 500ml
	Glucose※	10.0g	5g
	Malt Extract	3.0g	1.5g
	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0.25 (1ml)	0.5ml
	KH ₂ PO ₄	0.5 (5ml)	2.5ml
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.15 (1ml)	0.5ml
	CaCl ₂	0.05 (1ml)	0.5ml
	FeCl ₃ (1% solution)	1.2 ml	0.6ml
	NaCl	0.025 (1ml)	0.5ml
	Thiamine·HCl	100μg (1ml)	0.5ml
SSB (Soybean Sugar Broth)	Composition	권장량 65g/l	권장량 500ml
	Soybean	3.0g	1.5g
	sugar	20.0g	10g

(3) 최적 산도(pH) 선발

배지의 산도에 따른 균사의 성장속도를 알아보기 위하여, 최적배지실험에서 선발된 최적배지를 사용하여 각각 6반복씩 배지를 제조한 후 완충제인 phosphate buffer(KH₂PO₄, K₂HPO₄)와 1N HCl과 1N NaOH를 사용하여 배지의 pH를 5.0±0.1, 7.0±0.1, 9.0±0.1로 조절하고, 고압멸균(121°C, 20분)한 후, petri-dish(85x15mm) 1개당 25ml씩 분주하여 상온에서 고형화하고, 각 배지의 중앙에 미리 준비된 접종원을 1개씩 접종하고, 25°C 항온 배양기에서 4주간 암배양하였다. 4주 후 균총의 형태적 특징을 사진으로 기록하고, 디지털캘리퍼스를 이용하여 처리구별로 균사생장량(접종원의 직경 제외)을 측정하였으며, 균사밀도는 육안으로 관찰하였다. 최적산도는 28일간 배양하면서 가장 좋은 균사 성장량과 균사밀도를 보인 산도를 선택하였다.

(4) 최적 배양온도 선발

배양 온도에 따른 균사의 성장속도를 알아보기 위하여, 위 시험에서 선발된 최적배지와 산도를 사용하여 각각 6반복씩 배지를 제조하였다. 시험군마다 동일한 조건을 부여하기 위해 배지를 고압멸균(121°C, 20분)한 후, petri-dish(85x15mm) 1개당 25ml씩 분주하여 상온에서 고형화하였으며, 접종원 또한 cork borer를 이용하여 직경 6mm의 동일한 크기로 준비하였다. 준비된 배지에 공시균주를 접종한 후, 2°C간격으로 19°C, 21°C, 23°C, 25°C 4가지 조건에서 4주간 암배양하면서 가장 좋은 균사 성장량과 균사밀도를 보인 온도를 선택하였다.

2) 결과 및 고찰

(1) 최적 고체배지 선발

공시균주의 최적 고체배지를 선발하기 위하여 실험한 결과, JF58-01, 02 균주 모두 SSA배지에서 각각 36.4mm, 71.9mm로 가장 우수한 것으로 조사되었다. 균주별 최적배지는 동일하였으나, 성장량에 있어서 2배 가까이 차이가 발생하였으며, 또한 다른 시험배지에서도 균주에 따라 성장특성에 차이가 있어(표 5., 그림 3, 4.), 앞으로 이 부분에 있어서 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

표 5. 고체배지에 따른 균주별 성장량 조사

균주명	배지명	7일차(mm)	14일차(mm)	21일차(mm)	28일차(mm)
JF58-01	PDA	8.5	13.1	22.1	28.9
	MEA	7.8	15.3	24.2	31.9
	SDA	8.7	11.4	17.4	22.5
	MMNA	9.0	15.8	21.8	26.4
	SSA	7.8	13.8	23.5	36.4
JF58-02	PDA	9	24.6	36.4	45.7
	MEA	4	10.1	14.4	17.9
	SDA	4	8.8	11.1	13.5
	MMNA	7.8	11.5	15.1	19.5
	SSA	14.1	46.3	63.4	71.9



그림 3. 고체배지에 따른 균주별 성장량 조사

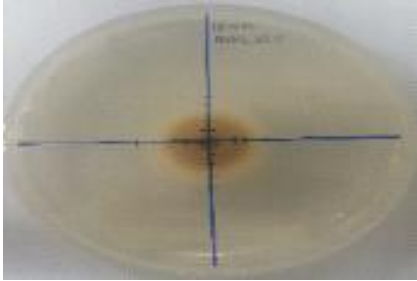
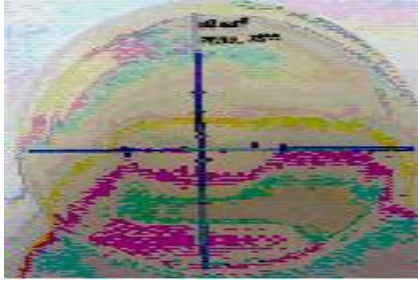
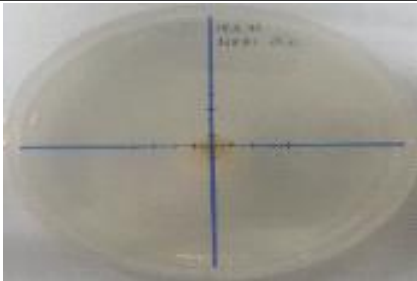
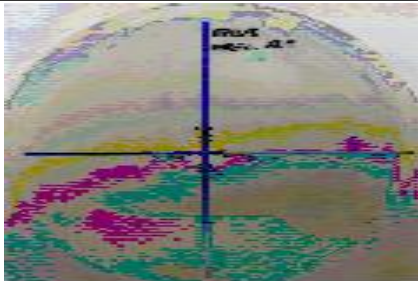
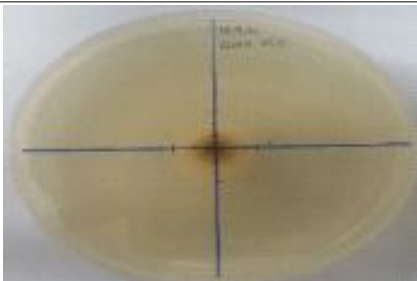
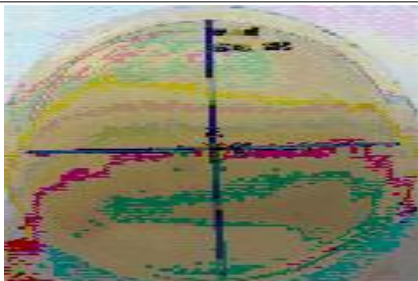
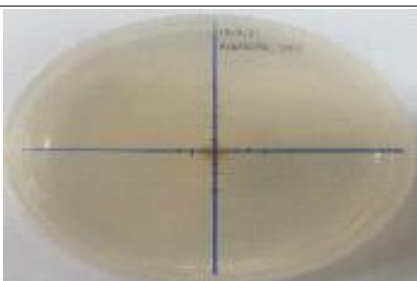
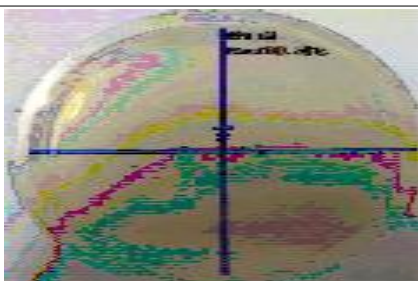

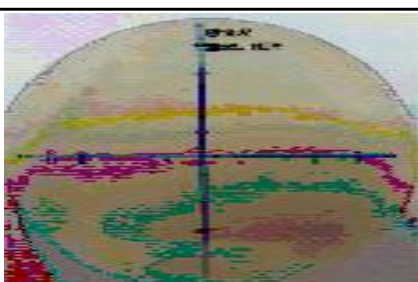
		
JF58-01		JF58-02
PDA 배지		
		
JF58-01		JF58-02
MEA 배지		
		
JF58-01		JF58-02
SDA 배지		
		
JF58-01		JF58-02
MMAN 배지		
		
JF58-01		JF58-02
SSA 배지		

그림 4. 고체배지에 따른 균주별 성장량 조사

(2) 최적 액체배지 선발

공시균주의 최적 액체배지를 선발하기 위하여 실험한 결과, 고체배지 실험과 마찬가지로 균주에 따라 다른 생장특성을 보였다. JF58-01균주에서는 PDB배지에서 0.349g으로 가장 많은 균체량을 보였으며, MMNB, SSB에서는 배양조건에 따른 균체량에 별 차이가 없었으나 PDB배지에서는 정치배양하면서 hand-shaking한 처리구에서 진탕배양한 처리구보다 약 1.5배 차이가 발생하였다. 또한 PDB, MMNB, SSB 배지별 산도를 조사한 결과 각각 pH5.7, pH4.7, pH7.3으로 상이하게 조사되었다. 또한 JF58-02균주에서는 SSB배지에서 0.399g으로 가장 많은 균체량을 보였으며, MMNB 0.369g, PDB 0.203g 순서로 조사되었다. 또한 JF58-01 균주와는 다르게 배양조건에 따른 균체량에서는 큰 차이가 없었다. PDB, MMNB, SSB 배지별 산도를 조사한 결과 각각 pH5.4, pH5.6, pH6.7으로 상이하게 조사되었다(표 6., 그림 5., 6.). 이러한 결과를 볼 때 고체배지와 마찬가지로 균주에 따른 배양특성이 다르며, 앞으로 이 부분에 있어서 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

표 6. 액체배지에 따른 균주별 균체량 조사

균주명	배지명	배양조건	여과 전(g)	여과 후(g)	균체량(g)	배지산도
JF58-01	PDB	진탕배양	1.717	1.916	0.199	pH 5.7
		정치배양	1.671	2.020	0.349	pH 5.6
	MMNA	진탕배양	1.689	1.859	0.170	pH 4.8
		정치배양	1.706	1.923	0.217	pH 4.6
	SSA	진탕배양	1.703	1.906	0.203	pH 7.2
		정치배양	1.730	1.950	0.220	pH 7.3
JF58-01	PDB	진탕배양	1.713	1.893	0.180	pH 5.5
		정치배양	1.718	1.921	0.203	pH 5.4
	MMNA	진탕배양	1.698	2.025	0.327	pH 5.0
		정치배양	1.710	2.079	0.369	pH 5.6
	SSA	진탕배양	1.705	2.104	0.399	pH 6.6
		정치배양	1.721	2.046	0.325	pH 6.7








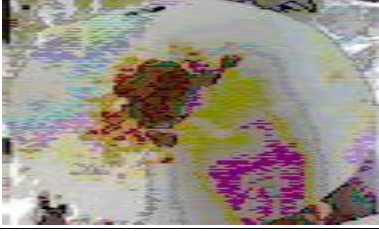


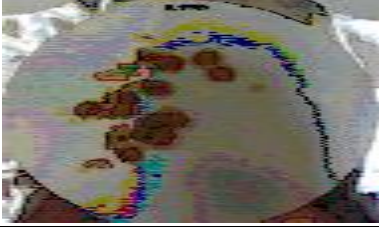
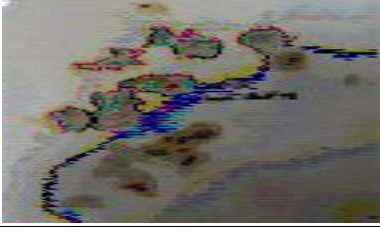
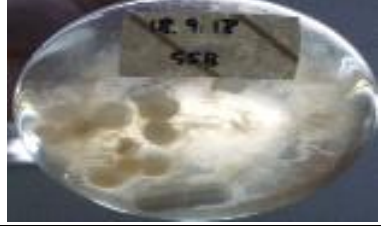



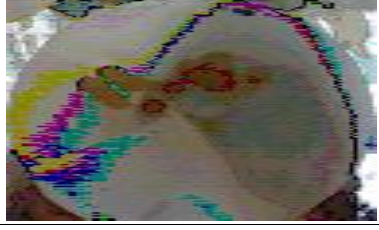

		
배양 중	여과 후 PDB(진탕배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 PDB(정치배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 MMNB(진탕배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 MMNB(정치배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 SSB(진탕배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 SSB(정치배양)	건조 후

그림 5. 액체배지에 따른 균주별 균체량 조사(JF58-01)

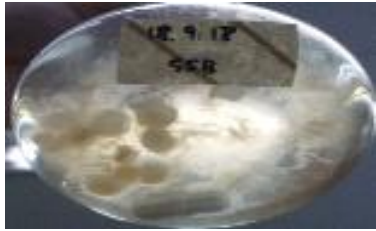
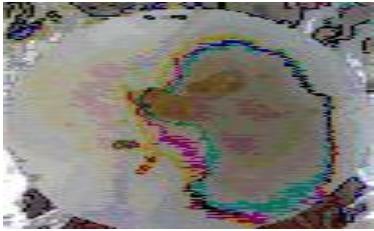
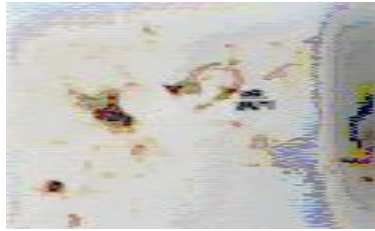
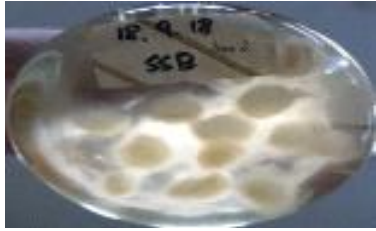
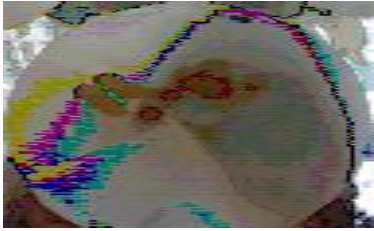













		
배양 중	여과 후 PDB(진탕배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 PDB(정차배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 MMNB(진탕배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 MMNB(정차배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 SSB(진탕배양)	건조 후
		
배양 중	여과 후 SSB(정차배양)	건조 후

그림 6. 액체배지에 따른 균주별 균체량 조사(JF58-02)

(3) 최적 산도 선발

공시균주의 최적 산도를 선발하기 위하여 균주별, 배지별로 실험한 결과, 기존실험과 마찬가지로 균주 및 배지에 따라 다른 성장특성을 보였다. JF58-01균주에서는 pH5에서는 PDA배지에서 29.9mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 SSA배지에서 27.0mm로 높았다. pH7에서는 PDA배지에서 32.3mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 SSA배지에서 29.1mm으로 높았다. pH9에서도 PDA배지에서 32.7mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 SSA배지에서 30.91mm으로 높았다. 위 결과로 볼 때 JF58-01균주에서는 pH9, PDA배지에서 가장 생육이 왕성한 것으로 조사되었다(표 7., 8.). 또한 JF58-02 균주에서는 pH5에서 SSA배지에서 31.3mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 9.7mm로 높았다. pH7에서는 SSA배지에서 48.9mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 18.4mm으로 높았다. pH9에서도 SSA배지에서 43.9mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 MMNA배지에서 7.1mm으로 높았으나 매우 낮은 성장량을 보였다. 위 결과로 볼 때 JF58-02균주에서는 pH7, SSA배지에서 가장 생육이 왕성한 것으로 조사되었으며, JF58-02 균주의 경우 SSA배지를 제외하고는 매우 낮은 생육을 보였다(표 9., 10.). 이러한 결과를 볼 때 균주에 따른 배지별 최적 산도를 조사한 결과 다양한 배양특성이 보였으며, 앞으로 이 부분에 있어서 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

표 7. 산도, 배지 따른 균주별 균체량 조사(JF58-01)

균주명	산도	배지	성장량(7days)	성장량(14days)	성장량(21days)	성장량(28days)
JF58-01	pH5	PDA	7.6mm	13.0mm	20.0mm	29.6mm
		MEA	5.6mm	7.1mm	8.1mm	10.1mm
		SDA	8.4mm	11.9mm	16.7mm	21.4mm
		MMNA	7.3mm	10.4mm	12.5mm	15.1mm
		SSA	7.9mm	15.0mm	21.1mm	27.0mm
	pH7	PDA	8.6mm	17.5mm	24.4mm	32.3mm
		MEA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	7.8mm
		SDA	9.5mm	14.7mm	21.0mm	27.4mm
		MMNA	8.7mm	16.0mm	21.8mm	27.8mm
		SSA	9.8mm	16.7mm	22.2mm	29.1mm
	pH9	PDA	8.4mm	15.7mm	23.5mm	32.7mm
		MEA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		SDA	7.7mm	12.8mm	17.7mm	23.7mm
		MMNA	7.4mm	11.2mm	15.9mm	22.1mm
		SSA	8.6mm	15.8mm	21.3mm	30.9mm

표 8. 산도, 배지 따른 균주별 균체량 조사(JF58-01)

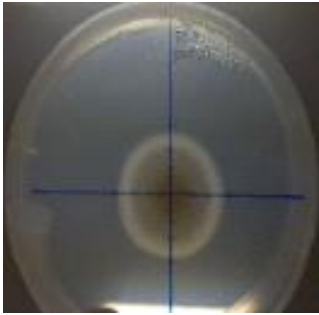
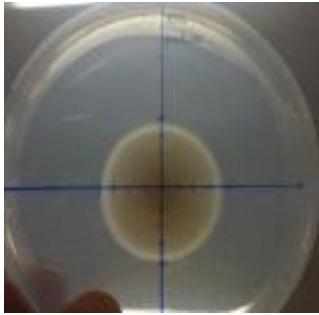
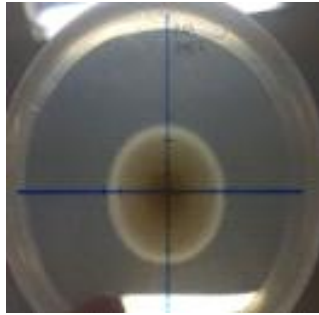
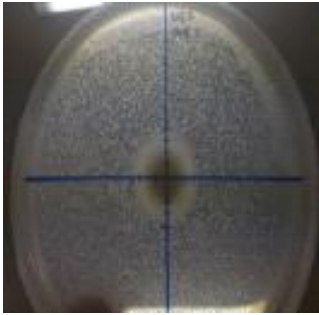
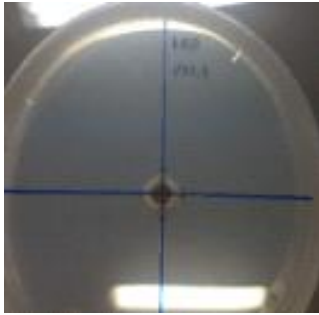
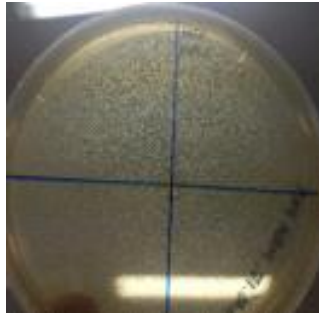
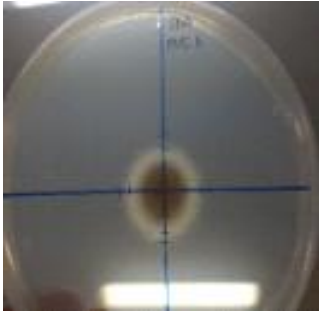
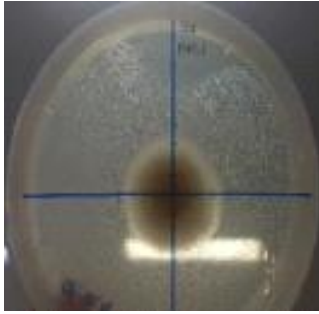
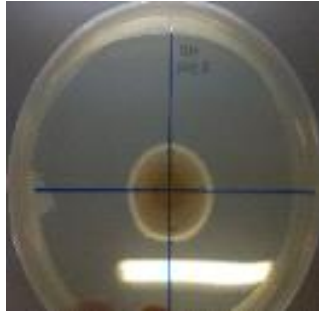
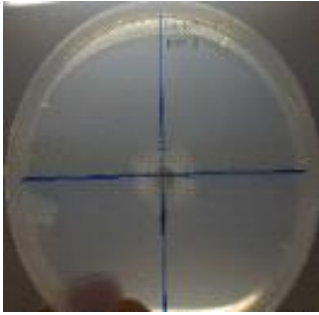
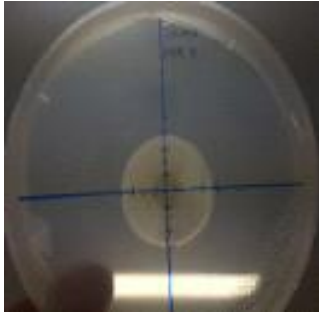
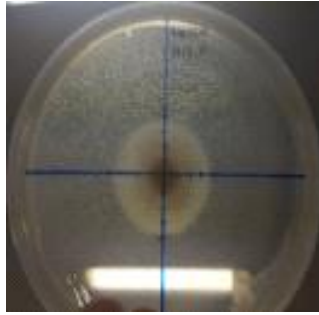
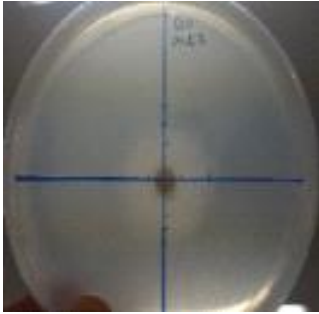
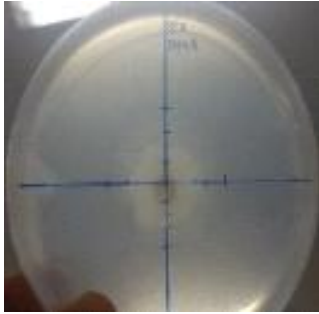
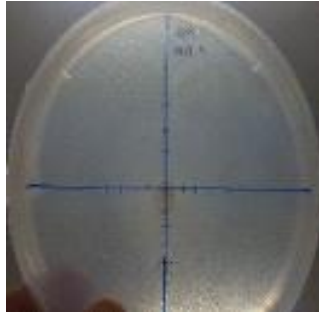
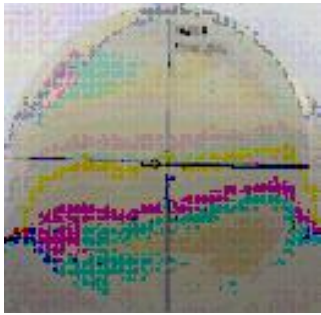
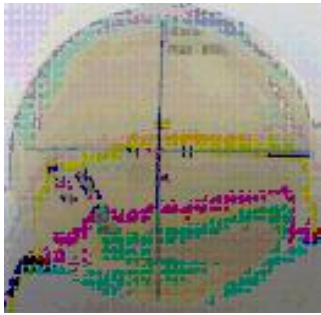
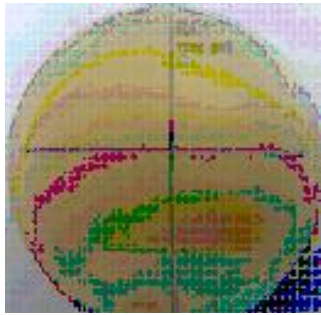
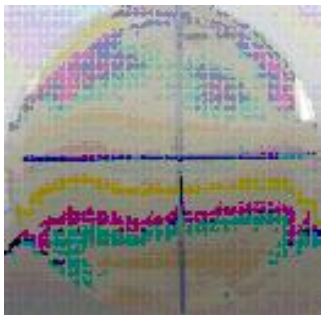
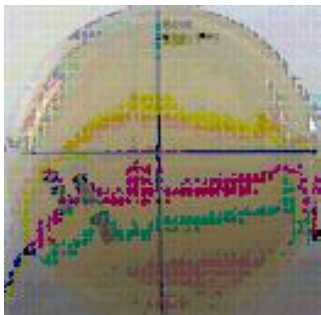
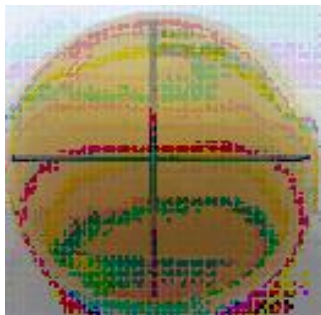
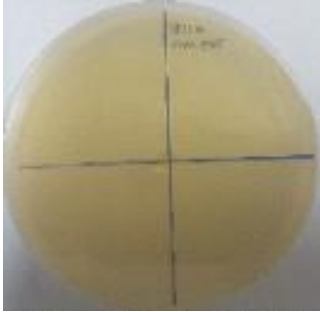

