

최 중
연구보고서

좁나무싸리버섯 인공재배 생산시스템 개발

Development of artificial cultivation system for
Clavicornia pyxidata

연구기관

한국농수산대학
농업법인(주)JFS

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “좁나무싸리버섯 인공재배 생산시스템 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2011년 4월 9 일

주관연구기관명 : 한국농수산대학

주관연구책임자 : 장현유

연 구 원 : 박순애

연 구 원 : 노문기

협동연구기관명 : 농업법인 JFS

협동연구책임자 : 이정규

연 구 원 : 위 영

요 약 문

I. 제 목

좁나무싸리버섯 인공재배 생산시스템 개발(Development of artificial cultivation system for *Clavicornia pyxidata*)

II. 연구개발의 목적 및 필요성

국내 버섯의 수요가 꾸준히 증가하고 있으나 주요 식용버섯의 공급과잉에 의한 버섯가격의 하락으로 인해 주요버섯재배농가들이 어려움에 처해있어 품목의 다변화로 버섯 시장의 안정을 유지하려는 시도가 많이 되어왔지만 대부분이 사람들의 인지도가 낮은 품목으로 시장에 정착하기 까지 많은 어려움이 있었다. 싸리버섯은 예로부터 우리나라와 중국, 일본의 각 산야에서 많이 채집되어왔고 즐겨 먹던 식용버섯으로 시장에 나올 경우 소비자들로부터 큰 호응이 예상되고 중국, 일본 등의 버섯시장에 수출도 가능하므로, 버섯농가의 소득 증진과 국내 소비자들에게 다양한 식용버섯을 제공하는 좁나무싸리버섯 인공재배 시스템을 개발하고 가공 편의 식품 등을 개발함으로써, 품목다변화에 의한 농가의 경쟁력 강화와 신선 버섯과 가공품 개발에 의한 수출을 용이토록 함.

1. 좁나무싸리버섯 생산에 의한 식용버섯 공급의 다양화를 통하여 버섯시장 가격의 안정화에 기여
 - 주요 식용버섯 양송이, 느타리, 표고, 팽이, 새송이 전체 버섯 생산량의 95%이상 차지
2. 소비자 인지도가 높은 식용버섯 공급에 의한 버섯생산농가의 소득 증대
 - 2005년 생산량은 전년 47,893kg에 비해 43,723kg으로 4,170kg 줄었고 생산량의 전량이 산림에서 채집한 것으로 채집량이 매년 줄어듦
 - 자연산 싸리버섯 1kg당 10,000원에서 30,000원에 거래됨
3. 좁나무싸리버섯 대량생산 및 가공에 의한 버섯가공 산업 활성화
 - 좁나무싸리버섯은 가공이후 그 육질과 맛이 거의 변하지 않아 가공제품으로 생산 유통 원활함
4. 좁나무싸리버섯의 균사 및 자실체에서 기능성 물질 추출로 노인성 정신질환 예방효과
5. 신선 버섯 및 버섯 가공을 통한 버섯수출 확대

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차 년도	2009	<p><주관></p> <p>1. 줌나무싸리버섯의 채집 및 분리 동정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 경기 강원일대 산림 내 줌나무싸리버섯 채집 및 분리 동정 ○ 우수 균주 선발 <p>2. 줌나무싸리버섯의 균사 배양