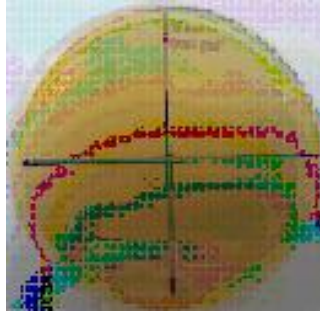

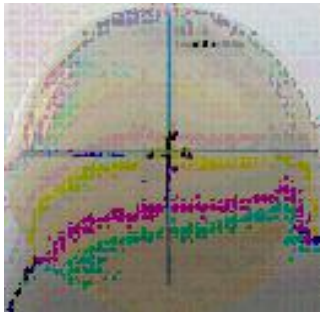
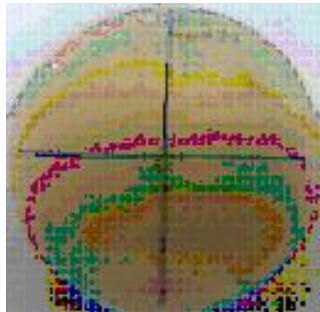
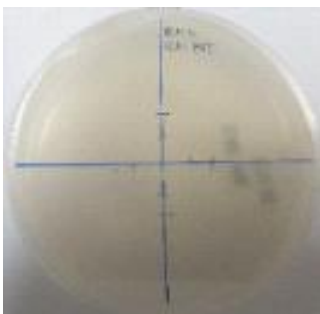
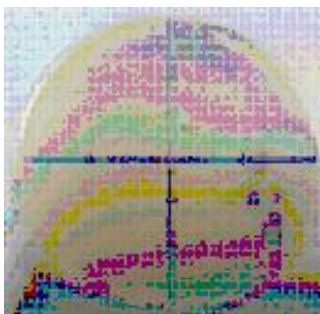
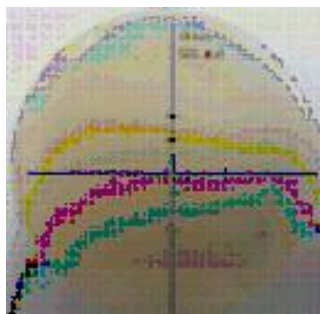
균 주	배 지	산도		
		pH5	pH7	pH9
JF58-01	PDA			
	MEA			
	SDA			
	MMNA			
	SSA			

표 9. 산도, 배지 따른 균주별 균체량 조사(JF58-02)

균주명	산도	배지	생장량(7days)	생장량(14days)	생장량(21days)	생장량(28days)
JF58-02	pH5	PDA	4.0mm	6.4mm	8.9mm	9.7mm
		MEA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		SDA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		MMNA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		SSA	4.0mm	15.4mm	23.8mm	31.3mm
	pH7	PDA	6.9mm	10.7mm	14.4mm	18.4
		MEA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		SDA	4.0mm	5.8mm	7.0mm	7.0mm
		MMNA	6.3mm	8.4mm	10.8mm	12.1mm
		SSA	8.5mm	23.4mm	37.4mm	48.9mm
	pH9	PDA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		MEA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		SDA	4.0mm	4.0mm	4.0mm	4.0mm
		MMNA	5.9mm	7.1mm	7.1mm	7.1mm
		SSA	8.9mm	19.3mm	32.9mm	43.9mm

표 10. 산도, 배지 따른 균주별 균체량 조사(JF58-02)

균주	배지	산도		
		pH5	pH7	pH9
JF58-02	PDA			
	MEA			

균 주	배 지	산도		
		pH5	pH7	pH9
JF58-02	SDA			
	MMNA			
	SSA			

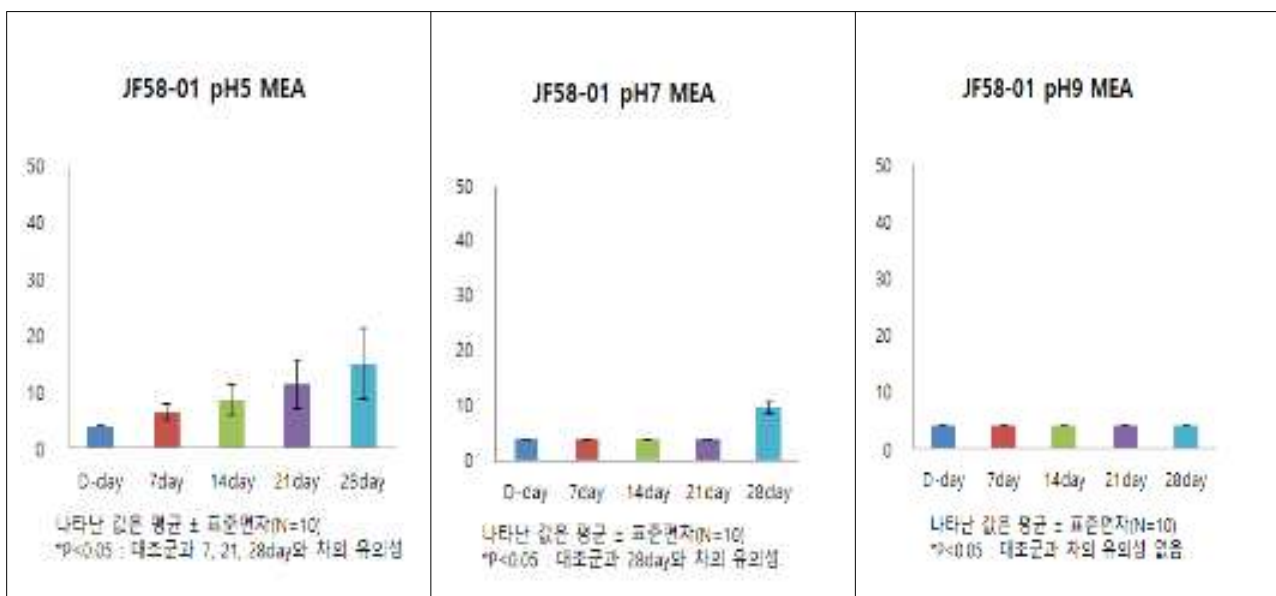


그림 7. MEA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

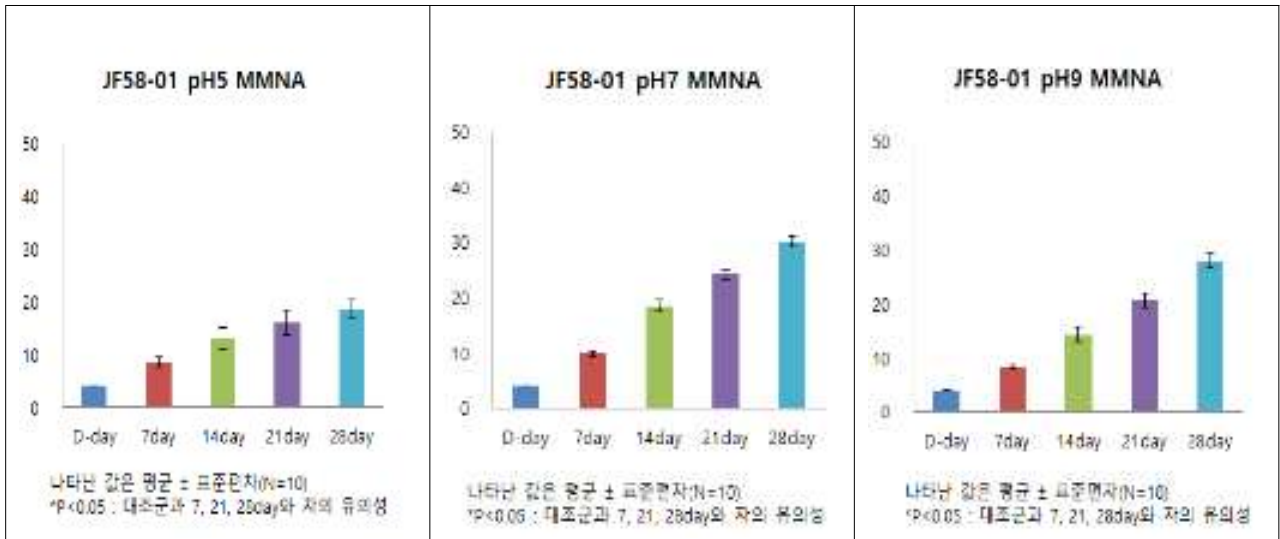


그림 8. MMNA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

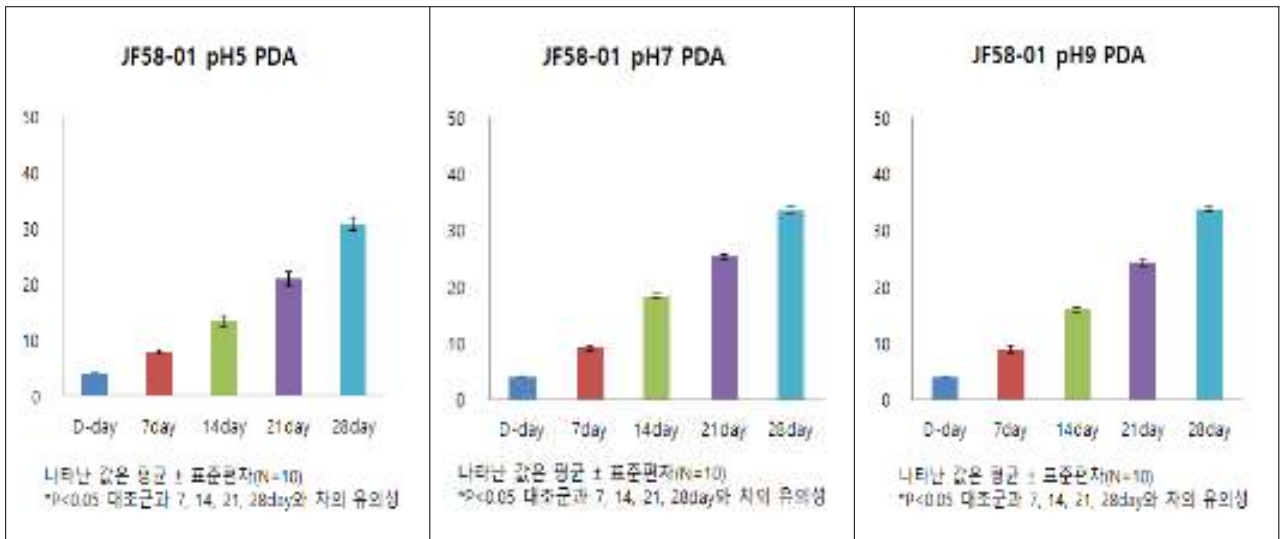


그림 9. PDA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

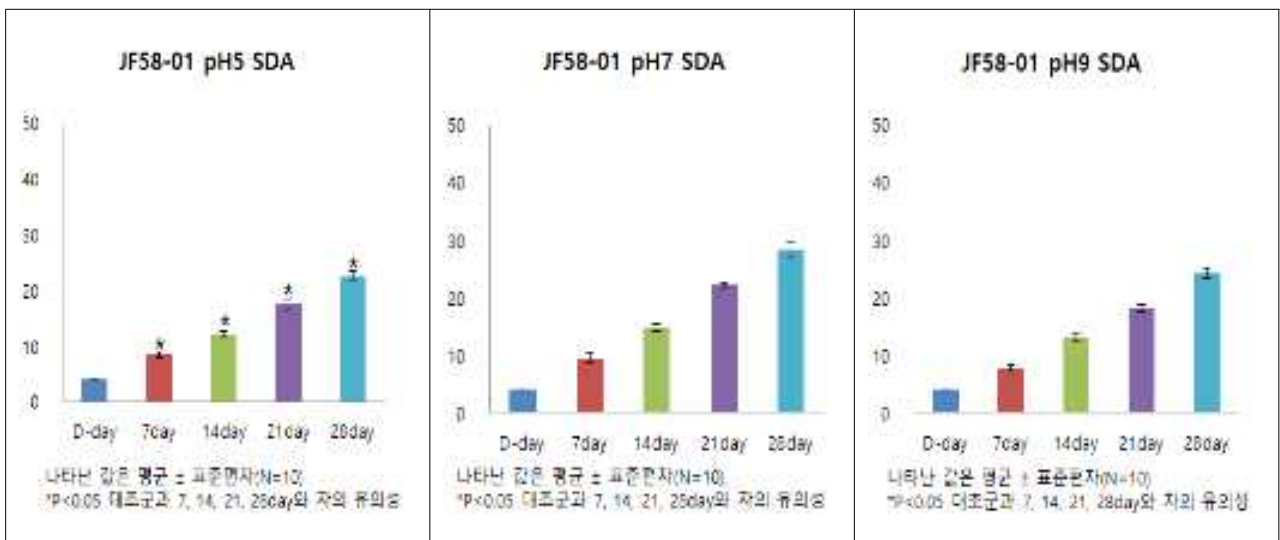


그림 10. SDA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

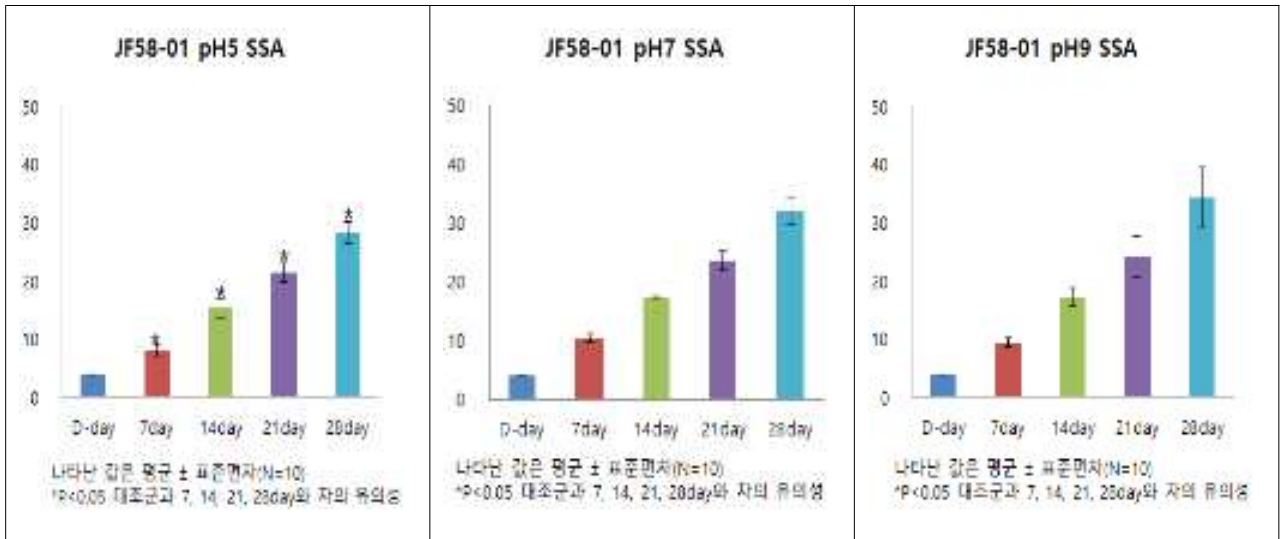


그림 11. SSA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

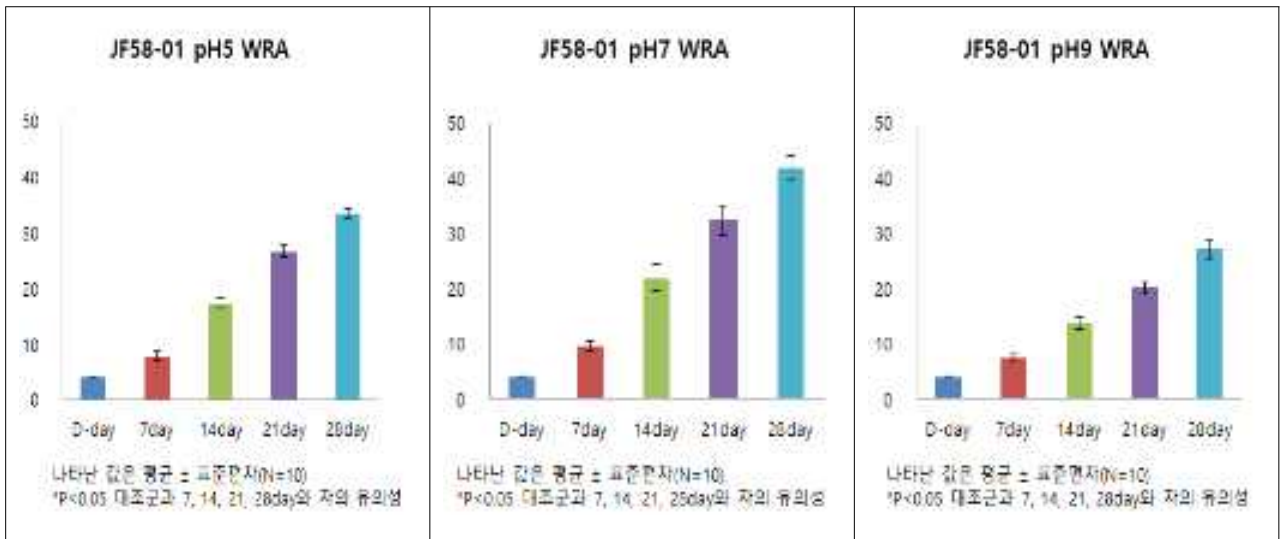


그림 12. WRA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

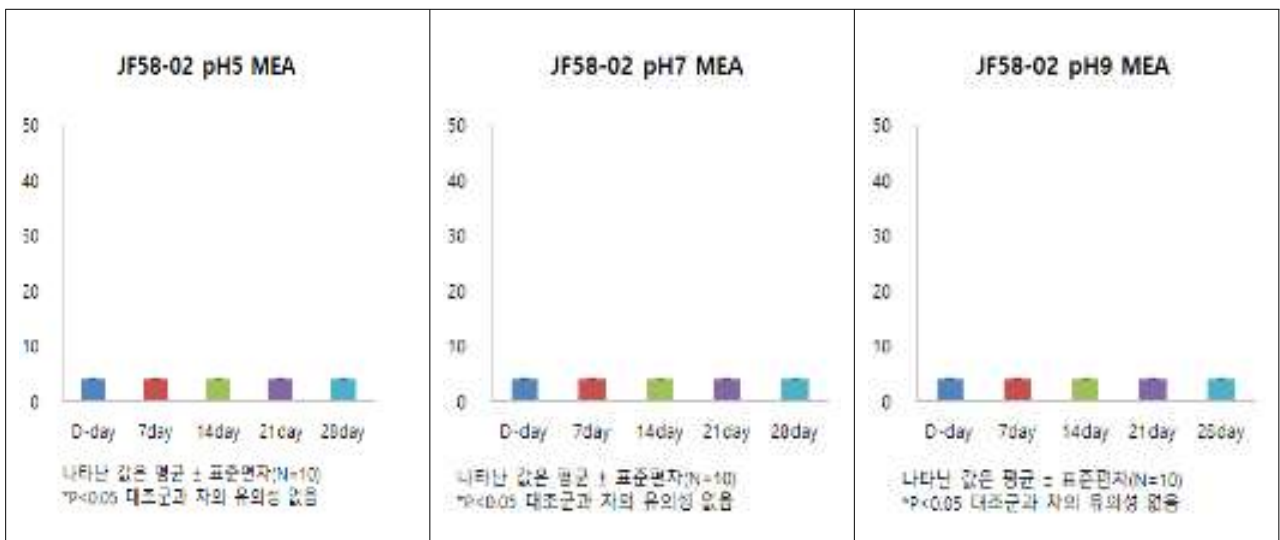


그림 13. MEA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

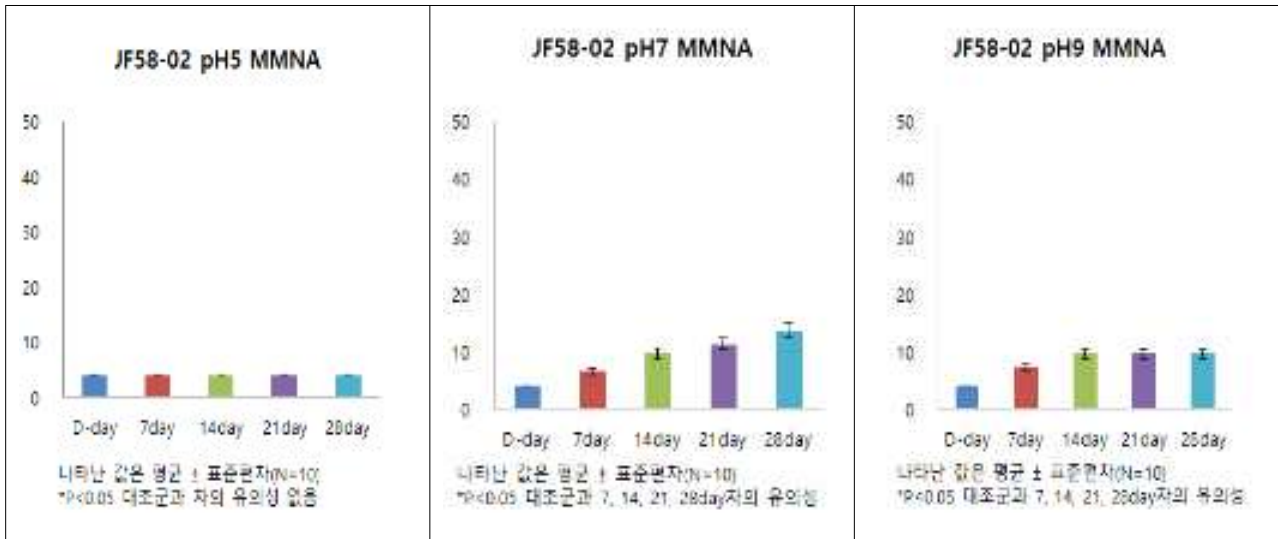


그림 14. MMNA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

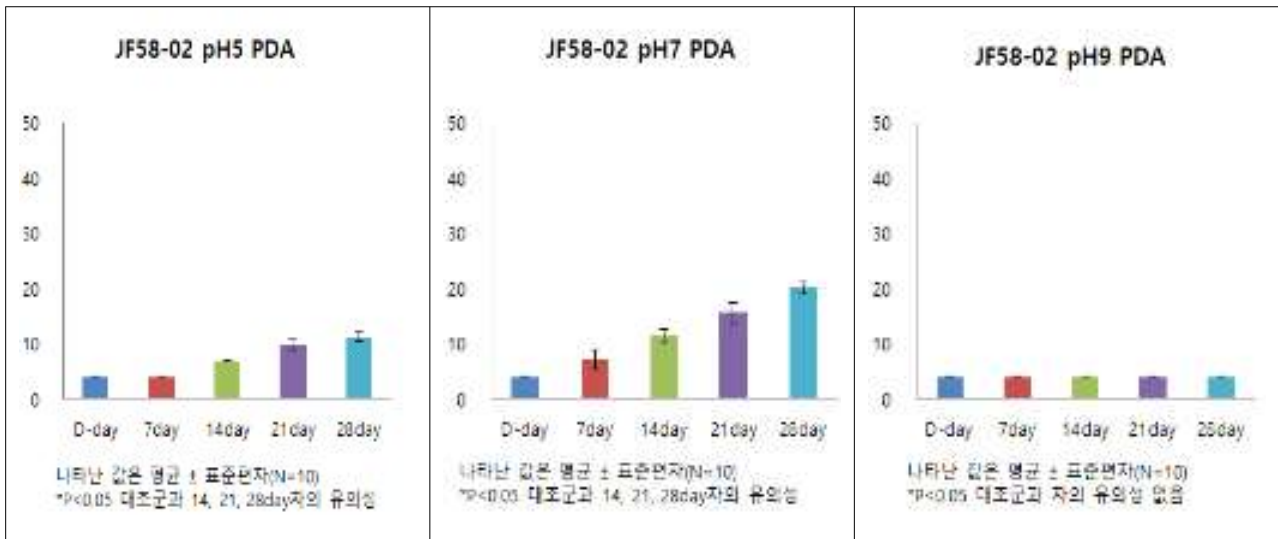


그림 15. PDA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

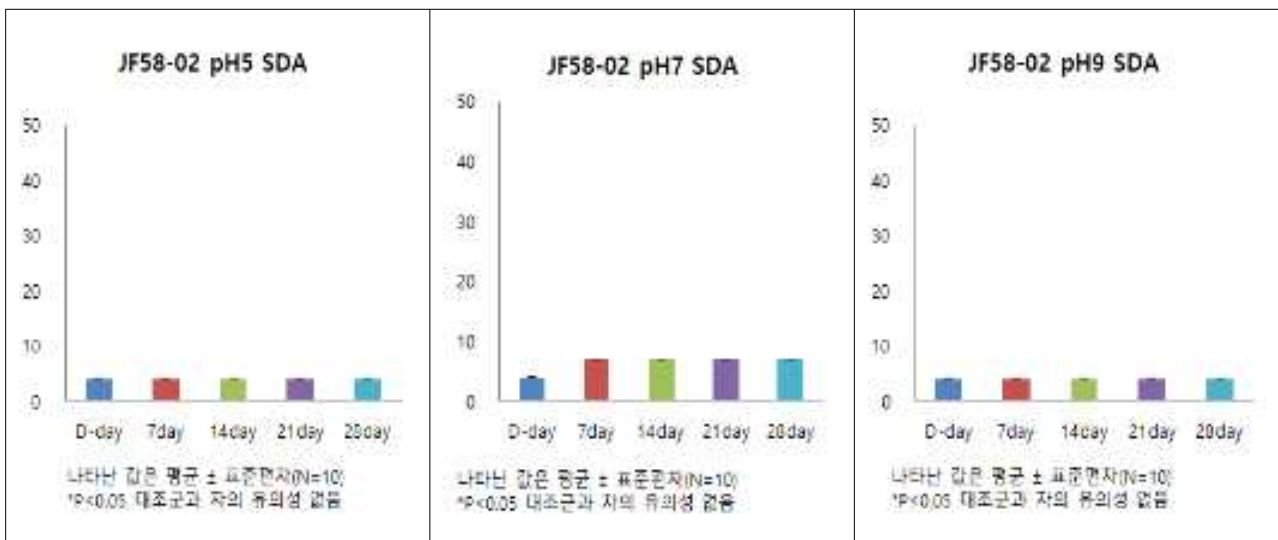


그림 16. SDA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

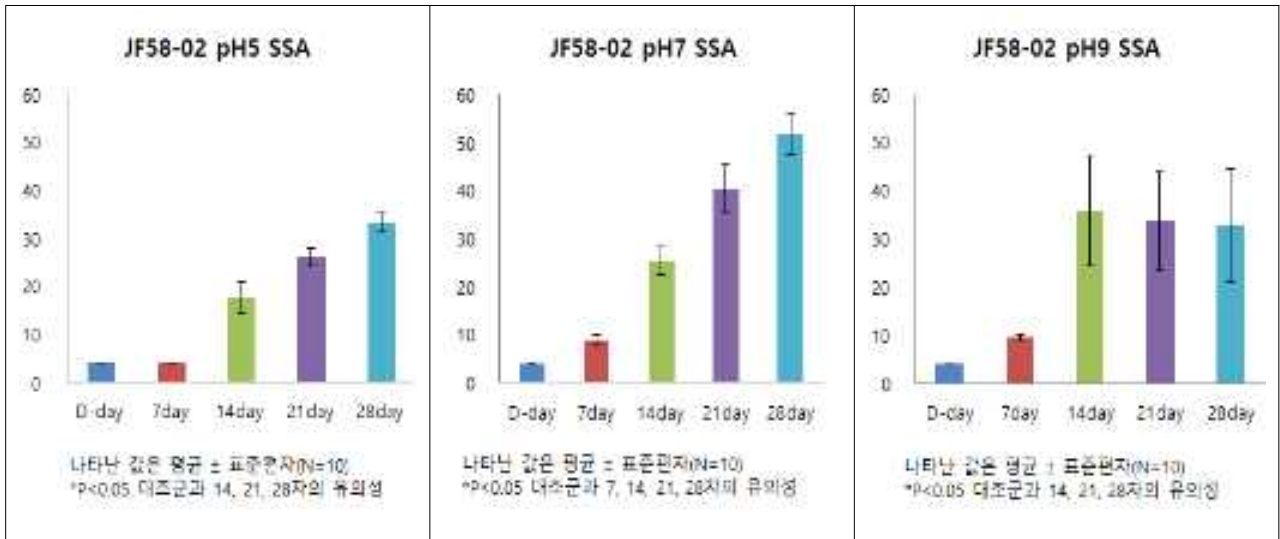


그림 17. SSA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

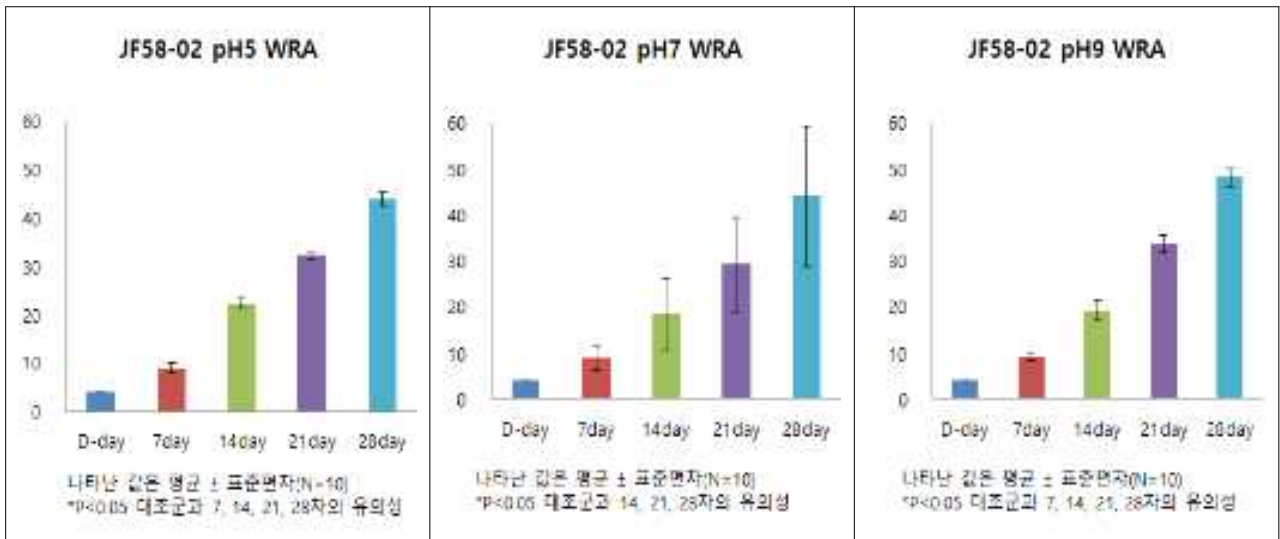


그림 18. WRA 배지에서 산도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

(4) 최적 온도 선발

공시균주의 최적 온도를 선발하기 위하여 균주별, 배지별로 실험한 결과, 기존실험과 마찬가지로 균주 및 배지에 따라 다른 성장특성을 보였다. JF58-01균주에서는 19℃에서는 MMNA 배지에서 28.9mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 26.6mm로 높았다. 21℃에서는 PDA배지에서 41.9mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 MMNA배지에서 40.5mm로 높았다. 23℃에서는 MMNA배지에서 44.5mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 43.4mm로 높았으며, 25℃에서는 SSA배지에서 36.4mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 MEA배지에서 31.9mm로 높았다. 위 결과로 볼 때 JF58-01균주에서는 21℃, PDA배지에서 가장 생육이 왕성한 것으로 조사되었다(표 11., 12.). 또한 JF58-02 균주에서는 19℃에서는 SSA배지에서 76.3mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 51.7mm로 높았다. 21℃에서는 SSA배지에서 72.5mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 51.9mm로 높았다.

23℃에서는 SSA배지에서 76.5mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로PDA배지에서 50.6mm로 높았으며, 25℃에서는 SSA배지에서 71.9mm로 가장 성장량이 높았으며, 다음으로 PDA배지에서 45.7mm로 높았다. 위 결과로 볼 때 JF58-02균주에서는 23℃, SSA배지에서 가장 생육이 왕성한 것으로 조사되었다(표 13., 14.). 이러한 결과를 볼 때 균주에 따른 배지별 최적 온도를 조사한 결과 다양한 배양특성이 보였으며, 앞으로 이 부분에 있어서 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

표 11. 온도, 배지에 따른 균주별 균체량 조사(JF58-01)

균주명	온도	배지	성장량(7days)	성장량(14days)	성장량(21days)	성장량(28days)
JF58-01	19℃	PDA	6.2mm	17.1mm	23.6mm	26.6mm
		MEA	4.0mm	13.3mm	15.4mm	18.5mm
		SDA	4.0mm	12.2mm	15.4mm	17.0mm
		MMNA	6.1mm	17.6mm	24.3mm	28.9mm
		SSA	4.1mm	14.1mm	18.9mm	19.0mm
	21℃	PDA	8.4mm	19.7mm	30.8mm	41.9mm
		MEA	5.6mm	14.5mm	24.4mm	32.6mm
		SDA	4.6mm	12.8mm	20.8mm	28.2mm
		MMNA	8.5mm	18.5mm	30.9mm	40.5mm
		SSA	6.4mm	16.2mm	24.3mm	33.5mm
	23℃	PDA	8.7mm	19.7mm	30.8mm	43.4mm
		MEA	6.2mm	13.4mm	22.5mm	32.2mm
		SDA	5.8mm	13.2mm	20.2mm	29.5mm
		MMNA	8.6mm	19.5mm	31.6mm	44.5mm
		SSA	6.7mm	15.2mm	24.1mm	32.7mm
	25℃	PDA	8.5mm	13.1mm	22.1mm	28.9mm
		MEA	7.8mm	15.3mm	24.2mm	31.9mm
		SDA	8.7mm	11.4mm	17.4mm	22.5mm
		MMNA	8.7mm	13.7mm	20.0mm	27.7mm
		SSA	7.8mm	13.8mm	23.5mm	36.4mm

표 12. 온도, 배지에 따른 균주별 균체량 조사(JF58-01)

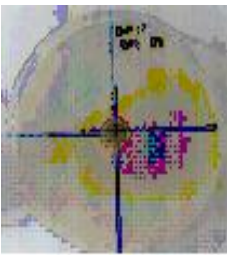
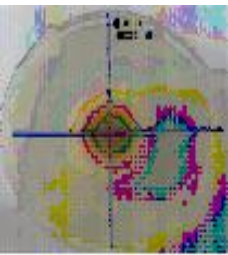
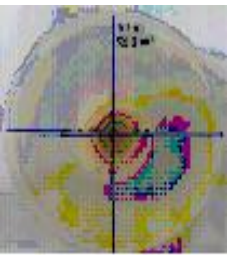
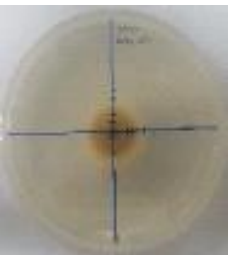
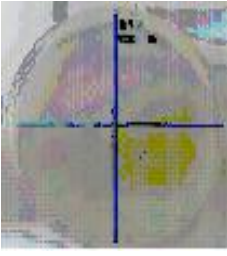

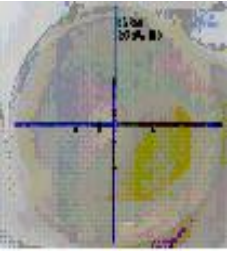

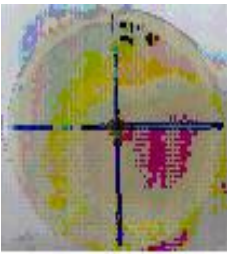
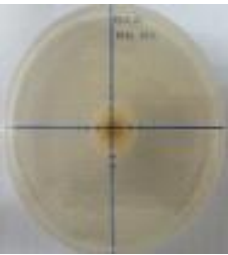

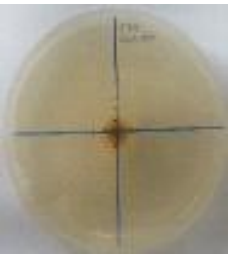
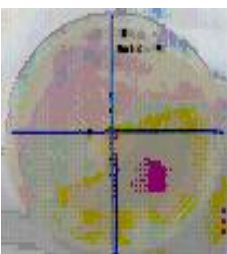

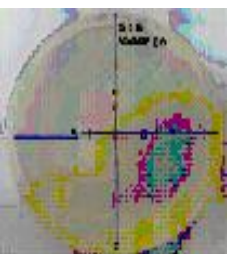
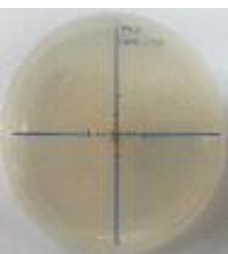
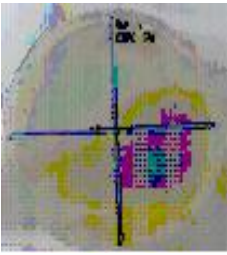
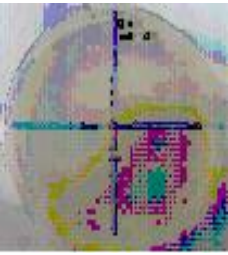
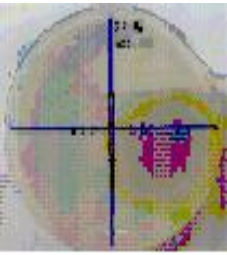
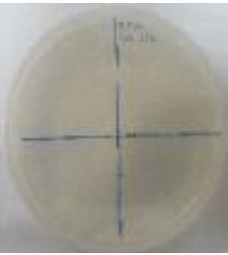

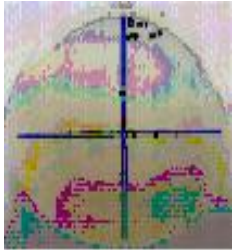
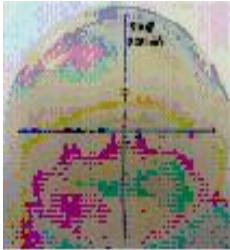
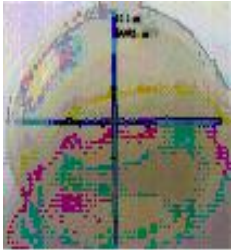
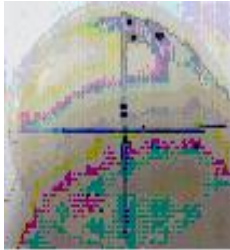
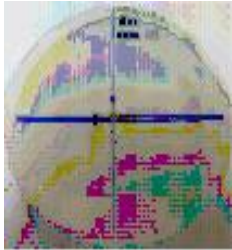
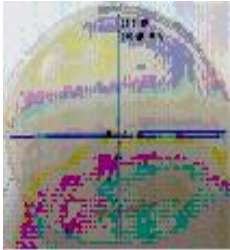
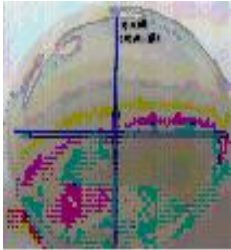
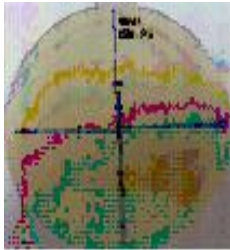
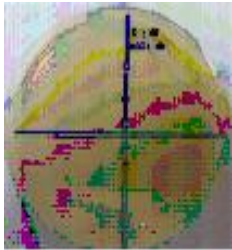
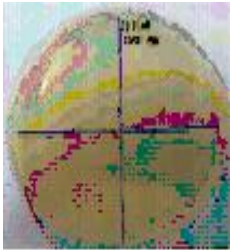
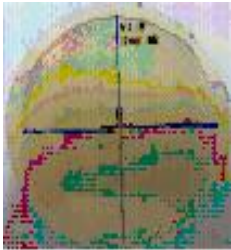
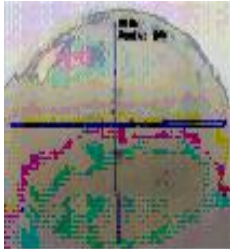
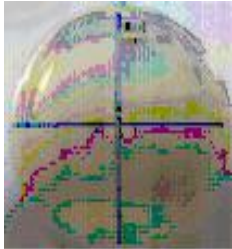
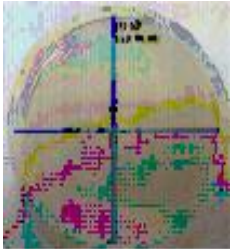
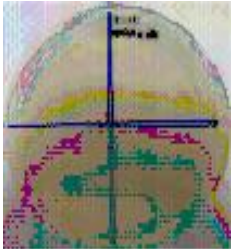
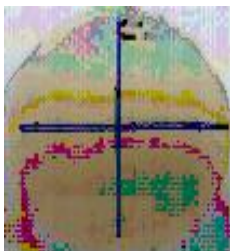
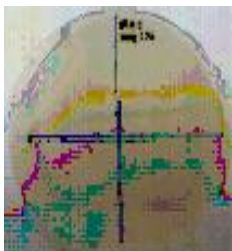
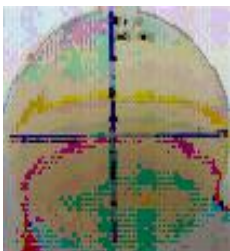
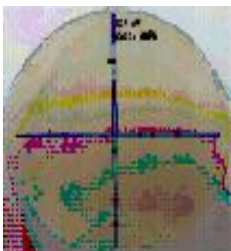
균 주	배 지	온도			
		19℃	21℃	23℃	25℃
JF58-01	PDA				
	MEA				
JF58-01	SDA				
	MMNA				
	SSA				

표 13. 온도, 배지에 따른 균주별 균체량 조사(JF58-02)

균주명	온도	배지	생장량(7days)	생장량(14days)	생장량(21days)	생장량(28days)
JF58-02	19℃	PDA	10.8mm	28.6mm	42.7mm	51.7mm
		MEA	4.0mm	10.4mm	16.1mm	21.3mm
		SDA	7.9mm	15.3mm	26.9mm	37.1mm
		MMNA	10.0mm	16.9mm	22.7mm	27.3mm
		SSA	13.1mm	50.5mm	67.8mm	76.3mm
	21℃	PDA	10.9mm	28.4mm	42.1mm	51.9mm
		MEA	4.0mm	10.6mm	15.9mm	18.3mm
		SDA	8.4mm	12.4mm	23.4mm	31.8mm
		MMNA	9.9mm	14.6mm	20.6mm	25.3mm
		SSA	15.6mm	49.1mm	66.5mm	72.5mm
	23℃	PDA	9.1mm	27.5mm	41.5mm	50.6mm
		MEA	4.0mm	11.1mm	16.3mm	21.1mm
		SDA	4.0mm	10.9mm	15.5mm	20.6mm
		MMNA	9.7mm	14.6mm	19.8mm	25.6mm
		SSA	14.4mm	50.8mm	68.5mm	76.5mm
	25℃	PDA	9.0mm	24.6mm	36.4mm	45.7mm
		MEA	4.0mm	10.1mm	14.4mm	17.9mm
		SDA	4.0mm	8.8mm	11.1mm	13.5mm
		MMNA	7.8mm	11.5mm	15.1mm	19.5mm
		SSA	14.1mm	46.3mm	63.4mm	71.9mm

표 14. 온도, 배지에 따른 균주별 균체량 조사(JF58-02)

균 주	배 지	온도			
		19℃	21℃	23℃	25℃
JF58-02	PDA				
	MEA				
	SDA				
	MMNA				
	SSA				

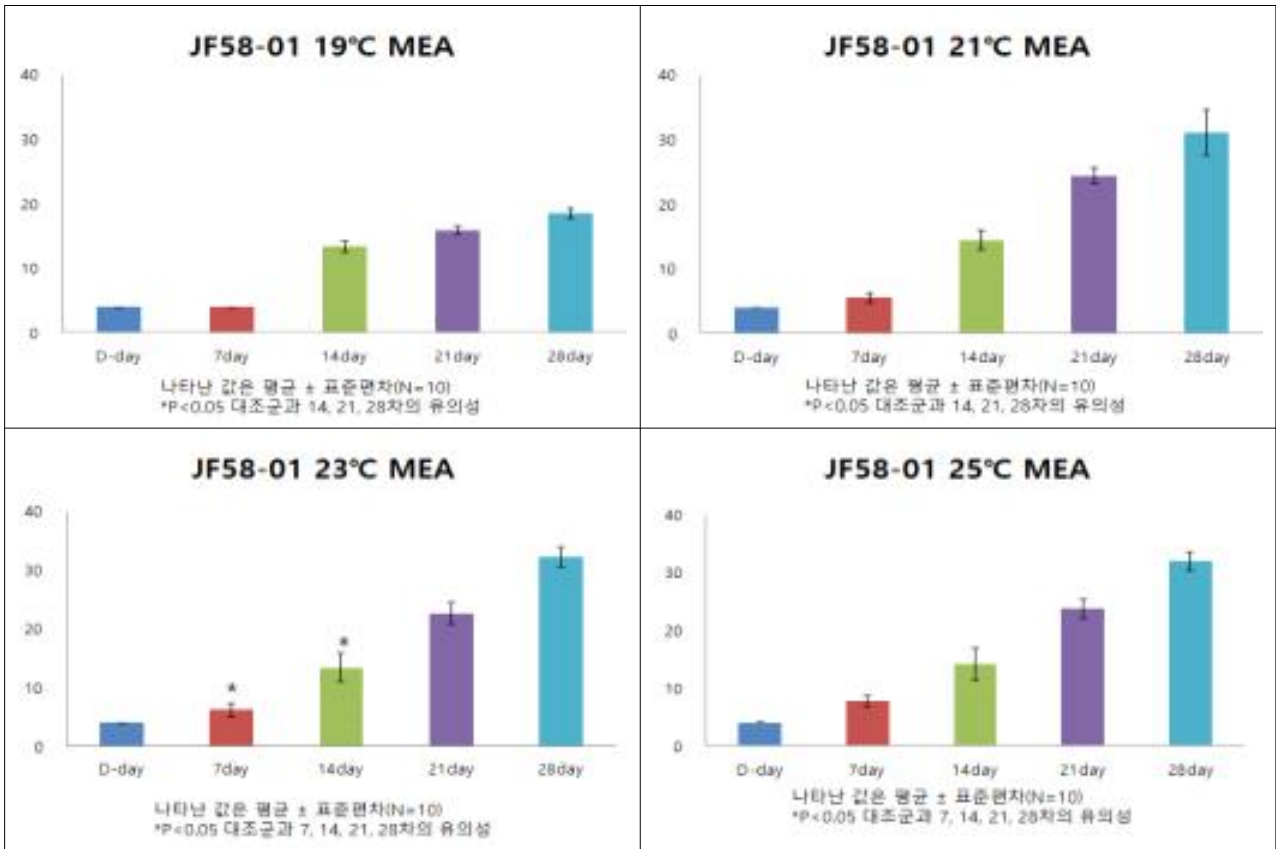


그림 19. MEA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

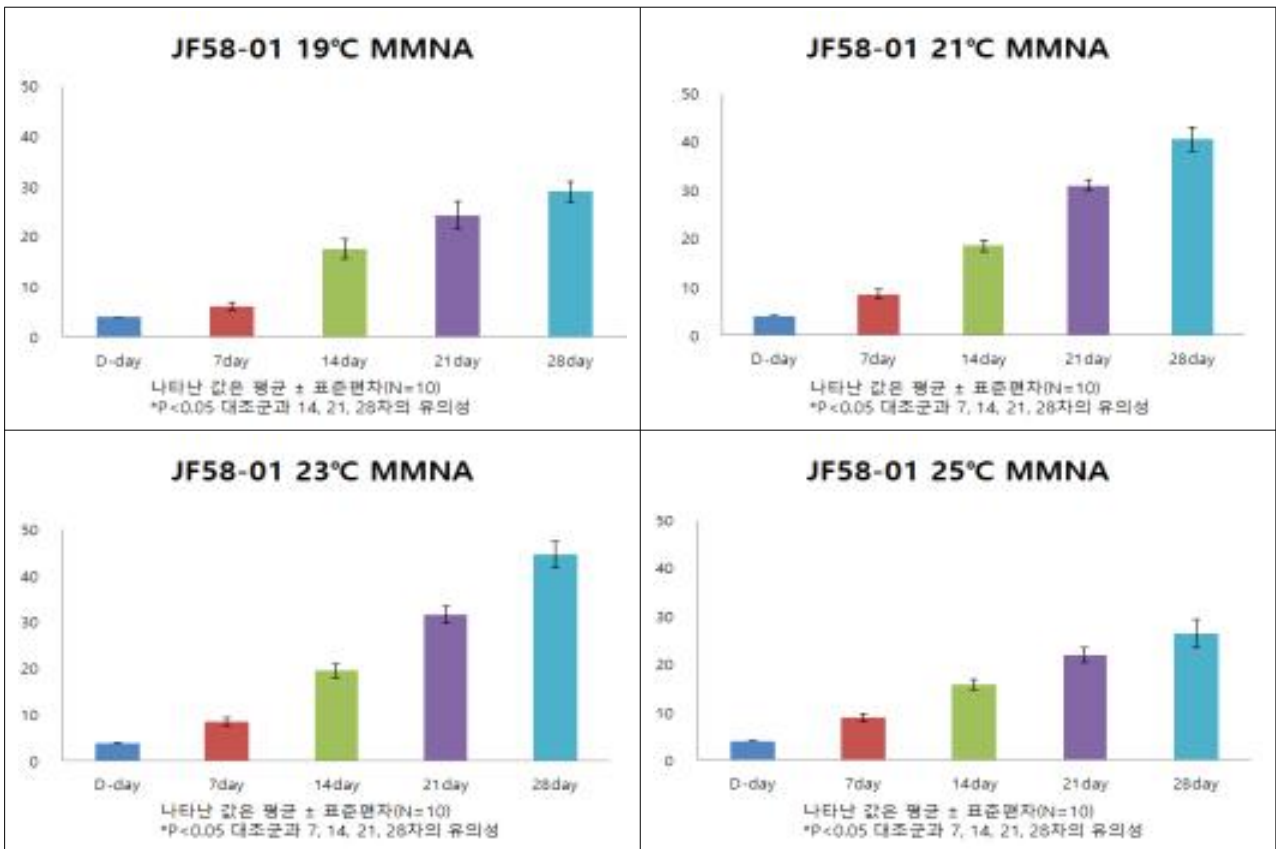


그림 20. MMNA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

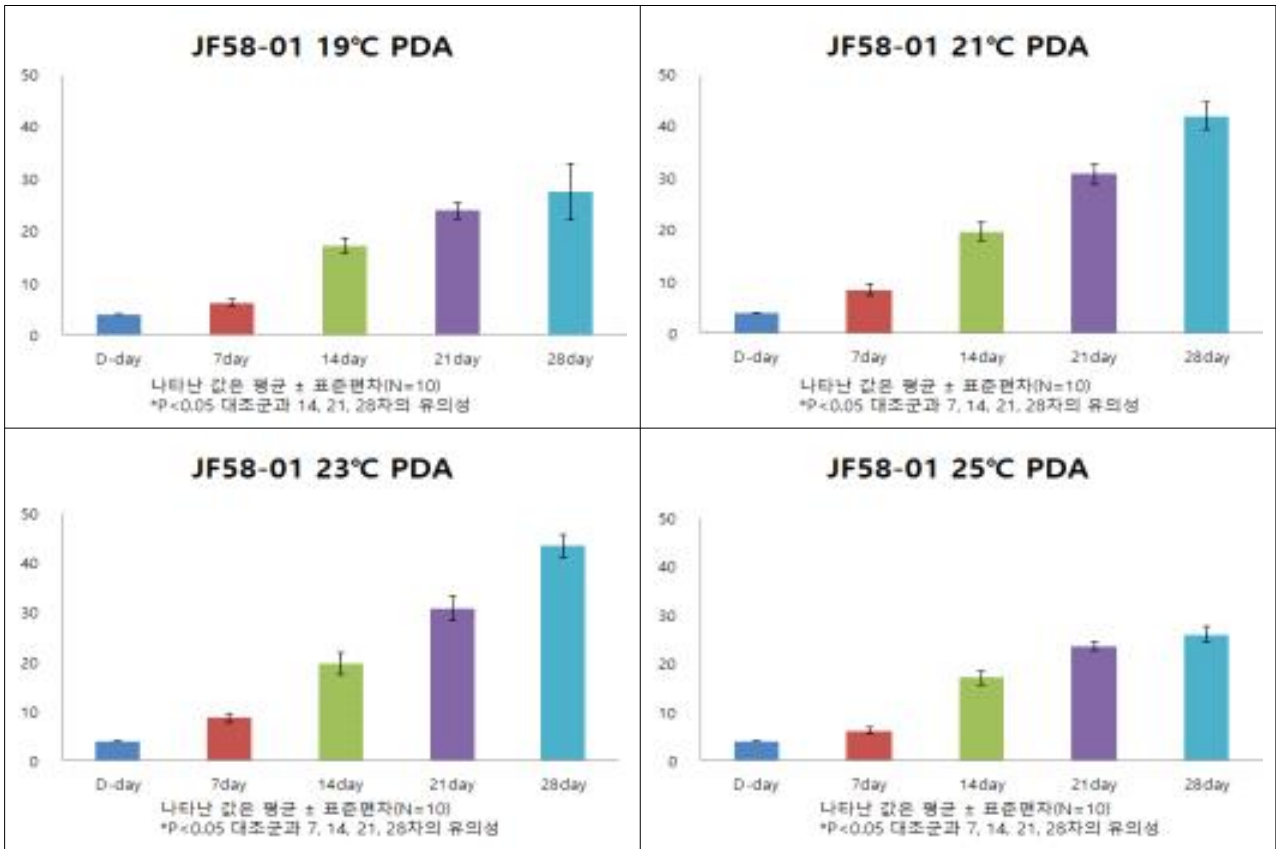


그림 21. PDA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

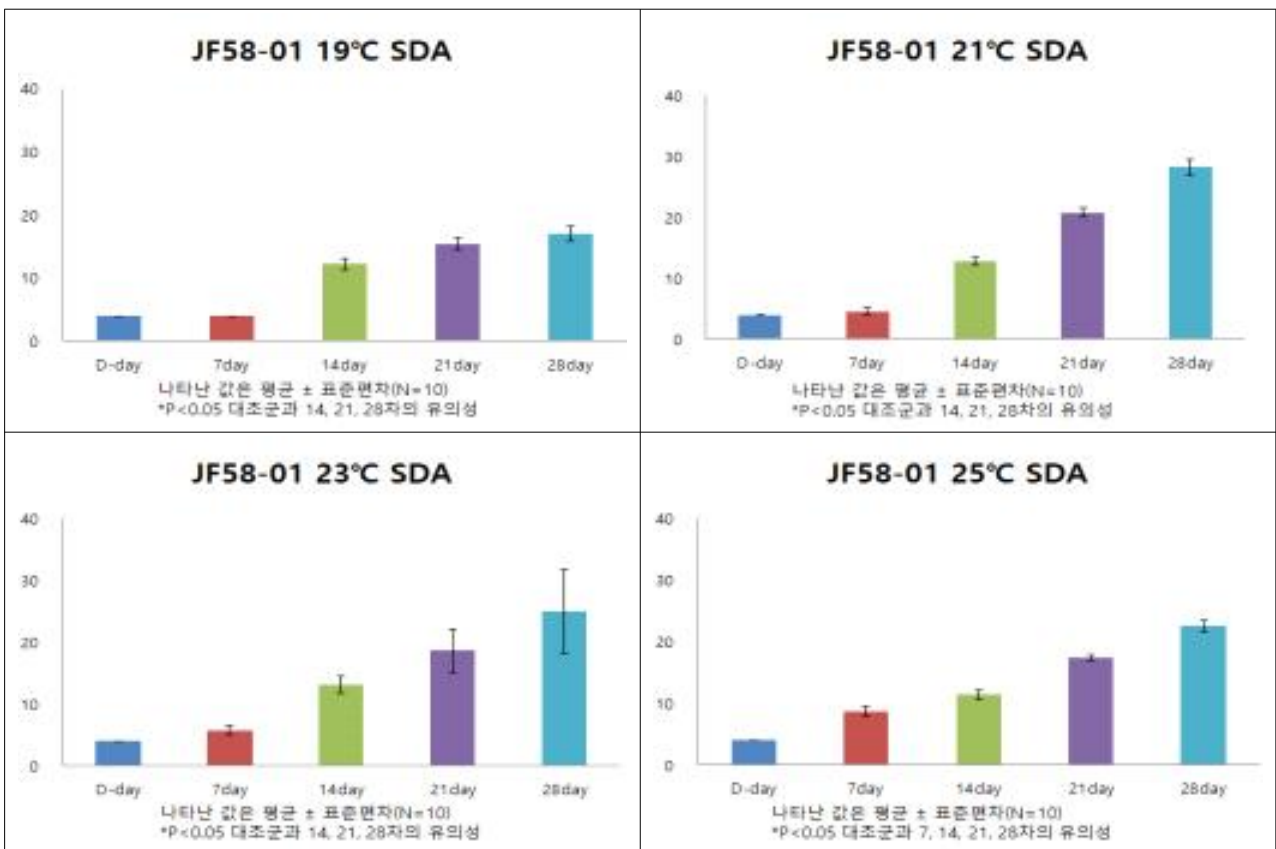


그림 22. SDA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

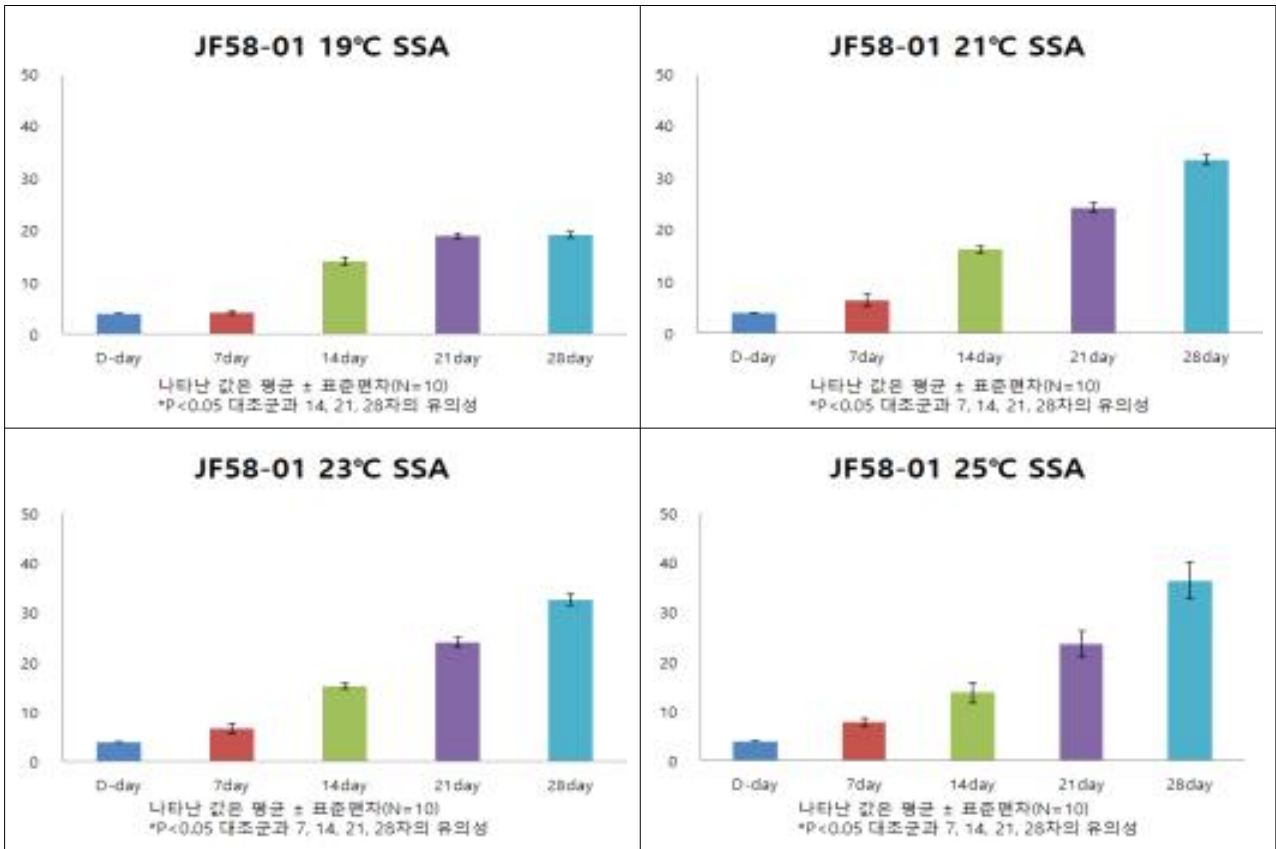


그림 23. SSA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-01)

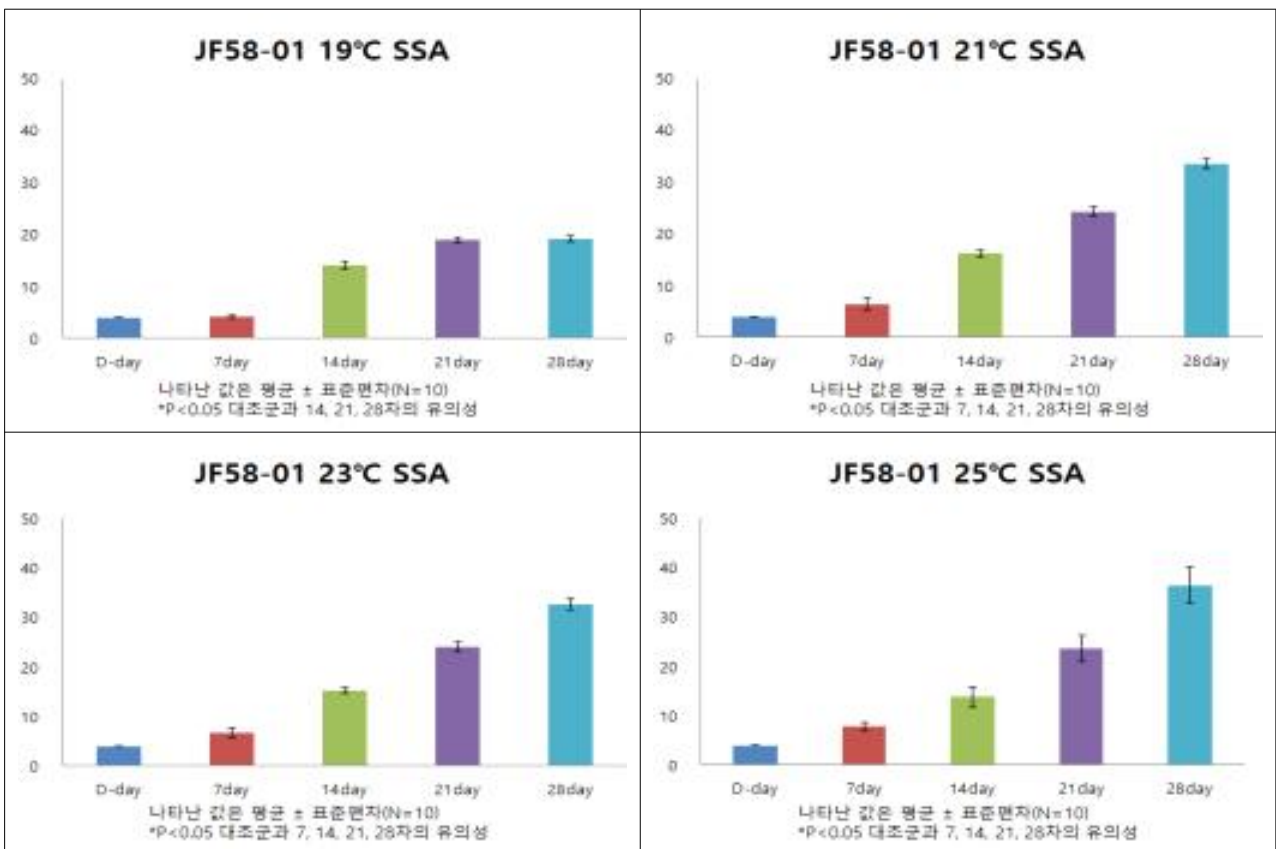


그림 24. MEA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

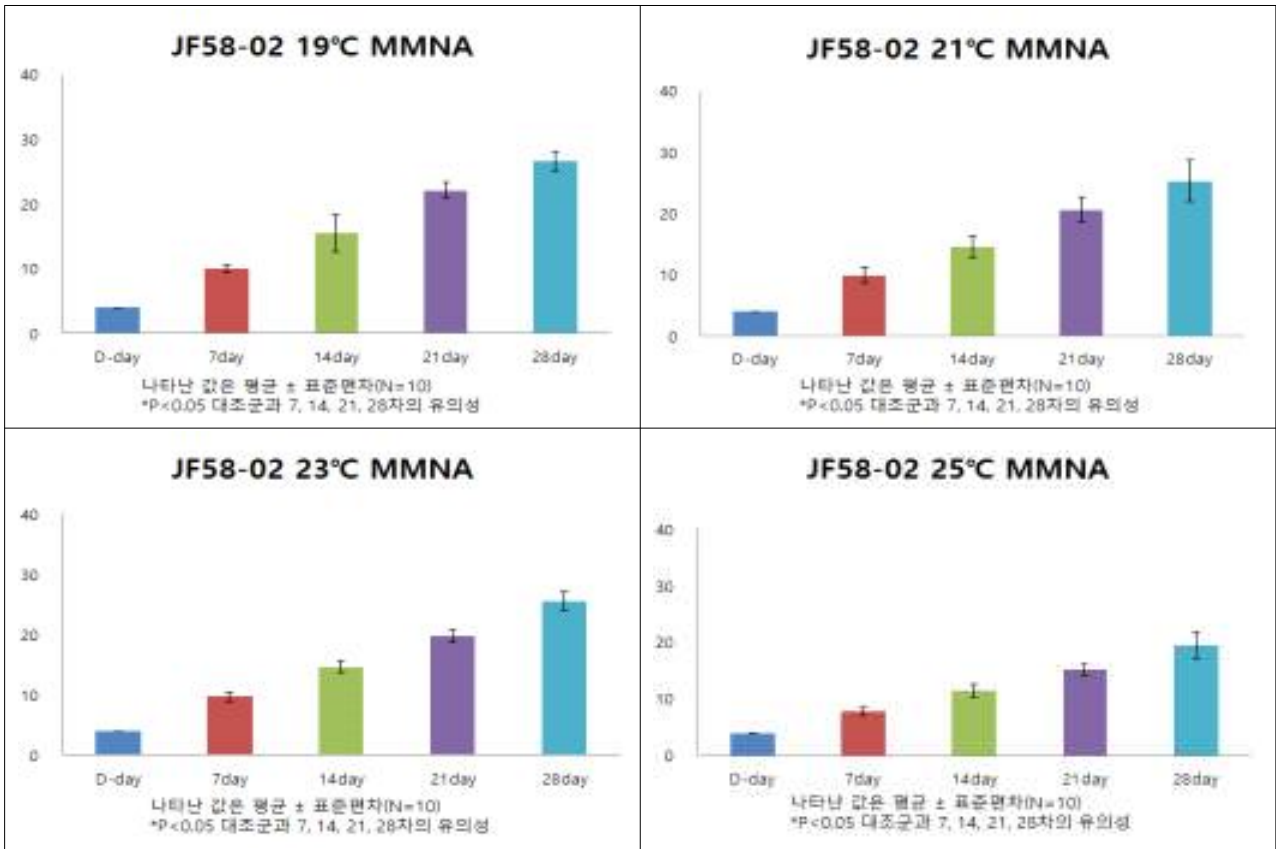


그림 25. MMNA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

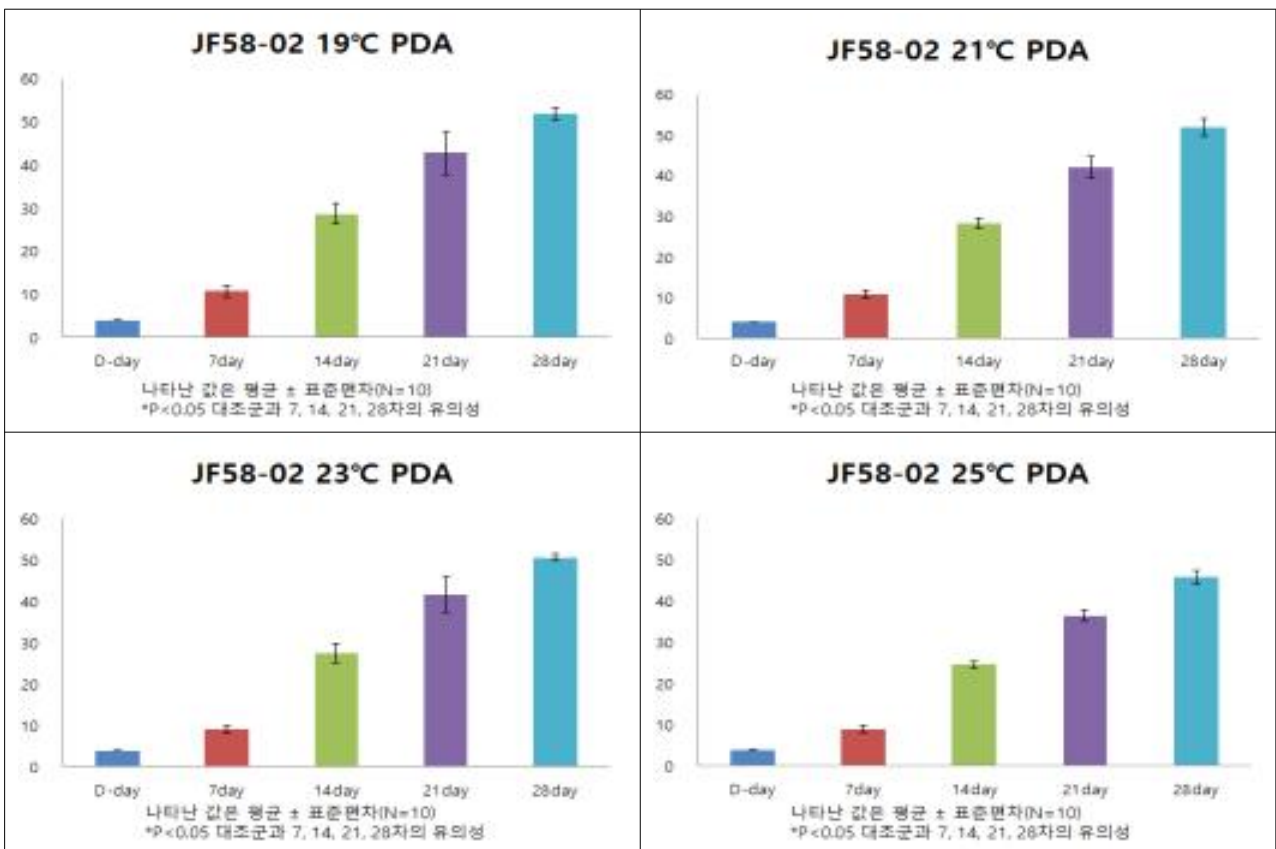


그림 26. PDA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

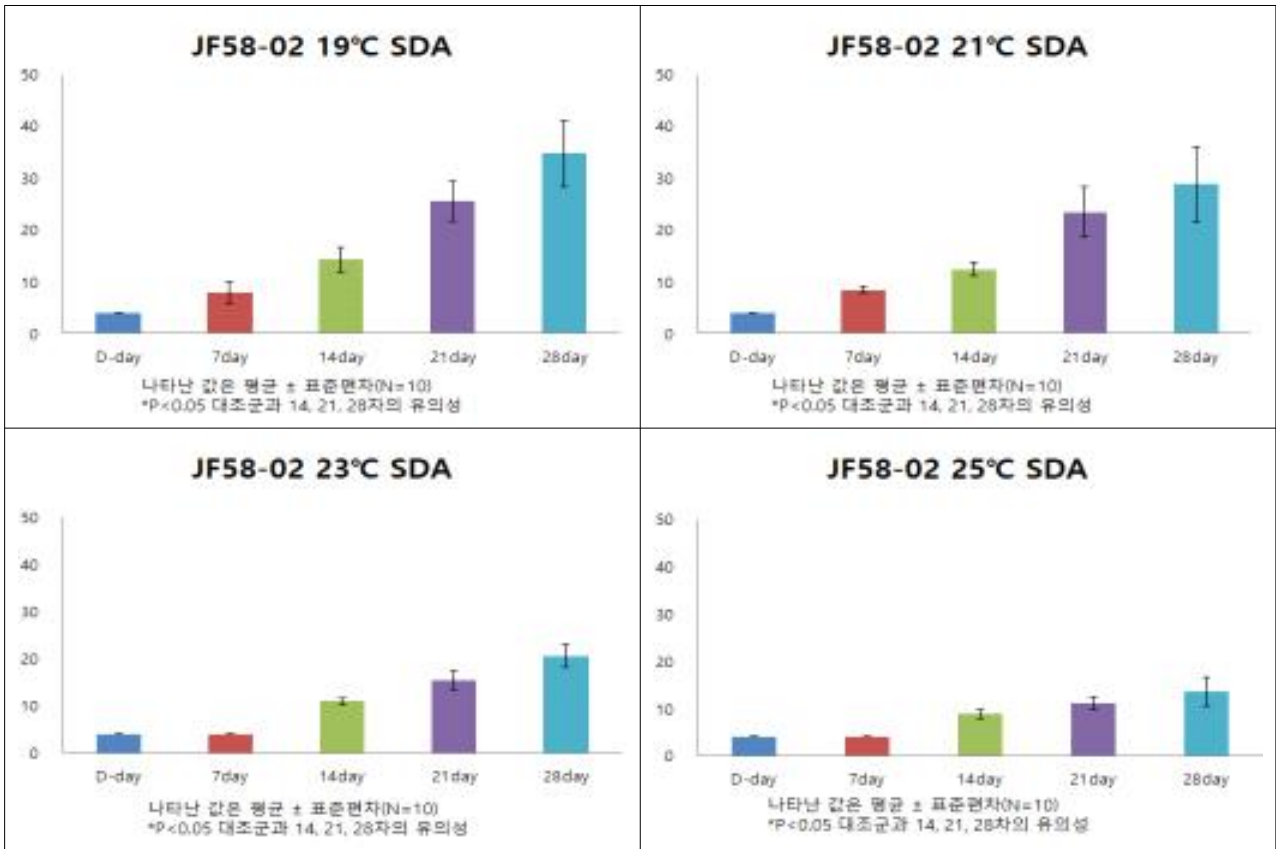


그림 27. SDA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

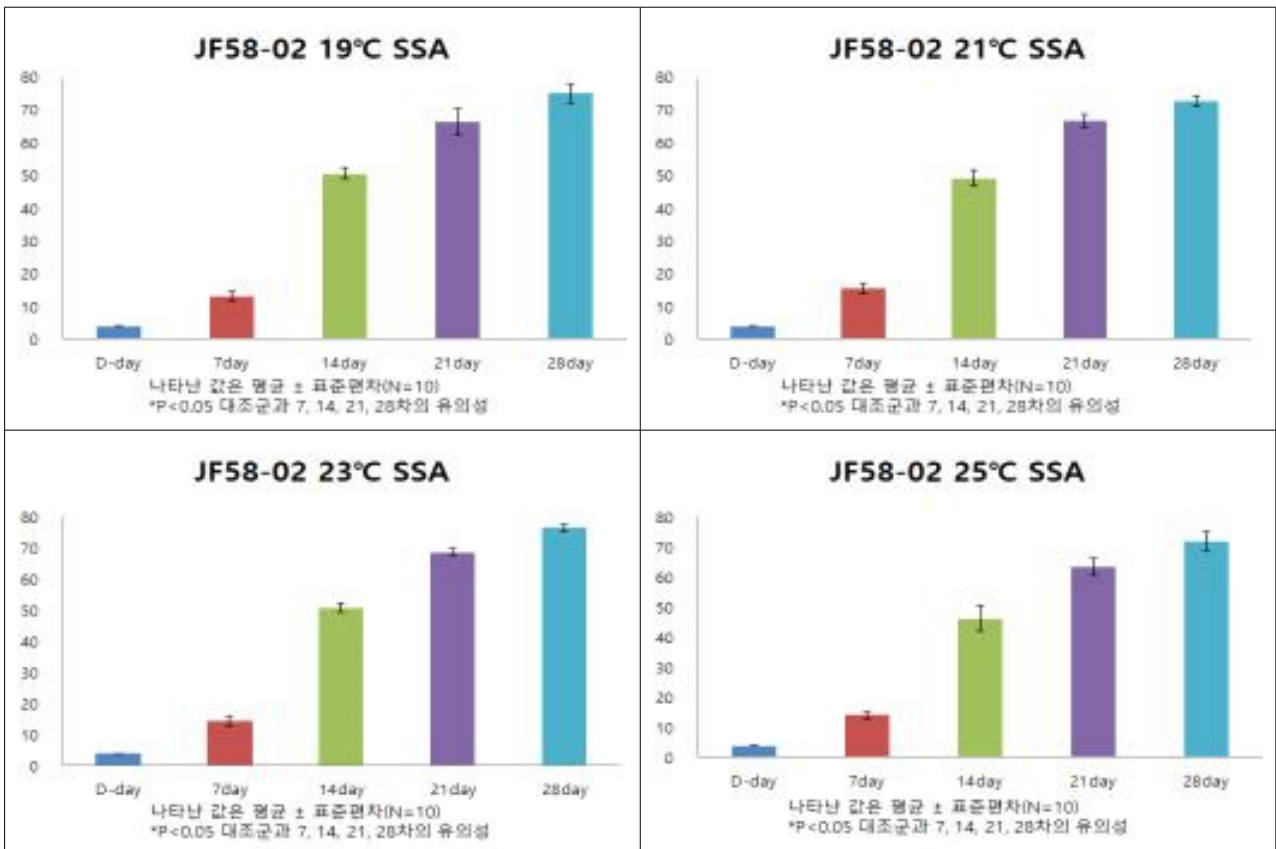


그림 28. SSA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

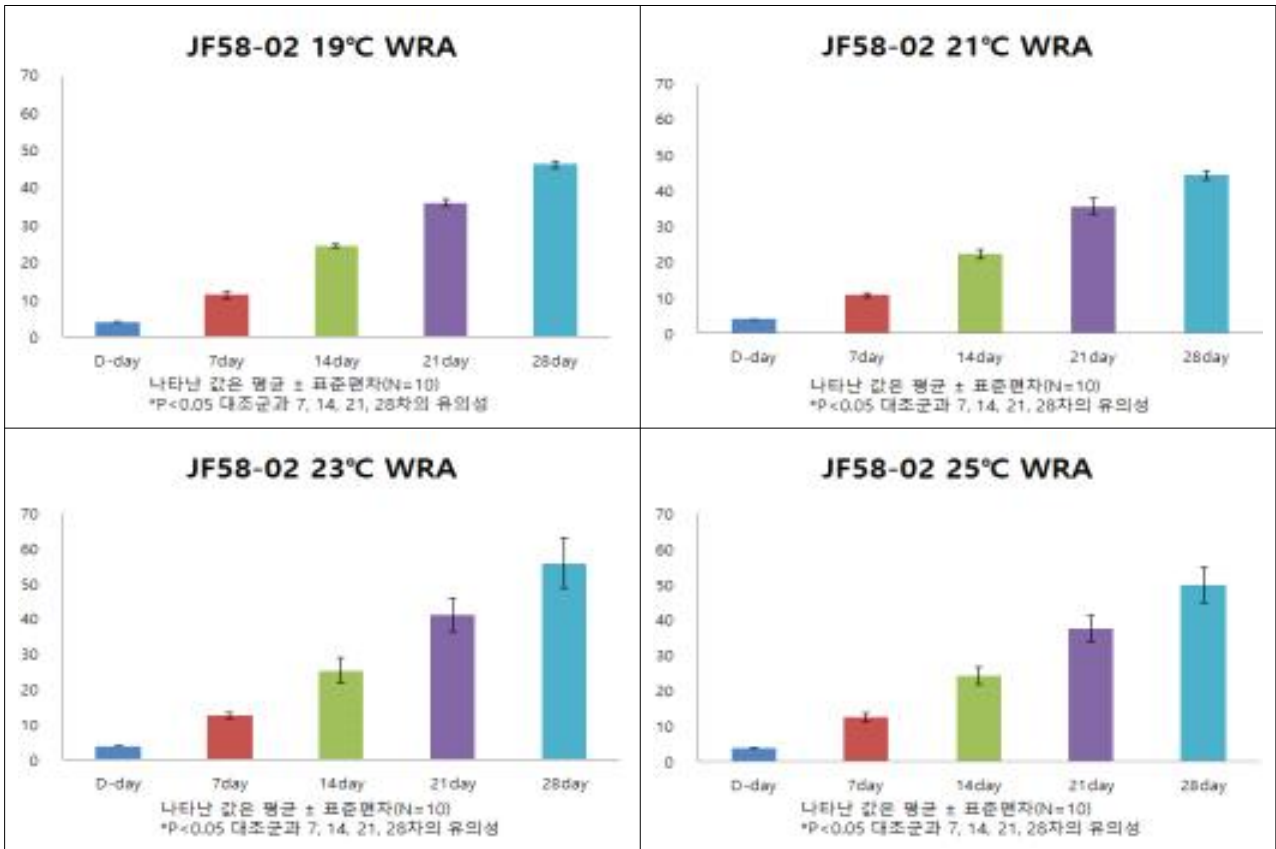


그림 29. WRA 배지에서 온도에 따른 균주별 성장량 통계분석(JF58-02)

2. 트리플 균사체 가공 이용 검토

트리플 균사는 스토리텔링 마케팅에 적용하는데 다음과 같은 이유로 가장 좋은 테마이다. 그 이유는 트리플은 세계 3대 요리에 속하여 가격이 고가로 다이아몬드 버섯이라고 한다. 중국의 양귀비가 절대 미인의 마력을 지닌 것도 트리플을 즐겨 먹었기 때문이다. 트리플 균사체를 이용하여 가공품 개발은 국내외적으로 화장품이 가장 발달되어 있고 오일류, 소금, 버섯탕 등에 개발이 전망이 밝을 것으로 추정된다.

1) 세계3대 진미 트리플 화장품 열풍

항산화 기능 단력, 주름개선 탁월 효능 입증 인기상품 부상

한국농수산식품유통공사(농수산물)가 최근 출시한 '트리플 버섯'은, 양귀비, 홍시, 버섯을 함유한 '트리플 버섯'을 주원료로 한 화장품이다. 양귀비, 홍시, 버섯은 각각 항산화, 주름개선, 피부탄력 증진 효과가 뛰어나 화장품에 널리 활용되고 있다. 특히 양귀비는 '미인초'로 불리며, 양귀비 추출물은 피부의 노화를 방지하고, 홍시는 피부의 탄력을 높여 주름을 개선하는 효과가 뛰어나 화장품에 널리 활용되고 있다. 버섯은 피부의 탄력을 높여 주름을 개선하는 효과가 뛰어나 화장품에 널리 활용되고 있다.

이러한 효능을 가진 '트리플 버섯'은, 양귀비, 홍시, 버섯을 주원료로 한 화장품이다. 양귀비, 홍시, 버섯은 각각 항산화, 주름개선, 피부탄력 증진 효과가 뛰어나 화장품에 널리 활용되고 있다. 특히 양귀비는 '미인초'로 불리며, 양귀비 추출물은 피부의 노화를 방지하고, 홍시는 피부의 탄력을 높여 주름을 개선하는 효과가 뛰어나 화장품에 널리 활용되고 있다. 버섯은 피부의 탄력을 높여 주름을 개선하는 효과가 뛰어나 화장품에 널리 활용되고 있다.

항산화성분 풍부해 프리미엄 라인 핵심원료로 각광



2) 트러플 오일



3) 트러플 소금



4) 트러플 푸드



트러플 포테이로 수프 0영에 대한 스톡...



트러플스테이크 Instagram p...



트러플스테이크 Instagram phot...



파스타 파파말리 블랙 트러...



트러플버섯피자 Instagram ...



트러플버섯피자 Instagram po...



블랙트러플 Instagram photos ...



트러플버섯피자 Instagram ...



트러플버섯피자 Instagram p...



1080 x 810
트러플프라이즈 - смотреть фото, читать...

III. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

○ 기술적 중요성

- 국내의 버섯 인공재배기술 연구는 주로 죽어있는 유기체에서만 자라고 살아 있는 생물은 감염시킬 수 없는 순사물부생균(oligate saprobes)에 관한 버섯의 인공재배에만 집중되고 있으나, 살아있는 생물의 세포원형질에서만 생육이 가능한 순환물기생균에 대한 연구는 상대적으로 소홀하여 선진국에 비해 뒤쳐진 상황이다. 따라서 외생균근성 버섯의 인공생산시스템을 개발하여 선진화된 버섯재배 기술을 조기 확보할 필요가 있으며, 이는 국내에 자생하는 대표적인 외생균근성 버섯인 송이, 농이의 인공재배로 기술전이가 가능하다.
- 외생균근성인 버섯인 트러플 연구는 식물의 뿌리와 공생의 관계를 갖기 때문에 산림 조립을 위해서도 필요하다. 지금까지 산림은 녹화의 대상으로 식목과 생산만 하였고, 이에 대한 보호는 거의 없었다. 즉 최근에는 산업의 발달로 생긴 여러가지 오염물질로 산림의 토양이 심각하게 오염되어 산림의 나무들이 성장할 수 없는 조건으로 변하여 산림의 보호차원에서 이들 버섯의 효율적인 관리가 매우 시급하다. 실제로 생태계에서 균근은 식물의 병해와 환경 트러스트에 대한 저항성을 높여주는 것으로 알려져 있고, 균근을 형성하고 있는 식물이 균근을 형성하고 있지 않은 식물보다 생육이 좋은 것으로 알려져 있다.

○ 경제·산업적 중요성

- 트러플은 명실공히 맛과 향이 탁월한 최고급 버섯으로 Perigord black truffle을 기준으로 뉴질랜드에서 생산된 트러플은 1kg당 NZ\$1,000~1,500에 유럽으로 판매되고(Ian Hall, 2002), 독일에서 생산된 truffle은 1kg당 US\$1,500~2,000에 판매되는(Dr Khanaqa, 2001) 고부가가치 버섯이다. 따라서 한국형 트러플 인공재배 기술의 확립 및 공급을 통해 최근 과잉생산과 소비감소로 부도에 몰리고 있는 버섯농가와 FTA에 따른 시장개방문제로 침체된 농가에 새로운 소득원으로서 농가 소득 증대 및 활성화를 일으킬 수 있다.
- 구미에서 선호하는 트러플과 가공제품의 수출을 통해 농촌지역의 경제적인 이윤의 창출에 기여함은 물론 6년근 홍삼재배와 같이 농촌지역에 새로운 부가가치 산업으로서 트러플을 재배하는 영농조합의 구성을 통해 농촌지역의 새로운 활력을 불러일으킬 수 있다.
- 실제로 스페인, 호주, 뉴질랜드, 스웨덴 등에서는 새로운 트러플 재배가 수익산업으로 활성화되어 지역 트러플협회 및 영농조합 형태의 농장이 활성화되면서 지역경제와 환경 보호 및 지역유대 강화에 기여하고 있다.

[참고자료]

1 트러플 재배기술 연구 국외출장 결과 보고서

세계적 귀한 버섯 트러플 인공재배 기술 선도를 위한

트러플 재배기술 연구 국외출장 결과보고서



■ 목 차 ■

I. 국외출장 개요

1. 목 적	-----	01
2. 개 요	-----	01
3. 주요일정	-----	02

II. 방문국가 주요 현황

○ 운남성 일반현황	-----	03
○ 운남성 자연생태 특성	-----	04

III. 방문 대상지별 주요 수행사항

○ 트리플 발생지 방문	-----	06
○ 운남대학교, 중국트리플협회 방문	-----	09
○ 야생버섯시장 방문	-----	10

세계적 귀한버섯 트러플 인공재배 기술 선도를 위한 트러플 재배기술 연구 국외출장 결과보고서

세계적으로 희귀한 버섯인 트러플의 발생지 조사를 통한 우량균주·기술 확보 및 글로벌 연구능력 배양을 위한 공무 국외출장결과를 보고드립니다.

I 국외출장 개요

1. 목 적

- 연구과제 효율적 추진을 위한 균주 수집 및 선진기술 습득
- 중국내 연구기간과 교류 협력을 통한 글로벌 연구능력 배양

2. 개 요

- 기 간 : 2018. 8. 8. ~ 13.(5박6일)
- 국 가 : 중국(운남성)

▶ 중국 운남성 지역은 산세가 깊고 깨끗하여 다양한 생물유전자원의 보고이며, 특히 트러플은 중국 트러플 생산량의 80%를 차지할 정도로 트러플의 메카임.
• 트러플 자연재배 등 새로운 소득작목 개발을 위한 유전자원 확보 및 연구 교류·협력을 위한 적지임.

- 인 원 : 10명

❖ 트러플 연구 활성화를 위해 민·관·학 협력체계 구축, 동행 출장 : 10명
- 전라남도 2, 한국농수산대학교 2, 동서대학교 2, 버섯재배농가 4

○ 주요 내용

- 트러플 발생 현지 조사를 통한 자실체 확보·균주 수집 및 환경생태 조사
- 트러플재배 기술 및 가공상품 개발·판매 등 부가가치 창출 방안 조사
- 산림버섯분야 연구 동향 조사, 기초·응용 개발 분야 지속 가능한 연구과제 모색
 - 곤명운남대학 등과 지속적인 교류 협력 방안 모색
- 우리도 재배적합 신소득 유망 산림버섯 탐색 및 유전자원 수집 등

○ 국외출장 참여자 및 역할

연구자	추진 과제 및 임무	비고
오득실 (임업시험과장)	<ul style="list-style-type: none"> · 연구책임자, 총괄 · 대학 방문 시 면담, 협력방안 논의 등 · 트리플 유전자원 수집 및 현지 조사 · 산림버섯 연구분야 자료 수집 	
김현석 (시간제 다급)	<ul style="list-style-type: none"> · 트리플 유전자원 수집 및 현지 조사 · 기타 산림버섯 유전자원 조사 및 최신 재배기술 정보 수집 · 산림버섯 가공상품 사례조사 및 산업화 관련 자료 수집 	

3. 주요일정

○ 일정별 주요 방문 대상지 및 수행내용

일자	방문지 및 대상	수행사항	비고
8.9.(목) 2일차	- 운남성 추승시 (트리플 발생현지)	<ul style="list-style-type: none"> • 트리플 발생 현지 조사 및 트리플 채집 등 ☞ 면담 : 현지 채취 및 유통 담당자 1명 	
8.10.() 3일차	- 운남성 곤명시 (중국 트리플협회, 운남대학교)	<ul style="list-style-type: none"> • 중국내 트리플 생산 및 연구현황 조사 • 트리플 인공재배 기술 문의 등 ☞ 면담 : 운남대학교 교수 1명, 트리플협회 간사 1명 	
8.11.(토) 4일차	- 운남성 곤명시 ()	<ul style="list-style-type: none"> • 야생버섯 유통 현황 조사 • 야생버섯 가공상품 및 소비패턴 조사 ☞ 시장상인 등 5명 	
8.12.(일) 5일차	- 운남성 곤명시 (트리플 발생현지)	<ul style="list-style-type: none"> • 트리플 발생 현지 조사 및 트리플 채집 등 ☞ 면담 : 현지 채취 및 유통 담당자 1명 	

○ 주요 이동경로



II 방문도시 현황

1 운남성 일반 현황

개 요

- 주요도시 : 쿤밍
- 인 구 : 46백만명(2010년 기준)
- 위 치 : 중국 남서부(동경 101°30' , 북위 24°30')



- 언 어 : 중국어(Chinese) ※26개 소수민족 고유언어 존재
- 기 후 : 연중 최저온도 2℃, 최고온도 26℃
 - ▶ 봄의 도시로 불릴만큼 연중 온화한 날씨 유지
- 면 적 : 394,000km²(한반도의 약 1.9배)
- 종 교 : 도교, 불교, 기독교 등

▣ 특 징

- 중국 남서쪽 변경에 있으며, 미얀마·라오스·베트남과 인접하여 있으며, 국경선은 총 3,207km로 미얀마 1,997km, 라오스 500km, 베트남 710km 맞닿아 있어 변경무역에 유리한 지리적 이점이 있다.
- 원산[山]·홍허[红河]·시쌍반나[西双版纳]·추슁[楚雄]·다리[大理]·더훙[德宏]·누장[怒江]·디칭[迪庆] 등의 8개 자치주(自治州), 쿤밍·취징[曲靖]·위시[玉溪]·자오통[昭通]·바오산[保山]·리장[丽江]·쓰마오[思茅]·린창[临沧] 등의 8개 지급시(地級市), 9개 현급시(縣級市), 79개 현, 29개 자치현으로 이루어져 있다. 이 가운데 100개에 가까운 시현(市縣)이 대외적으로 개방되었고, 미국·일본·스위스·베트남·라오스·미얀마 등 45개 국가와 경제무역 교류 및 자매결연을 맺고 있다.
- 주민은 한족(漢族)과 이족[彝族]·바이족[白族]·하니족[哈尼族]·좡족[壯族]·타이족[傣族]·묘족[苗族] 등 52개 민족이 있으며, 특히 묘족은 조상대대로 트러플을 채취하고 있어 트러플 연구에 있어 중요한 연구 대상으로 볼 수 있다.

2 | 운남성 자연생태 특성

- 고원과 산지, 구릉이 총 면적의 95%를 차지하며, 그 사이로 크고 작은 평바[平坝; 계곡분지를 뜻하며, 현지에선 바쯔(坝子)]가 1400여 곳이 있다.
- 지형은 위안장강[元江]을 경계로 하여 2개 지역으로 나뉜다.
 - 북동부의 덴둥[滇东] 고원 : 원구이고원[云贵高原]의 일부이며 해발 약 1,500m로, 지질이 복잡하고 지진이 자주 발생하며, 석회암과 돌출된 바위 등 카르스트 지형이 넓게 분포되어 있다.

- 덴시[滇西] 횡단산[橫斷山] 협곡 : 서쪽에서 동쪽으로 가오리공산[高黎貢山]과 누산[怒山], 원링[云嶺], 아이라오산[哀牢山] 등 높은 산들이 종으로 늘어서 있으며 남쪽을 향하여 빗자루 모양을 하고 있다. 산봉우리 해발은 3,000m이상이며, 메이리쉐산[梅里雪山]의 카리보봉[卡里博峰]은 해발 6,740m로 원난성에서 가장 높다.
- 북회귀선에 걸쳐 있어 북서쪽 끝이 습윤 고원기후를 띠고 덴난[滇南]의 저열 계곡지역이 북열대 습윤 계절풍기후인 것을 제외하고는 나머지 광대한 지역은 텅충-카이위안[开远]을 일직선으로 하여 남쪽은 남아열대 습윤 계절풍 기후, 북쪽은 중아열대 습윤 계절풍 기후에 속한다. 여름은 습하고 겨울은 건조하며, 기후가 분명한 변화를 나타낸다. 북부의 고한 산악지역은 1년 내내 눈으로 덮여 있으며, 남부의 저열 계곡은 여름이 길고 겨울은 없다. 이 때문에 '하나의 산에 사계절이 다 있고, 10리만 가도 날씨가 다르다'라는 말이 생겼으며, 덴중[滇中]고원은 사계절 내내 봄날씨로 잘 알려져 있다.
- 대부분 지역의 1월 평균기온은 8~12℃, 7월은 18~24℃이다. 무상기간(無霜期間)은 2월 초순부터 시작되어 11개월 정도 지속되는데, 덴난[滇南] 계곡은 거의 1년 내내 무상기간이다. 일평균기온이 0℃ 이상인 날이 360일 이상, 10℃ 이상인 날이 240~340일이다. 연강수량은 1,000~1,500mm이다. 태평양과 인도양 기류의 영향으로 인하여 건기와 우기가 분명하고, 5~11월 사이 강수량이 한해의 85~90%를 차지한다. 생장기 농업용수 수요치는 북쪽에서 남쪽으로 0~500mm 분포되어 있다. 위안장강과 진사강 계곡은 여름철 폭염 발생지역이다.

시 사 점

- 우리나라와 운남성의 산림형태는 국토 면적에서 산림이 차지하는 비율이 높고 산세가 험하다는 점에서 대체로 유사한 측면이 많다.
 - 온도가 영하로 떨어지지 않으면서 최고 온도가 30℃이하로 한국의 봄, 가을날씨와 비슷하며, 식생을 이루고 있는 수종도 한국의 제주도 및 남해안 일대와 유사하다.
 - 토양은 우리나라 산림과 비슷한 사질양토에 유기물층이 다소 존재하고 있으며, 대부분이 침엽수와 활엽수가 혼재되어 있는 혼효림이다. 산림형태는 사유림도 일부 존재하지만 대부분이 국유림이었으며, 국유림은 따로 관리되지 않아 주민들이 자유롭게 이용(임산물 채취)하고 있다.
- ☞ 자연환경이 우리나라와 유사하기 때문에 국내산림에도 **트리플이 대량으로 존재하고 있을 가능성이 크기 때문에 더 많은 연구과제를 통해 국내 토종 트리플 개발을 위해 노력할 필요가 있다.**

Ⅲ 방문 대상지별 주요 수행사항

1 트리플 발생지 방문

- 관계자 미팅
 - 면담 : 트리플 및 야생버섯 수집 및 유통 담당자
 - 수행사항
 - 자연발생지 자연환경(수종, 토양, 해발, 기후 등) 현장 조사
 - 트리플 채취방법, 유통 현황 및 과정 질의 응답
 - 수행내용
 - 트리플 자연 채취 방법
 - 개나 돼지를 이용하여 발견 후 사람(모족)이 직접 채취 ▶ 갈퀴, 호미 등 이용
 - 채취 시기 : 11월 ~12월
 - 균덩이가 3~4월에 형성된 후 점차 성장하여 11월 이후 성숙 됨.
- ※ 본 연구단이 방문한 시기는 8월로 아직 완전히 성숙되지 않아 포자가 형성되지 않은 상태였음.

- 트러플 발생지 자연 환경 조사

- 식생은 혼효림 이었으며, 수관밀도가 60~70%정도로 햇빛이 잘 들어옴.
- 낙엽층이 상당히 두꺼웠으며, 사질양토의 습기가 없는 토양임.

- 유통 방법 및 가격

- 각 지역에서 중간상인이 주민들로부터 수집한 후 인근 대도시(곤명)로 가져와 시장에서 유통시킴.
- 현지 유통가는 kg당 550위안(한화 약 10만원)정도에 유통됨.



▲ 트러플 발생지 자연환경(외부)



▲ 트러플 발생지 자연환경(외부)



▲ 트러플 발생지 자연환경(내부)



▲ 트러플 발생지 자연환경(수관상태)



▲ 트러플 채취 모습



▲ 트러플 채취 모습



▲ 트러플 채취 모습



▲ 트러플 채취 모습



▲ 산림내에서 채취된 기타 야생버섯들



▲ 트러플 채취 후 단체 사진



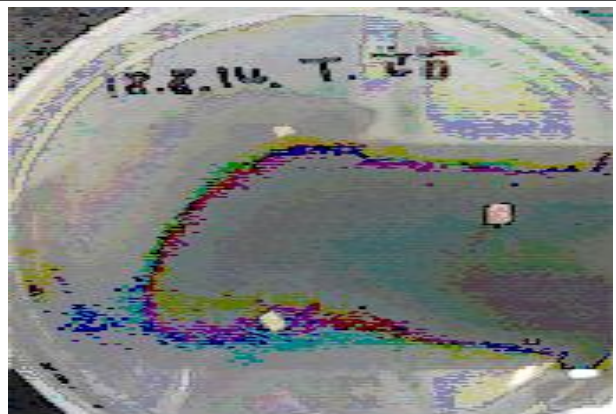
▲ 채집 트러플(상:암컷, 하:수컷)



▲ 트러플 건조 시료 확보



▲ 채집 트러플(내부 모습)



▲ 트러플 조직분리

2 운남대학교, 중국트리플협회 미

○ 미팅 대상자

- 운남대학교 야생버섯 연구 교수
- 중국트리플협회 간사

○ 수행사항

- 운남대학교 야생버섯 연구 교수 및 중국트리플협회 간사 미팅

○ 관계자 질의응답

- 중국내 트리플 전문 연구기관 유무
 - 특정 연구기관은 없으며 국가에서 트리플협회 지원
 - 7년전 국비 약 8억원 지원 받아 연구 추진 ⇨ 현재까지 트리플 1개 생산
- 트리플 인공재배 성공 주요 인자
 - 토양산도(알카리성 토양), 식물 다양성, 일조량, 온도, 광석(인) 함유 여부 등 다양한 인자 필요 ⇨ 인공재배 실패 주요 원인
- 중국내 트리플 인공재배 연구 현황
 - 초기 연구 단계로 20여년전 시작되었으며 균분리만 성공, 인공재배 실패
 - ▶ 떡갈나무에 균 접종 후 산지 이식 ※핵심기술은 비밀.
- 트리플 발생 수종
 - 국내에는 없는 수종으로 소나무류, 뽕나무류, 가시나무류 등 주변에서 주로 발생
- 중국내 트리플 품종 현황
 - 품종은 따로 없으며 암, 수로 구분
 - ▶ 수 : 겉면이 매끄럽고 어두운 검은 색을 띠
 - ▶ 암 : 겉면에 굴곡이 있으며, 밝은 검은 색을 띠
 - ▶ 이는 편의상 구분되는 것으로 유전분석시 다른 종으로 나올 것이라 판단됨.



▲ 윤남대학교 방문



▲ 중국트리플 협회 방문



▲ 트리플 협회 관계자 미팅



▲ 트리플 협회 관계자 미팅

3 야생버섯 시장 방문

○ 수행사항

- 트리플 유통 현황 및 시장가격 조사
- 야생버섯 유통 현황 및 시장가격 조사
- 트리플 및 야생버섯 가공상품 현황 조사

○ 수행내용

- 트리플 유통 현황
 - 트리플 수확시기가 아님에도 불구하고 많은 양 유통되고 있음
 - ※ 정식 수확시기는 11~12월임.
 - 대부분 개인이 판매를 하고 있었으며, 판매자에 따라 품질·가격차이가 큼.
 - ※ kg당 300~500위안(한화 50,000~90,000)선에서 판매됨.
 - 작년에 생산된 것을 냉동보관 하여 섞어 판매하는 경우도 있었음.

- 야생버섯 유통 현황

- 다양한 야생버섯이 유통되고 있음
 - ▶ 개종버섯, 망태버섯, 그물버섯류, 동충하초, 송이버섯 등
- 대부분 개인이 판매를 하고 있었으며, 판매자에 따라 품질·가격차이가 큼.
- 야생에서 채집한 버섯만 판매할 수 있는 것이 원칙이나 간혹 인공재배된 버섯(황금목이, 곰보버섯, 동충하초)도 판매되고 있었음.

- 가공상품 현황

- 대부분이 건조상태(원물형태, 슬라이스)로 유통되고 있음
- 장아찌, 주류 형태제품 일부 유통

- 시장 형태

- 우리나라 재래시장 형태와 비슷
 - ▶ 대부분 개인이 판매를 하고 있었으며, 판매자에 따라 품질·가격차이가 많음. ☞ 생물상태 버섯 판매
 - ▶ 사업자를 가진 가게 형태 일부 존재 ☞ 건조상태 버섯 판매
- 버섯 구입 후 일정금액을 지불하여 손질 및 세척 가능



▲ 야생버섯시장 입구



▲ 야생버섯시장 후문



▲ 판매되고 있는 야생버섯들



▲ 판매되고 있는 야생버섯들



▲ 판매되고 있는 야생버섯들



▲ 판매되고 있는 야생버섯들



▲ 판매되고 있는 야생버섯들



▲ 판매되고 있는 야생버섯들



▲ 야생버섯 판매 가게(외부)



▲ 야생버섯 판매 가게(내부)



▲ 판매중인 가공상품(트리플, 슬라이스 형태)



▲ 가공상품(송이버섯, 슬라이스 형태)



▲ 판매중인 가공상품(망태버섯)



▲ 판매중인 가공상품(건조버섯)



▲ 야생버섯 손질 모습



▲ 야생버섯 세척 모습



▲ 야생버섯 유통현황 조사



▲ 야생버섯 유통현황 조사



▲ 야생버섯 유통현황 조사



▲ 야생버섯 유통현황 조사

[참고자료]

2 트러플의 특성과 재배기술

1. 트러플(Truffle:송로버섯)

학명: *Tuber magnatum*

이명: 송로(松露)버섯, 트리플, 트러플, 버섯꽃

송로버섯(*Rhizopogon rubescens* Tul.)은 우리나라에서 자라는 담자균강 알버섯목 알버섯과 알버섯속에 속하는 먹는 버섯의 하나인데, 이 버섯 한 종이 알려져 있고, 송로버섯은 주로 봄과 가을에 우리나라 동해안의 소나무밭 모래땅 위에 돋는 버섯의 이름이다. 그러나 트러플(서양송로버섯)과 우리나라 자생 송로는 엄연히 다른 버섯이다. 하지만 일반인들은 물론이고 버섯전문가 일부도 트러플과 송로를 혼돈한다. 송로(松露)의 학명은 *Rhizopogon rubescens*이며, 알버섯과다. 분포지역은 한국·일본을 비롯한 북반구로 서식장소는 모래땅의 소나무숲, 해변가의 땅속에서 2~6cm 크기로 자란다. 4~5월경에 모래땅의 소나무숲, 특히 해변가의 땅속에서 발생한다. 자실체는 땅속에 공 또는 덩어리 모양으로 있고 표면은 매끄럽고 백색이다. 땅 위로 파내면 황갈색에서 적갈색으로 변한다. 자실체 밑면에는 뿌리 모양의 균사다발(菌絲束)이 밀착해 엉켜 있다.



<송로로 불리는 알버섯의 형태>

고구마와 같이 길죽하거나 감자알과 같이 둥글게 생겼다. 버섯은 크기가 2~4cm이며 겉면의 색은 처음 흰색이며 점차 연한 누런 밤색으로 변한다. 이 버섯과 비슷한 나도알버섯속에 속하는 독버섯인 나도알버섯(일명 위송로: *Scleroderma vulgare* Fr.)이 있다. 생김새는 감자알과 비슷하며 색깔은 누런밤색인데 다른 점은 버섯이 잘 터지며 속살이 누런밤색인 것이다. 6~9월에 풀밭 또는 땅위에 돋는데, 송로버섯을 딸 때에는 이것을 잘 분별하여 독버섯을 채취하지 않도록 조심해야 한다.

트러플(Truffle:송로버섯)은 자낭균류 서양송로과의 지하생(地下生) 버섯으로 담자균류에 속하는 송로(알버섯)와는 전혀 다른 버섯이며 한국에서는 아직 발견되지 않고 있다. 주로 프랑스·이탈리아·독일 등지의 떡갈나무 숲 땅속에 자실체를 형성하며 지상에서는 발견하기 힘들다. 트러플(Truffle:송로버섯)은 땅 속에서 자라나는 버섯의 일종으로서 특정한 나무와 밀접한 관계를 가지고 있다. 토양 속의 균사(실 같은 곰팡이)가 Mycorrhizes라는 잔뿌리들 사이에 접촉하고 있어서 나무의 뿌리를 통해 이러한 관계가 성립된다. 트러플(Truffle:송로버섯)은 농작물의 전작 직후 매우 빠르게 생겨난다. 트러플의 생장에 대해 정확히 아는 사람은 없지만 유력한 가설은 Mycorrhize로부터 방사된 섬사(꽃실)가 스스로 뱅야되어 트러플이 생겨나서 스스로 나무와의 관계는 더 이상 지속되지 않는 것이다. 이 버섯은 호두 크기에서 주먹만한 감자 모양의 덩이이다. 향기가 짙고 맛이 좋은 식용버섯으로 옛날부터 서부 유럽에서 진귀하게 알려진 버섯이다. 돼지나 개를 훈련시켜 땅속의 버섯을 채취하는 데 이용한다. 개보다는 돼지가 트러플 냄새를 더 잘 맡아 한 때 이용하기도 했으나 이들은 찾게 되는 대로 먹어 치우고 이동에도 불편이 있어 현재는 개의 도움을 주로 받는다고 한다. 흰 트러플은 이탈리아의 알바(Alba) 지역에서 나는 것을 최고로 치는데 이탈리아의 자존심으로 불려 질 만큼 유명하다. 이 흰 트러플은 강하고 우아하면서도 원초적인, 형용할 수 없는 냄새를 지녀 같은 크기의 검정 트러플에 비해 서너 배 높은 가격으로 팔린다. 또한 그 냄새와 가격으로 생기는 많은 사건들로 인해 이탈리아에서는 흰 트러플을 가지고 대중교통 수단을 이용하는 것을 법으로 금지하고 있다. 트러플(서양송로버섯)의 정식학명은 <Tuber aestivum>이다. 분류는 알버섯과이며 서구에서 부르는 이름은 '트뤼프', '두라부루', '도류뿌에루'라고 부른다. 서양 송로버섯은 땅속에서 영근 까만 혹은 흰 감자 모양의 두 가지의 버섯이다. 고급 프랑스로리나 이태리요리에서는 빠질 수 없는 이 송로버섯은 생산량이 적고 눈에 잘 띄지 않아서 매우 비싸게 팔리고 있다. 세계 3대 진미에 속하는 음식이 바로 캐비어(caviar: 철갑상어알), 거위 간(foie gras), 트러플(서양송로버섯)이다. 요리에 쓰이는 것 중에는 프랑스의 페리고루산의 흑송로와 이태리의 페이몬트산의 백송로가 최상급이다. 최근에는 값싼 중국산도 나오고 있다. 송로버섯을 채집할 때는 송로버섯 특유의 냄새를 잘 맡도록 훈련된 돼지나 개를 이용한다. 일본에도 송로버섯과 같은 종류의 버섯이 발견되고 있다. 아마도 우리나라에도 철저히 조사해 보면 발견될 수 있을 것이라고 생각된다.

2. 트러플 버섯 고르는 법과 조리법

송로는 땅속에서 자라는 버섯류의 일종으로 너도밤나무, 포플라, 버드나무, 오크나무, 개암나무 등의 나무뿌리에 공생한다. 그러나 토양이 결정적인 요인인데, 바로 그 때문에 송로는 아무데서나 나지 않는다. 송로에게 가장 적합한 환경은 석회질 토양이다. 이탈리아에서 가장 유명하고 고급으로 여겨지는 송로는 백색 송로 즉 알바 송로이다. 이탈리아 사람들은 기분 좋은 향내 때문에 그것을 좋아한다. 또 다른 종류로는 질은 조금 떨어지지만 튜버 보르키이 송로가 있다. 형태는 일정하지가 않으며 좀 흰편이고 솜털이 많은 길모양을 하고 있다. 지름은 기껏해야 5~8cm 정도이다. 이탈리아의 상당한 지역과 시칠리아에서도 자라는 겨울철 특산물이다. 고급 흑색 송로)로 프랑스에서는 페리고르 송로라고 부른다. 백색 송로에 비해 질은 떨어지지만 통조림 제조에는

더욱 적합해서 수요가 많다. 잘 길든 수색견이나 수색돈(돼지도 냄새로 송로를 잘 찾는다)을 이용한다 해도 항상 송로를 찾을 수 있는 것은 아니다. 가끔 돼지 송로라고 불리는, 약간의 독성이 있는 송로를 찾는 수가 있을 것이다. 그것을 식별하기는 쉬운데, 다 자란 것은 매끈한 연갈색의 표면에 희끗희끗한 얼룩이 있고 조금 고약한 쏘는 냄새가 있어서 식용 종류와 구분이 된다. 실수로 먹는다 해도 치명적인 결과는 없다. 복통이 있거나 기껏해야 토하는 정도일 것이다. 하지만 모양과 냄새에 예민한 주의를 기울이는 게 좋을 것이다

3. 값비싼 별미

송로는 근본을 따지자면 보잘것없지만, 시장에서는 아주 비싼 값에 팔린다. 하지만 어떻게 요리해서 먹는가? 보통 생으로 얇게 썰거나 갈아서 마카로니, 리소토, 구운 고기 등의 요리에 곁들인다. 송로를 살 여유가 있어 여러 가지 요리법에 그것을 곁들이면 별미가 더해진다. 예를 들어 프로방스식 송로 요리를 해보고 싶은가? 그렇다면 납작한 냄비에 베이컨 몇 조각에다 백포도주 약간과 마늘 한 쪽을 넣은 후, 얇게 썬 송로를 곁들여서 요리해 보라. 그런 다음 불을 끄고 최고급 올리브유를 송로 위에 조금 뿌린다. 레몬 즙을 몇 방울 떨어뜨리고 따뜻하게 차려 놓는다. 철갑상어알(caviar), 거위 간(foie gras)과 함께 서양의 3대 진미로 꼽히는 음식이 송로 버섯이다. 워낙 진귀하고 가격이 비싸서 ‘땅속의 다이아몬드’로 표현되기도 한다. 송로버섯의 맛에 심취한 유럽에서는 매년 40t의 요구가 있지만, 실제 생산되는 것은 10분의 1정도에 불과하고 그나마 매년 조건에 따라 그 수확량이 달라진다. 수확량이 줄어들게 되면 귀한 송로버섯의 가격은 치솟아서 거의 다이아몬드 수준의 가격에 이른다고 한다. 실제로 얼마 전 한 경매장에서 1.2kg의 송로버섯이 무려 1억5000만원에 팔렸다고 전해진다. 송로버섯은 우리나라를 비롯해 전세계에서 자라고 있는 것으로 알려져 있지만, 최고 진미의 송로버섯은 프랑스의 페리고르(Perigord) 지역에서 나는 검은 송로버섯과 이탈리아 알바(Alba) 지역에서 나는 흰 송로버섯이다. 프랑스산 송로버섯은 겉과 속이 모두 검은 색으로 견과류 모양으로 생겼는데 특유의 향을 지니고 있다. 이탈리아산 흰 송로버섯 역시 특유의 냄새로 잘 알려져 있는데, 그 향이 진해서 대중교통을 이용해 운송하는 것을 법으로 금지시키고 있을 정도다. 간단한 파스타, 리조또, 달걀, 샐러드 요리에 많이 쓰이지만 요리 자체의 향과 맛이 강하면 송로버섯의 오묘한 향을 느낄 수 없어 숙련된 조리장의 솜씨를 필요로 한다.

4. 트리플(송로) 채취

타르투포는 이탈리아어로 송로버섯을 의미한다. 프랑스 남동부 페리고르(Perigord)지역과 이탈리아 북동부 피에몬테(Piemonte), 토스카나(Toscana) 등이 주요 산지다. 11월 중반부터 수확하기 시작, 12월 초 절정을 맞았다가 3월이면 사라진다. 한국과 일본에서 별미로 여기는 송이버섯과 비슷한 생장조건이다. 송로버섯이 자라는 곳이 철저히 비밀로 부쳐지는 점도 송이버섯과 비슷하다.



<모습을 드러낸 송로버섯>



<트러플 탐색견(애니)>

5. 송로버섯 연구현황 및 재배기술

송로버섯(Truffle)은 참나무류(침엽수도 가능하다고 함)의 뿌리에 균사를 감염시켜 양분을 섭취하고 동시에 기주식물의 뿌리가 흡수하기 어려운 양분을 송로버섯 균사체가 토양으로부터 흡수하여 기주식물에 공급해주는 공생관계를 유지하면서 자라는 외생균근성 버섯의 일종이다. 자실체의 색깔이 갈색 ~ 검정색을 띠는 버섯이 있고, 흰색을 띠는 버섯이 있는데, 흰색을 띠는

것이 가격이 훨씬 고가이다. 이 버섯은 프랑스, 이탈리아 등 유럽에서 고급 음식의 재료로 사용되며 일반적으로 판매되는 가격은 검정색 송로버섯의 경우 kg당 우리 돈으로 약 50만원, 흰색 송로버섯은 약 130만원에 거래되나 형태에 따라 1억원이상 호가하는 경우도 있다. 이탈리아에서 주요 생산지는 라퀼라 대학 인근 지역을 포함하여 중북부 지역의 『아퀼라냐』 북부 지역의 『알바』라고 하는 지역이 송로버섯 주산지로서 알려져 있다. 라퀼라(L´aquila)대학에서 송로버섯 인공재배 연구를 시작한지는 10년 내외이며 지오바니교수는 나에게 송로버섯 재배 기술을 비교적 숨김없이 공개하여 주었다. 우리나라에서는 균근성버섯에 대해서는 학술적으로는 비교적 많은 연구가 이루어져 있으나, 송로버섯을 비롯한 균근성버섯류에 대한 재배기술의 시도는 이루어지지 않고 있어 나로서는 이번 연수가 무척 좋은 기회가 아닐 수 없었다. 이탈리아에서 송로버섯의 기주식물로 사용되고 있는 나무는 3개지 정도로, *Quercus pobesens*(우리나라의 도토리나무와 매우유사), *Cozylyus owelloura*(벚나무와 유사함), *Ostzya cazpimblia*(활엽수)가 대표적이었고, 지오바니교수의 말로는 침엽수나 기타 다른 수종도 가능하다고 하였다. 송로버섯의 인공재배 과정은 다음과 같다.

① 송로버섯 포자현탁액 제조

송로버섯은 자실체내 무수히 많은 세균이 부착되어 있어 항생제를 사용하더라도 균분리가 매우 어렵다. 그러나 신선한 송로버섯을 깨끗이 세척하여 살균된 사질토가 담겨있는 유리병에 넣고 일정기간(2개월 이상) 두면 송로버섯 내부에 있던 세균에 의해 자실체가 부패하면서 포자가 형성된다고 한다. 신선한 자실체가 부패하여 만들어진 포자가 함유되어 있는 사질토 양에 포자현탁액을 만들기 위한 용액을 첨가하여 기주식물의 묘목뿌리와 인공적으로 접촉을 시켜주게 되면 기주식물 묘목뿌리가 송로버섯의 포자에 의해 감염되게 된다.

② 기주식물의 종자소독 및 묘목준비

기주식물은 먼저 2% 차아염소산나트륨으로 종자소독을 실시하고 소독된 토양을 사용한 화분에서 일정기간(약6개월) 키운다. 묘목이 약 50cm정도자라면 앞서 밝힌 포자현탁액에 침지한 다음, 다시 소독된 토양이 포함된 화분에서 6개월이상 성장시킨다. 송로버섯의 포자의 기주식물 뿌리 인공감염작업은 대개 5월경에 시작하고 감염묘의 본토 이식은 11월경에 이루어진다고 하였다.

③ 감염묘의 확인과 본토양 이식작업

송로버섯 포자가 감염된 묘목은 철저하게 위생적으로 관리되는 묘상에서 약 6개월정도 성장한 후 현미경을 통한 감염여부를 확인하고 농가에 분양이 이루어진다. 본토양의 토질은 사질~사질양토이며 기주식물의 재식밀도는 5~6본/100㎡가 적당하다고 하였다.

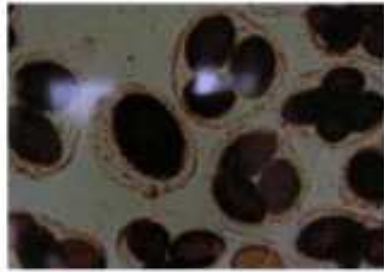
④ 본토양 이식 후 균환관리

본 토양 이식 후 기주식물의 성장이 약 2년이 상 정상적으로 이루어져야 뿌리 주변에서 버섯이 발생되며, 버섯발생이 시작되는 시기는 10월 이후이고 그 이전에 자동 물공급장치

(스프링쿨러)를 설치하여 기주식물의 뿌리주변이 건조하지 않도록 관리해야 한다. 일단 버섯이 발생되는 시기에는 인위적인 물 공급작업은 중단하고, 발생된 버섯은 지상에 노출된 경우는 사람이 직접 육안확인으로 수확할 수 있으나 대부분 지상에 노출되지 않는 경우가 많으며 이때는 숙련된 개를 통해 버섯발생지점을 확인하고 수확할 수 있다고 한다.



송로버섯이 담긴 포자
제조용 토양과 용기



송로버섯 포자형성



송로버섯 포자의
묘목감염용 토양준비



송로버섯 포자의
묘목감염



송로버섯 균사감염묘목
생육



송로버섯 균사감염확인



송로버섯 균사감염묘목
본토양 이식



송로버섯 기주식물



송로버섯

6. 국내 송로버섯의 인공재배 가능성과 재배전망

송로버섯은 균근성버섯 중에서 비교적 재배가 쉬운 외생균근성 버섯이다. 다시말해 송이버섯과 같이 균사가 기주식물의 뿌리세포내부로 감염되지 않고 표면에 부착되어 있으면서 기주식물과 공생관계를 유지하고 있다. 국내에서 저령, 송이버섯, 능이버섯 등 일부 균근성버섯에 대하여 연구가 진행되고 있지만 이렇다할 연구성과가 없는 실정이다. 그동안 송로버섯에 대한 연구

필요성은 인식해왔지만 국내에서 인공재배 연구가 시도된 예는 없다. 이번 연수를 통해 송로버섯 인공재배를 위해서는 우선 신선한 송로버섯이 필수적으로 있어야 하며, 이를 이용하여 포자 현탁액을 제조하는 기술을 개발해야 할 것으로 판단되었다. 앞으로 이탈리아 라퀼라 대학의 지오바니교수와 지속적인 교류를 통해 송로버섯의 인공재배기술을 완전하게 전수받고 빠른 기간내 인공재배 연구를 시작한다면 새로운 버섯소득작목으로 충분히 자리매김 할 수 있을 것으로 생각되었다.

7. 외생균근 트러플 생산의 세계적 현황

1) 세계적 현황

대표적인 외생균근(ectomycorrhizae)성 버섯의 하나인 Truffle은 그 부가가치 때문에 한국과 일본에서의 송이(*T. matsutake*)에 대한 연구열정 만큼이나 유럽에서도 활발하게 연구되어 왔다. 특히 1940, 50년대부터 주산지인 프랑스, 이탈리아, 스페인에서의 야생 Truffle의 생산이 급감하여 초과수요와 가격 급상승 현상이 일어나면서 인공재배에 대한 연구와 상업적인 재배가 더욱 활성화 되었다. 1885년 외생균근(ectomycorrhizae)이 처음으로 발견되면서 Truffle 인공재배에 대한 연구가 시작되었다고 할 수 있지만, 본격적인 인공재배는 접종묘목(inoculated seedling)을 조립한 프랑스와 이탈리아의 일부 트러플 농장(truffle orchard)들에서 수확이 이루어지기 시작한 1970년대 후반이라고 할 수 있다. 이러한 성공에도 불구하고 수확량이 아직은 매우 제한적이어서 현재까지도 전 세계에 공급되고 있는 트러플의 대부분은 재배보다는 자연산 트러플에 의존하고 있는 실정이며, 상업적으로 성공적인 재배가 가능한 트러플 중도 French Perigord black truffle라 불리는 *Tuber melanosporum*이 대부분이다(The State of Truffle Cultivation: Global Perspective; I.R Hall et al. 2003).

Talon's Method은 19세기초 프랑스 농부인 Joseph Talon이 생산량을 늘리기 위해서 고안한 자연접종 방법으로, 트러플을 생산하고 있는 나무(oak) 아래 도토리를 심은 후 자란 감염묘목을 새로운 장소에 옮겨심는 방법이다. 이 방법은 묘목의 접종여부를 확인할 수 없었기 때문에 트러플 생산에 실패하는 경우도 많았지만 거의 200년 동안 유럽에서 생산에 기여하였고, 추가 연구가 이루어져 마침내 트러플과 나무뿌리의 상호 공생관계에 대한 이해를 도출해 냈으며 결과적으로 1885년 프러시아의 왕이 된 B. Frank가 이러한 공생관계를 설명할 수 있는 'mycorrhiza(fungus root)'라는 용어와 개념을 만들어내게 되었다. Techniques for controlling the synthesis of truffle ectomycorrhizae on seedling root system은 1970년대초 생산량과 접종 신뢰성을 개선하기 위한 연구노력의 결과로, 통제된 조건 하에서 기주묘목의 뿌리에 배양한 트러플 균을 감염, 안정화시킨 후에 토양, 기후 등 재배환경 조건이 일치하는 지역에 식목하는 방법이 개발되었다. 이 방법으로 1978년 프랑스에서 세계 최초로 트러플이 수확되었으며, 최근 까지도 프랑스에서만 매년 30-45만 그루의 접종묘목이 생산되고 있다. 프랑스 외에도 이탈리아, 스페인, 스웨덴, 호주, 미국, 뉴질랜드 등 각 국의 임학자와 미생물 학자들의 연구가 활발히 이루어져 독립적인 묘목 감염기술, 농장 조성기술, 재배기술 등을 확립하고 실제로 묘목접종 및 재배가 이루어지고 있다. 그러나 이들의 연구는 모두 독립적으로 이루어져 일반적인 배양 및 재배방법은 노출되어 있으나, 묘목 접종기술을 비롯한 구체적인 농장부지 조성 및 접종묘목 생육기술은 비공개 비밀로 남아 있다. ATCC와 CBS에서 조차 트러플 균주를 보유하고 있지 못하다는 사실이 이를 잘 대변하고 있다. 경매를 통해 약 5,500만원에 팔린 트러플 버섯은 이탈리아

피렌체 근교 메디치가의 성에서 열린 토스카나주 국제 트러플 경매에서 852g의 토스카나산 트러플 버섯이 52,000달러(약 5,500만원)에 팔리는 기록이 세웠다. 5,500만원은 이 지역 버섯 경매 사상 최고 금액이다.



<경매에서 5,500백만원에 팔린 트러플>

2) 인공재배 기초연구 단계 현황

덩이버섯(Truffle) 인공재배 시스템 개발을 한 기초연구 단계로서 세계시장의 현황을 조사한다. 세계시장에서 상품가치를 인정받고 있는 덩이버섯(Truffle) 생산현황을 알아보고 재배 및 상품 개발을 위하여 유럽과 호주를 중심으로 알아본다. 선진 기술의 조기확보를 통해 연구개발의 효율성과 확실성을 높이기 위하여 우리나라와 기후환경과 재배수종이 유사한 뉴질랜드의 성공사례를 벤치마킹한다.

3) Truffle 종별 시장가치 평가

시장에서 유통되고 있는 14종의 truffle을 요리품질과 시장가치로 평가한 결과, Perigord black, Italian white, Winter, Summer truffle의 4종이 우수하며, 이들 4종을 대량재배 연구의 대상으로 선정하는 것이 바람직하며, 한국에서 자생하는 것으로 밝혀진 2종의 검은덩이버섯 (*Tuber indicum*, 설악산)과 여름갈고리덩이버섯(*Tuber aestivum*, 계룡산)에 대한 보고가 있다.

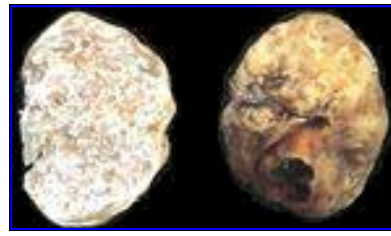
Table . Commercial evaluation of *Tuber* spp.

Comen name	Scientific name	Quality of cook	Marketability
Perigord black truffle	<i>Tuber melanosporum</i>	★★★★★	★★★★
Itallian white truffle	<i>T. magnatum</i> (= <i>Tartufo bianco</i>)	★★★★★	★★★★★
Winter or musky truffle	<i>T. brumale</i>	★★★★★	★★★
summer truffle	<i>T. aestivum</i>	★★★★★	★★★
Burgundy truffle	<i>T. uncinatum</i>	★★★	★★
Red truffle	<i>T. rufum</i>	★★	★★
Bagnoli truffle	<i>T. bituminatum</i>	★★	★★
Hollow truffle	<i>T. excavatum</i>	★★	★★
(unknown)	<i>T. macrosporium</i>	★★	★★
Truffe mesenterique	<i>T. mesentericum</i>	★★	★★
Indian truffle	<i>T. indicum</i>	★	★
Chinese truffle	<i>T. sinense</i>	★	★
Himalayan truffle	<i>T. himalayense</i>	★	★
Desert truffles	<i>Terfezia spp</i>	★★	★★

* Evaluation of The Potential of Growing of *Tuber melanosporum* as Corp on Mainland Australia for Export and Domestic Consumption (P.P. Stahle & D. Ward)



(Perigord black truffle)



(Italian white truffle)



(Winter truffle)



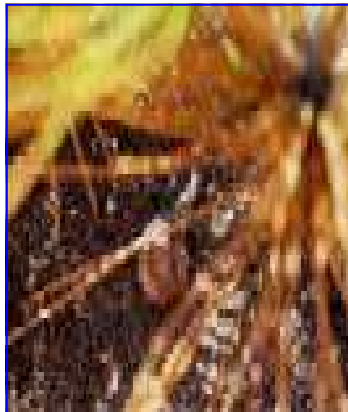
(Summer truffle)

<세계시장에서 주로 유통되고 있는 트리플류 모습>

8. 국내 · 외 연구현황

1) 일본의 연구현황

현재까지 인공재배 기술이 확립된 종은 *T. melanosporum*이 유일하며, *T. borchii* (Zambonelli etc., 2004)과 *T. aestivum* (Chevalier, 1998)은 상당한 진전이 있는 것으로 파악되고 있으나, *T. magnatum*은 많은 문제로 아직도 진전을 보이지 못하고 있다. 일본 미야기현 임업 시험장과 세레스농학연구소에서 인공재배 연구를 하고 있는 송로(松露)는 truffle종이 아니고 소나무에서 공생하는 *Rhizopogon rubescens*으로, 우리나라에서는 알버섯이라고 한다.



<Artificial cultivation of *Rhizopogon rubescens* in Miyaki forest research institute>

2) 중국의 연구현황

중국의 경우는 ‘Chinese Truffle’ 이라고 불리는 야생 트리플을 채취하여 유럽과 일본에 수출하고 있는데, 이는 *T. sinensis*(*T. indicum*) 종으로 중국 수확량의 95%가 雲南(50%), 四川(35%), 티벳(10%) 지방에서 채취되고 있다. Chinese Truffle은 외형상 French Black Truffle과 유사하여 일반인들은 구별이 어려우나, 색깔이 덜 검고 향이 약하며 하품으로 평가되어 싸게 팔리고 있다.

3) 국내 연구현황

국내의 버섯 인공재배기술 연구는 주로 죽어있는 유기체에서만 자라고 살아 있는 생물은 감염시킬 수 없는 순사물 부생균(oligete saprobes)에 관한 버섯의 인공재배에만 집중되고 있으나, 살아있는 생물의 세포원형질에서만 생육이 가능한 순활물 기생균에 대한 연구는 상대적으로 소홀하여 선진국에 비해 뒤쳐진 상황이다. 따라서 외생균근성 버섯의 인공생산시스템을 개발하여 선진화된 버섯재배 기술을 조기 확보할 필요가 있으며, 이는 국내에 자생하는 대표적인 외생균근성 버섯인 송이, 능이의 인공재배로 기술전이가 가능해진다.

4) 스웨덴 Gotland 지방(2004)

Black Truffle of Sweden; Systematics, Population Studies, Ecology and Cultivation of *Tuber aestivum* (Hall I.R. et al, 2002)의 Impact on society Chapter에서 발췌한 것으로 1999년 스웨덴 Gotland 지방에 8개의 실험적 트러플 재배농장이 설립된 이후, 5년만인 2004년 현재 25개로 증가하였고, Gotland Truffle Association이 결성되었다. 설립 3년만인 2002년부터 트러플이 생산되어 2,000SEK/kg 가격으로 프랑스, 뉴질랜드, 영국, 독일로 수출되었으며 2004년 수요가 증가하여 스톡홀름에서 kg당 8,400~7,900SEK에 팔렸다.

5) 스페인 Sarrion 지방 (2002)

The Socioeconomic Impact of Truffle Cultivation in Rural Spain(Nicklas Samils, 2002)에서 발췌한 것으로 1987년 스페인 Sarrion지방에서 트러플 재배농장이 설립된 이래 2002년 148개의 회원을 가진 지역 트러플 협회가 결성되었다. 새로운 작물의 경제적 가치로 소득이 증가하여 농장주들이 규모를 확대하였고 인구 증가는 물론 지역 전체의 지가가 상승하였다.

9. 국내 · 외 Truffle 기술 현황

1) 해외 Truffle 재배기술 현황

접종묘목을 일정한 부지에 식목 및 재배하는 방법에는 The Pallier Method(J. Grente), The Tanguy Method(P. Sourzat), The Malaurie(P. Sourzat) 등 여러방법이 부지 규모와 면적당 식목 수량 등에 따라 다양한 개발되었으며, 최근 접종묘목을 생산하여 판매하는 회사들이 늘어나고 있는 추세이다.

Table. Situation of oversea truffle cultivation and seedling supply

Nation	Company name	Homepage
Germany	Institute Dr.Khanaqa-Khalidiah Farm	embers.aol.com/DrAKhanaqa
Spain	Cultivos Forestales S.L	cultivosforestales.com
USA	New World Truffieres, Inc.	oregontruffles.com
	Garland Gourmet Mushrooms&Truffles	garlandtruffles.com
	oakland-truffles	oakland-truffles.com
France	Sainte-Alvere	truffe-perigord-noir.com
	AYME TRUFFE	eat-french-truffle.com
Japanese	Marinex Sa(マリネックス東京事務所)	truffle-farm.com
	セレス農学ジャパン	ceresnogaku.com
Australia	Tasmanian Truffle Enterprises-Truffleland	tastruffles.com.au
	Perigord Truffles of Tasmania	perigord.com.au
England	Truffle UK Ltd.	truffle-uk.co.uk
	Ttruffle Tree Ltd.	truffle-tree.co.uk
New zealand	Crop and Food Research (Ian Hall)	crop.cri.nz

2) 최근 생산라인

최근에는 대규모 투자가 이루어 지면서 묘목 생산부터 접종, 식목, 농장관리, 생산, 가공판매 까지 일관된 생산라인을 갖춘 기업화된 단지 규모의 농장을 위한 재배방법들이 연구되었다. 이러한 대형 농장들의 연구를 책임지고 있는 대표적인 연구자는 프랑스의 P. Sourzat, 이탈리아의 A. Zambonelli, 미국의 F. Garland, 뉴질랜드의 I. Hall, 독일의 Khanaqa 등이 대표적이거나 이탈리아와 프랑스는 국가적인 차원에서 트러플에 보호차원의 정책을 유지하기 때문에 재배기술 전반이 노출되지 않고 있으며, 상업적으로 접종묘목을 판매하거나 재배농장을 확장하고 있는 미국, 호주, 뉴질랜드의 기술이 일부 노출되고 있다. 이 중에서 산업비밀 차원에서 접종기술을 제외한 전반적인 재배방법을 공개하고 있는 사람은 독일의 Khanaqa 박사(The Institute of Plant Nutrition, University of Hanover)와 뉴질랜드의 Ian Hall 박사(New Zealand Institute for Crop & Food Research)이다

3) Truffle 시장현황

20세기 초반 프랑스와 이탈리아에서 생산된 Perigord Black Truffle의 생산량은 약 1,000~2,000톤으로 추정(I. Hall, 2000)되었으나, 그 후 산업화와 대기오염 및 기상변화로 수확량이 급감하여 2001년 프랑스, 스페인, 이탈리아에서 수확된 Black Truffle 총량은 50-80톤으로 줄었다(French Black Truffle, D.C Garvey & P.B Cooper, 2001). 트러플의 가격은 계절에 따라, 수요와 공급의 변화에 따라 가격의 변화는 있지만, 2000년 종별 평균 도매가격은 아래 표 3과 같다. 그러나 최근 미국에서 재배된 *T. melanosporum*이 770 US\$/kg에 판매되었고, 뉴질랜드에서 재배한 1등급 트러플은 1,450 US\$/kg에 거래되었다.

Table. Average wholesale price of *Tuber* spp. in 2000

Species	Mean Market Price(US\$/kg)
<i>T. melanosporum</i>	300 ~ 450
<i>T. magnatum</i>	> 1,000
<i>T. aestivum</i> (Burgundy truffle)	100 ~ 180
<i>T. aestivum</i> (Summer truffle)	50 ~ 100
Chinese truffles (several species)	50 ~ 120

* The States of Truffle Cultivation: A Global Prspective(I. Hall, 2001)

10. 트러플 가공제품 일본시장 현황

트러플은 주로 생 트러플 상태로 유통되지만 비수기(out of season)를 위한 건조, 냉동 slice 및 salsa, shavings, bottled, canned 등으로 가공되어 유통되고 있다.

일본에서는 미야기현 임업시험장 등에서 인공재배에 성공한 송로(松露; truffle종이 아니고 소나무에서 공생하는 *Rhizopogon rubescens*)가 야생 송로버섯과 함께 소량 유통되고 있고, truffle 은 주로 프랑스, 이탈리아 및 호주 등에서 매년 5-6톤 규모를 수입하고 있다.

Table. Retail price of processed food in *T. melanosporum*

Nations	Products	Evaluation amounts(\$) per kg
Japan	Truffle salsa	\$6,494
USA	Truffle shavings	\$2,270
USA	Bottled whole, 1st boiled	\$7,750
USA	Bottled whole	\$3,529
Australia	Frozen sliced	\$3,000
Australia	Canned	\$3,093

Table. Fresh and processed food situation of truffle import in Japan(source: JETRO))

Years	Fresh(kg)	1st processed food(kg)	Total(kg)
1998	3,184	1,563	4,747
1997	4,249	1,233	5,482
1996	4,805	1,581	6,386
1995	3,342	1,767	5,109
1994	2,354	2,022	4,376
1993	2,675	1,730	5,405

11. 균근성 트러플의 생산 가능성

1) 생산 가능성 검토

Tuber melanosporum(Perigord black truffle)은 *T. aestivum*(Burgundy truffle)등 약 50여종 중 가장 맛있는 것으로 알려져 있어 가장 보편적으로 많이 생산되는 버섯이다. 트러플은 프랑스 보르도지방의 베르규시 주변의 석회암지대에 분포하며, 이태리, 호주 타스마니아, 뉴질랜드, 미국 지방에서 참나무류로 감염묘를 만들고 그 뿌리에 자낭포자의 현탁액, 순수배양 균사, 균근의 작은 조각을 접종한다. 감염묘목이 순조롭게 자라면 6~10년후에 균핵을 수확하였으나 최근에는 균핵 형성기간을 2년까지 단축시킨 사례가 호주 타스마니아에 있다.



<Fig. Inoculated plant of Truffle formed fruiting body on the 2 years.>

또한 호주, 유럽 등에서 이미 트러플의 감염묘 생산은 실용화된 기술로서 고품질 다수확 단기 대량시스템으로 가고 있으며 대단위 면적에 감염묘(사진 2)를 식재하고 있으며, 이미 7년 이상되는 묘목에는 땅속에 트러플이 형성되어 있어 후각이 발달한 개를 훈련시켜 트러플을 수확하고 있다. 자실체의 자낭 속에 4개의 자낭포자가 있으며 이 포자가 적당한 환경 하에서 발아하여 1차균사로 되고 참나무류의 기주체의 뿌리에 기생하여 균근을 형성하고 2차균사로 된다. 땅속에 사는 뿌리 형태의 버섯이다. 주로 나무 뿌리 근처에서 짝이 터 나무와 공생관계를 이루며 자라다가 성장한 후에는 나무에 전적으로 의존하는 기생관계가 된다. 떡갈나무, 버드나무 등에 붙어 살아가는데 기생한 나무의 종류에 따라 독특한 색깔과 맛을 지니게 된다. 외형은 자라난 토양에 의해 좌우된다. 부드러운 토양에서 자랄수록 더 매끄러운 모양이 된다.

일반적으로 트러플은 가을에 숙성하지만 종에 따라서는 봄, 여름, 겨울에 수확하기도 한다. 트러플은 크게 백 트러플과 흑 트러플이 있으며 그 이외에도 여름 트러플, 겨울 트러플 등이 있

는데 이 중 백 트러플을 최상급으로 흑 트러플을 그 다음 단계로 평가한다. 이번 경매에서 판매된 버섯은 백 트러플 버섯이다. 트러플은 단백질, 지방, 탄수화물, 수분 등을 함유하고 있으나 영양 측면에서는 그리 중요하다고 볼 수 없다. 그럼에도 불구하고 트러플의 진한 향기는 전세계의 미식가들을 유혹하고 있다. 이러한 균근성버섯 중 트러플이 실용화, 산업화가 되고 있어 이의 생산가능성을 검토하여 아시아에서 최초로 트러플 생산 개발을 이루기 위하여 그 기초자료로 활용하고자 한다.

2) 트러플과 송로의 특징과 이용

송로(松露)의 학명은 *Rhizopogon rubescens*이며, 알버섯과이다. 분포지역은 한국·일본을 비롯한 북반구이며, 서식장소는 모래땅의 소나무숲, 해변가의 땅속으로 크기는 2~6cm이며, 4~5월경에 발생한다. 자실체는 땅속에 공 또는 덩어리 모양으로 있고 크기는 2~6cm이며, 표면은 매끄럽고 백색이나 땅 위로 파내면 황갈색에서 적갈색으로 변한다. 자실체 밑면에는 뿌리모양의 균사다발[菌絲束]이 밀착하여 엉켜있다. 속살은 처음에는 백색이나 점차 황색에서 암갈색으로 변한다. 속살로 된 작은 방이 많이 있고 나중에는 흘러나가서 껍질만 남는다. 포자는 긴 타원형이고 무색이다. 맛있고 향기로운 식용버섯이다. 트러플은 담자균류에 속하는 송로(알버섯)와는 전혀 다른 버섯이며 한국에서는 아직 발견되지 않고 있다. 주로 프랑스 이탈리아·독일 등지의 떡갈나무 숲 땅속에 자실체를 형성하며 지상에서는 발견하기 힘들다. 버섯은 호두 크기에서 주먹만한 감자 모양의 덩이이며 표면은 흑갈색, 내부는 처음에는 백색이나 적갈색으로 변한다. 향기가 짙고 맛이 좋은 식용버섯으로 옛날부터 서부 유럽에서 진귀하게 알려진 버섯이다. 돼지나 개를 훈련시켜 땅속의 버섯을 채취하는 데 이용한다. *Tuber*의 학명은 *Tuber melanosporum*이며, 서양송로과이다. 분포지역은 프랑스·이탈리아·독일 등지이며 서식장소는 떡갈나무숲으로 자낭균류 서양송로과의 지하생(地下生) 버섯이다. 우리나라나 일본에서 최고로 치는 버섯은 가을의 상징이라 할 수 있는 송이다. 송이에서 풍기는 은은하고 아련한 솔향기를 맡기 위해 식도락가들은 거금을 치르는 걸 마다하지 않는다. 프랑스나 이탈리아 사람들이 가장 좋아하는 버섯은 송로(松露)버섯이라고도 부르는 트러플(Truffle)이다. 흔히 프랑스의 3대 진미를 얘기할 때도 프와그라, 달팽이에 앞서 가장 먼저 거론 되는 것이 트러플이다. 우리나라에서는 전혀 생산되지 않아 모두 수입한다. 호텔 등 고급 프랑스 식당에서 트러플을 넣은 소스 정도는 맛 볼 수 있는데, 본격적인 트러플 요리는 없는 것 같다. 관세품목 분류상 송로버섯이라고 되어 있으나, 소나무와는 아무 관계가 없다. 떡갈나무 숲의 땅속에 자라는 이 버섯은 극히 못생겼고, 육안으로는 돌맹이인지 흙덩이인지 구분도 어렵다. 땅 속에서 채취한다면 식물 뿌리로 생각하기 쉽지만, 엄연히 버섯류다. 트러플 덩이는 5~30cm 땅 속에서 자라며 더러는 1m 깊이에서까지 발견되는 수도 있다.

트러플 사냥꾼은 개와 돼지이다. 훈련된 개들을 데리고 (과거에는 돼지가 이용되기도 했으나, 차에 실고 다니기가 번잡하여 요즘에는 대부분 개가 쓰임) 한밤중 떡갈나무 숲으로 나간다. 후각 집중력이 밤에 더 발휘될 뿐 아니라, 다른 사람들에게 발견 장소를 알리지 않으려는 뜻에서다. 트러플이 있는 장소를 발견하면 개들은 갑자기 부산해지며 앞발로 땅을 파기 시작한다. 이때 주인은 개에게 다른 먹이를 던져주어 주의를 돌리고 고대 유물발굴하듯 조심스럽게 손으로 땅을 파서 꺼낸다.



야성적 숲의 향기와 신선한 땅내음을 지닌, 비밀스럽게 땅 속에 숨겨진 이 버섯은 호두알 만한 것부터 자그마한 사과 정도까지 다양한 크기인데, 인공재배가 안되고 생산량도 적어 희소성이 높다. 로마제국 시대부터 식용했고, 프랑스 국왕 루이 14세 식탁에도 즐겨 올려졌다. 모두 30여종이 있는데 그 중 프랑스 페리고르산 흑색 트러플(*Tuber melanosporum*)과 이탈리아 피에몬트 지방의 흰색 트러플(*Tuber magnatum*)을 최고로 친다. 프랑스 흑트러플은 물에 끓여 보관해도 향기를 잃지 않으나 이탈리아 백트러플은 날 것으로만 즐길 수 있다. 프랑스 트러플을 이용한 가장 전통적인 음식은 이를 넣은 거위간 패스테이며 수프, 송아지 고기나 바닷가재 요리에 넣기도 한다. 누보 퀴진(현대식 프랑스 음식)으로 각광받은 폴 보큐즈가 개발한 트러플 수프는 단순한 부이용(국물)에 트러플과 거위 간을 얇게 썰어 넣은 것이었다. 날 것으로 제 맛을 내는 이탈리아 흰 트러플(실체는 옅은 갈색을 띠)은 샐러드를 만들거나 대패나 강판 같은 기구로 아주 얇게 썰어서 음식 위에 뿌려 먹는다. 트러플을 넣어 먹을 요리는 그 맛이 단순한 것일수록 좋다. 그래야만 트러플 맛도 살고 요리 자체 맛도 살아나기 때문이다.

3) 균근의 형태와 특징

이 지구상에서 육상 식물의 대부분은 사실상은 뿌리 그 자체만이 아니고, 그 속에 공생하는 곰팡이를 품고 있다. 그래서 실제로 땅을 파서 뿌리를 보면 콩나물에서 보는 그런 흔한 뿌리털은 잘 보이지 않고 균사가 뿌리를 감싸고 있는 것을 보게 된다. 즉 균과 뿌리가 공생하는 균근(菌根)을 보는 것이다. 곰팡이 균은 광합성을 못하므로 식물에게서 탄수화물을 받아 생장하고 버섯을 만들어 생활사를 완성하고, 땅속으로 뻗어나가 뿌리털 대신에 수분과 양분을 흡수하여 뿌리로 공급한다. 균근의 형태는 여러 가지로 나누어지지만 크게 두 가지가 중요하다. 수지상 내생균근(arbuscular endomycorrhiza: AM, 樹枝狀内生菌根)과 외생균근(ectomycorrhiza: ECM, 外生菌根)이다(Fujiha M. 2002). 수지상 내생균근은 균사가 뿌리의 피층세포내에 침투하여 나뭇가지모양의 구조를 만든 것으로, 땅속에 100-300 μ m 크기의 포자를 형성할 뿐이며, 버섯을 만들지는 않는다. 내생균근에도 뿌리털이 잘 발달한다. 내생균근을 형성하는 식물은 대부분의 초본식물과 목본식물로 농작물, 과수(장미과, 감나무 등), 원예작물(장미과, 국화과, 가지과 등)이 이에 해당된다. 육상 식물의 약 80%의 종이 이 수지상균근을 형성한다(John, 2002. <http://www.mycorrhiza.org>). 이에 비하여 외생균근에서는 균이 뿌리의 피층세포 내부에는 들어

가지 얇고 세포사이에만 침투하며 뿌리 외부에는 두꺼운 균사층을 만든다. 그 외부모양은 Y자형이나 산호모양으로 맨눈으로도 잘 볼 수 있다. 외생균근을 형성하는 식물은 소나무과, 참나무과, 자작나무과, 피나무과, 사시나무과 등 한정된 목본식물이다. 이 외생균근에서 뺏어나온 균사가 땅속을 점유하여 큰 집단을 형성하고 수십년간 자라면서 버섯을 만든다. 균근성 버섯의 예로써는, 송이, 능이, 덩이, 그물버섯류 등의 식용버섯과 광대버섯류, 끈적버섯류, 알버섯류 등의 독버섯도 있다. 이들이 소나무류나 참나무류 등이 있는 산림에서만 나는 이유는 이들 수종과 공생하기 때문인 것이다.

수지상 내생균근과 외생균근은 모두 뿌리의 통도조직에는 들어가지 않으므로 수분과 양분의 이동은 전혀 방해받지 않는다. 어떤 형태의 균근도 형성하지 않는 식물종으로는 십자화과, 췌기풀과, 석죽과 식물의 일부 중에 불과하다. 난초과나 진달래과 식물은 세포내에 수지상이 아닌 코일모양의 내생균근을 형성한다.



<그림. 균근채취 모습>



Ramaria botrytis



Suillus pictus



Sarcodon aspratus

<그림. 다양한 균근성 버섯들>

4) 균근성 버섯의 재배 가능성

아직 인공배양을 하지 못하고 있는 균근성 버섯은 기주식물을 이용한 재배를 고려할 수 있다. 하지만 기주식물을 이용하는 데에도 여전히 단계적으로 해결해야 될 기술적 어려움이 있다. 즉 균의 분리배양, 균주관리, 소규모접종, 대량 접종원생산의 4단계가 적어도 성공적으로 이루어져야하기 때문이다. 이 4단계를 성공하더라도 온갖 생물들이 함께 공존하는 외부에 노출시켜서 접종한 균이 성공적으로 기주식물과 정착하려면 환경요인의 복잡성 증가를 깊이 고려하여야 한다. 즉 순수배양시에는 다른 균이나 양분 수분 등의 제한요인이 없을 것이나, 기주식물에 균근을 형성시키지 위하여는 기주식물의 생장에 필요한 환경 즉 광도, 양분, 수분 등이 중요하게 된다. 나아가 온실이나 묘포토양에서 접종된 묘목을 기를 때에는 토양속의 기존 균근균과 경쟁적인 다른 다양한 미생물상이 고려되어야 한다. 마지막으로 버섯생산을 이루기 위하

여는 장기적으로 기주식물의 생장에 미치는 기상과 함께 버섯이 발생하는 시기의 강우량과 온도가 매우 중요한 제한 인자로 작용하게 된다.

균근성 버섯의 균사는 포도당 같은 1탄당을 이용할 수 있으므로, 느타리나 양송이, 표고처럼 톱밥이나 곡립에 대량으로 배양하지 못하고 있다. 물론 포도당을 사용하여 균사체를 액체배양으로 대량 증식은 가능하지만, 이런 균사체를 자연토양 상태에 넣으면 경쟁적인 여러 토양미생물 속에서 전혀 견디지 못한다. 이에 비하여 포자는 환경변화에 안정된 편이지만, 기주선택성, 기주식물과 공생하기 전까지의 활력변화, 그리고 환경변화에 따른 성장력 등이 알려져야 한다. 그리고 균근을 형성할 때까지의 기간이 균사체 접종원보다는 길수가 있다.

균근성 버섯은 아직은 표고나 느타리처럼 유기물을 이용하여 인공적으로 재배를 못하고 있으나, 덩이버섯이나 송로(*Rhizopogon reubescens*), 모래밭버섯 등은 기주식물에 접종하여 과수원이나 묘포장에서 발생시킬 수 있다. 덩이는 프랑스, 호주 뉴질랜드, 미국 등에서 참나무나 개암나무 묘목에 균을 접종하여 과수원처럼 식재한 후 5-6년 후에 버섯을 발생시킨다. 한편 송로는 자실체가 복강균으로 내부가 포자로 들어차 있고 소나무과 수목의 묘목에 접종하면 균근형성이 잘 되고, 또 어린 묘목에서도 버섯이 발생된다. 모래밭버섯은 식용은 아니지만 송로처럼 복강균으로 소나무나 참나무 묘목에 포자를 접종하여 균근이 쉽게 형성되며, 묘목시기에도 버섯이 발생한다. 이런 복강균의 포자접종 기술은 참나무에 덩이버섯 포자를 접종하는 기술과도 유사하다

그러나 균근성 버섯의 재배는, 아직 충분히 개발되지 못한 접종원의 생산, 균근형성, 접종묘의 생산, 산지이식, 버섯생산 등의 기술 모두가 성공되어야만 가능하다. 그러므로 오직 몇몇 단계의 재배기술만이 성공한 현재 상황에서는, 기존 생산지의 생태적 조건을 이해하여 원하는 버섯 종의 발생이 유리하게 유지되도록 산림을 관리하는 것이 버섯생산을 도모하는 데 가장 효과적일 것이다

<표. 균근성버섯 인공재배기술 연구 현황>

Mycorrhizal mushroom	Host	Mycorrhiza formation	Inoculum		Seedling	Transplant	Mushroom product
			Spore	Myceium			
<i>Tricholoma matsutake</i>	Pine	○	×	×	×	×	×
<i>Sarcodon aspratus</i>	Oak	×	×	×	×	×	×
<i>Ramaria botrytis</i>	Oak	×	×	×	×	×	×
<i>Tuber melanosprum</i>	Oak	○	○	×	○	○	○
<i>Rhizopogon rubescens</i>	Pine	○	○	×	○	○	○
<i>Cantharellus cibarius</i>	Oak Pine	○	×	○	○	×	○
<i>Boletus edulis</i>	Pine Oak	○	×	×	×	×	×
<i>Pisolithus tinctorius</i>	Pine Oak	○	○	○	○	○	○

○: Development, ×: Not development ? : Not confirmation

5) 외생 균근균의 역할

외생 균근성인 버섯인 Truffle 연구는 식물의 뿌리와 공생의 관계를 갖기 때문에 산림 조림을 위해서도 필요함. 지금까지 산림은 녹화의 대상으로 식목과 생산만 하였고, 이에 대한 보호는 거의 없었다. 즉 최근에는 산업의 발달로 생긴 여러가지 오염물질로 산림의 토양이 심각하게 오염되어 산림의 나무들이 성장할 수 없는 조건으로 변하여 산림의 보호차원에서 이들 버섯의 효율적인 관리가 매우 시급하다. 실제로 생태계에서 균근은 식물의 병해와 환경 트러스트에 대한 저항성을 높여주는 것으로 알려져 있고, 균근을 형성하고 있는 식물이 균근을 형성하고 있지 않은 식물보다 생육이 좋은 것으로 알려져 있다(Giovannetti G., et al. 1994).

트러플은 적정한 살균배지에 포자 균이 자랄 수 있는 수종의 묘목이 자람에 따라 재배가 된다. 온실에서 접종된 묘목을 기르면서 균근관계가 형성되고 증명된다. 준비된 적정 지역에 감염묘를 식재하여 지하덩이를 유도하고 트러피어를 조성해 나가야한다. 트러플 재배를 위한 가장 좋은 관리방법과 각 단계별 과정을 어떻게 해야 최선의 방법인지는 우리 모두의 숙제이다.

IV. 연구결과의 활용 계획 등

- 트러플의 균사체 대량증식 기술 개발을 통한 농가의 신소득 작목 개발을 위한 기반 기술을 확보하여 관련 종사자의 소득증대 기여
- 트러플 균사체 최적 배양조건의 표준화, 제조공정 확립 및 가공 적정성 연구를 통해서 트러플 균사체를 활용한 가공제품을 생산하여 관련 산업의 촉진 유도
- 국내최초 트러플 인공재배기술을 개발하고 나아가 세계시장에서 경쟁력을 갖는 우량균주 및 재배기술 확보를 위한 기초 데이터 제공
- 트러플 균사체를 이용한 다양한 가공상품의 가능성을 검토하고 이러한 연구 과정을 통해 논문, 특허, 기술이전 등을 통한 연구성과 극대화 및 산업화 가능

1. 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 화장품의 스토리텔링으로 다이아몬드버섯 활용
- 가공품(국수, 빵, 음료)에 균사체 함유 기능성 향상

2. 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

항 목 \ 산업화 기준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	10	50	100	200	500	860
경제적 파급효과	20	70	150	300	700	1,240
부가가치 창출액	20	70	150	300	700	1,240
합 계	50	190	400	800	1,900	2,340

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
<ul style="list-style-type: none"> ○ 트러플 균사체 대량증식법 개발을 위한 기초연구 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 트러플 균주 확보 : 3균주 이상 - 국내외 트러플 관련 연구논문 및 문헌자료 확보 - 해외 선진기술 벤치마킹을 통한 기술 습득 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 트러플 균주 확보 - 국내외 트러플 관련 연구논문 및 문헌자료 확보 - 해외 선진기술 벤치마킹을 통한 기술 습득
<ul style="list-style-type: none"> ○ 트러플 균사체 대량증식법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 공시균주 대상 최적 pH 선발 - 공시균주 대상 최적 배양온도 선발 - 공시균주 대상 최적 배지 선발 - 공시균주 대상 최적 영양원(탄소원, 질소원) 선발 	<ul style="list-style-type: none"> - 최적 pH 선발 - 최적 배양온도 선발 - 최적 배지 선발 - 최적 영양원(탄소원, 질소원) 선발
<ul style="list-style-type: none"> ○ 가공품 적용 가능성 여부 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 균사체 이용 화장품 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 오일류 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 식용 소금 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 버섯쌀 개발 가능성 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 균사체 이용 화장품 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 오일류 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 식용 소금 개발 가능성 검토 - 균사체 이용 버섯쌀 개발 가능성 검토

V. 참고 문헌

- Bustan A, Ventura Y, Kagan-Zur V, *et al.* 2003. Optimizing growing conditions towards intensive cultivation of Perigord black truffles. In S. Berch(ed.) Proc. Third Intern. Meet. Ecol., Physiol. Cult. Edible Mycorrhizal Mushrooms, Victoria, 16-22 August 2003.(2x CDs). Victoria : University of Victoria.
- Chevalier G. 1998. The truffle cultivation in France : assessment of the situation after 25 years of intensive use of mycorrhizal seedlings. In E. Danell(ed.), Proc. First Intern. Meet. Ecol., Physiol. Cult. Edible Mycorrhizal Mushrooms, Uppsala.
- Hall I.R., Wang Y Amicucci A. ,2003 .Cultivation of ectomycorrhizal mushrooms. Trends Biotechnol. 21: 433-438.
- Hall I.R., Dixon CA, Parmenter GA, *et al.* 2002. Factors affecting fruiting of the Perigord black truffle : a comparison of productive and non-productive *Tuber melanosporum* truffieres in New Zealand. Crop & Food Research Confidential Report No. 768 on CD ROM. Christchurch : New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited.
- Zambonelli A, Iotti M. 2004. The pure culture of *Tuber* mycelia and their use in the cultivation of the truffles. Le Premier Symposium sur les Champignons Hypoges du Bassin Mediterranee, Rabat, In press.
- Fujiha M. 2002. Changes in the stand structure of a pine forest after rapid growth of *Quercus serrata* Thunb. Forest Ecol. Management, 170 : 55-56.
- Giovannetti G, Roth-Bejerano N, Zanini E, *et al.* 1994. Truffles and their cultivation. Hort. Rev. 16 : 71-107.
- John, 2002. <http://www.mycorrhiza.org>

<별첨작성 양식>

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 신소득 유망버섯 트러플(서양송로) 균사체 대량증식 기술 개발				
	(영문) Development of mycelium mass production techniques of new income mushroom Truffle				
주 관 연구 기관	한국농수산대학		(소속)버섯학과		
참 여 기 업			(성명)장현유		
총 연구개발비 (49,175천원)	계	49,175	총 연구 기간	2017.12.28~2018.12.27(1년)	
	정부출연 연구개발비	49,175	총 참 여 연구 원 수	총 인 원	6
	기업부담금			내부인원	4
	연구기관부담금			외부인원	2

1. 연구개발목표

1. 트러플 균사체 대량증식법 개발을 위한 기초연구

가. 개발내용 및 범위

- 1) 국내외 트러플 균주 확보 : 3균주 이상
- 2) 국내외 트러플 관련 연구논문 및 문헌자료 확보
- 3) 해외 선진기술 벤치마킹을 통한 기술 습득

2. 트러플 균사체 대량증식법 개발

가. 개발내용 및 범위

- 1) 공시균주 대상 최적 pH 선발
- 2) 공시균주 대상 최적 배양온도 선발
- 3) 공시균주 대상 최적 배지 선발
- 4) 공시균주 대상 최적 영양원(탄소원, 질소원) 선발

3. 가공품 적용 가능성 여부 검토

가. 개발내용 및 범위

- 1) 균사체 이용 화장품 개발 가능성 검토
- 2) 균사체 이용 오일류 개발 가능성 검토
- 3) 균사체 이용 식용 소금 개발 가능성 검토
- 4) 균사체 이용 버섯쌀 개발 가능성 검토

2. 연구개발 성과 및 평가방법

○ 학술발표

- 학술발표 1건(포스터)

○ 인력양성

- 신규 연구인력 양성 2명

○ 홍보전시

- 언론보도 1회 이상

○ 특허출원 및 등록

- 특허출원 1건

자체평가의견서

1.

		과제번호	117122-01	
사업구분	농생명산업사업			
연구분야	농식품기술개발사업		과제구분	단위
사업명	생명자원생산·관리기술사업			주관
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음
과제명	신소득 유망버섯 트러플(서양송로) 균사체 대량증식 기술 개발		과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	한국농수산대학		연구책임자	장현유
연구기간	연차	기간	정부	민간
연구비 (천원)	1차연도	49,175		계
	계	49,175		49,175
참여기업				
상대국		상대국연구기관		

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 :

3. 평가자(연구책임자) : 장 현 유

소속	직위	성명
한국농수산대학	교수	장현유

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	
------------	--

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수/트리플 군사 배양조건 규명 및 가공이용에 관한 실적을 쌓았으며 이를 학술대회에 2건 발표함으로써 홍보 활동을 하였음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수/고가의 버섯으로 알려져 있으며 세계 3대 요리에 속하는 균근성 버섯 트리플은 다른 균근성 버섯에 비하여 접종묘 생산에 성공하였고 이를 인공재배에 활용할 시 파급효과가 대단히 높음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수/트리플은 균근성 버섯으로 재배방법이 까다롭지만 접종묘 생산과 증식포에 식재하여 균핵인 덩이를 생산하는데 5~7년 소요된 후 개나 돼지를 훈련시켜 덩이를 생산할 수 있음

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수/균주수집및 군사배양 최적조건 규명과 이를 저장 이용하는 활용 가능성을 성실하게 파악하고 수행하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수/논문발표 1건(한국버섯학회), 논문발표 1건(한국임학회)

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
인력양성	20	20	연구원 인력 양성
학술발표	15	15	한국버섯학회, 임학회
홍보전시	15	15	블로그, 페이스북등 SNS매체이용
합계	50	50	

III. 종합의견

1. 대한 종합의견

트러플은 장기성 연구 과제의 성격이나 본 과제는 단기소액과제로서 전체적인 연구를 종합적으로 하기에는 너무나 짧은 시간이었고 이를 보완 발전시키기 위해서 장기적인 프로젝트의 예산과 연구인력이 더 필요한 과제임

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 과제의 궁극적 목적은 덩이 생산이므로 균사체 대량 증식보다 접종묘 생산을 하여 덩이 생산에 목표를 두어야 함

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

트러플 균사체는 화장품 등 가공에 이용을 하고 자실체인 덩이는 고급 요리에 사용함으로써 균사체와 자실체 모두를 활용하는 방안으로 방향을 갖추어야 함

IV. 보안성 검토

o 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 의견

홍보필요

2. 연구기관 자체의 검토결과

홍보필요

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	생명자원생산.관리기술사업
연구과제명	신소득 유망버섯 트러플(서양송로) 균사체 대량증식 기술 개발		
주관연구기관	한국농수산대학	주관연구책임자	장현유
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금
	49,175		49,175
연구개발기간	2017. 12. 28 ~ 2018. 12. 27		
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> v 책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)		

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
○ 학술발표	○ 학술발표- 한국버섯학회, 임학회
○ 인력양성	○ 인력양성- 연구원2명(서금희,김은주)
○ 홍보전시	○ 홍보전시- 연합뉴스외

언론보도 결과보고

보도자료명

- 전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식연구

언론사명	보도일자	기 사 제 목	비고
연합뉴스	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식연구	인타넷뉴스
국제뉴스	1.11	전남산림자원연구소, '트러플' 증식기술 개발나서	인타넷뉴스
광주드림	1.11	전남산림자원연구소, '트러플' 증식기술 개발나서	인타넷뉴스
브릿지경제	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식 기술 개발나서	인타넷뉴스
파이낸셜뉴스	1.11	전남도, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 착수	인타넷뉴스
광남일보	1.11	세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 착수	인타넷뉴스
노컷뉴스	1.11	세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 나서	인타넷뉴스
남도일보	1.11	세계 3대 식재료 '트러플' 연구	인타넷뉴스
업코리아	1.11	세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 나서	인타넷뉴스
포커스데일리	1.11	전남산림자원연구소, '트러플' 증식 기술 개발나서	인타넷뉴스
미래일보	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 나서	인타넷뉴스
여수인터넷뉴스	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 나서	인타넷뉴스
일간대한뉴스	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 나서	인타넷뉴스
세계타임즈	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트러플' 증식기술 개발 나서	인타넷뉴스

언론사명	보도일자	기사제목	비고
CJ헬로(호남방송)	1.11	전남산림자원연구소, 식재료 '트리플' 증식 기술 개발 나서	인터넷뉴스
뉴스로	1.11	전남도, 세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
매일경제	1.11	전남산림자원연구소, 세계 3대 식재료 '트리플' 증식 연구	인터넷뉴스
서울뉴스통신	1.11	전남도, 세계 3대 식재료 '트리플' 증식 개발	인터넷뉴스
전남투데이	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식 개발나서	인터넷뉴스
합신문	1.11	전라남도, 세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
전남인터넷신문	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
국민투데이	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
피디언	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
스타인뉴스	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
중부뉴스통신	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
통합뉴스	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
뉴스에이	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
시사우리신문	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 균사체 대량 증식기술 개발에 나선다	인터넷뉴스
신문고뉴스	1.11	세계 3대 식재료 '트리플' 증식기술 개발나서	인터넷뉴스
대한급식신문	1.12	세계 3대 식재료 '트리플' 국내에서 나올까	인터넷뉴스
광주매일신문	1.12	세계 3대 식재료 '트리플' 증식연구	인터넷뉴스
총 31개 언론보도			

- 세계 3대 식재료 '트리플' 국내에서 나올까?

언론사명	보도일자	기사제목	비고
전남인터넷신문	7.4	서양송로버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
노컷뉴스	7.4	세계3대 식재료 송로버섯 '트리플' 인공재배 속도 낸다	인터넷뉴스
연합뉴스	7.4	세계3대 진미 송로버섯 '트리플' 인공재배 기술 연구 속도	인터넷뉴스
데일리모닝	7.4	고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
호남타임즈	7.4	전남산림자원연구소, 고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
광주리포트	7.4	고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
신문고뉴스	7.4	전라남도 고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
더뉴스코리아	7.4	전남산림자원연구소, 고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
무등일보	7.5	서양 송로버섯 트리플 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
아시아투데이	7.5	전남산림자원연구소, 고가 버섯 트리플 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
여성종합뉴스	7.5	전남도 고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스
데일리그리드	7.5	고가 버섯 트리플, 대량증식 기술 개발 속도	인터넷뉴스

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		논문 평균 IF	학술발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20			20	10									15		20	15			
성과 목표														1		2	1			
연구기간내 실적														2		2	2			
달성율 (%)														100	100		100			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	트리플 군사배양 최적배지 선발
②	트리플 자실체 생산을 위한 감염묘 접종 기술 노하우 보유

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개발	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 결	정책 자료	기타
①의 기술								v		
②의 기술								v		

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	월간버섯 또는 버섯정보신문에 게재 홍보
②의 기술	트리플 생산협회를 조직하여 기술 이전 홍보

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치																			
최종목표	1			1	2									1	2			1	
연구기간내 달성실적																			
연구종료후 1년계획	1			1	2														

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)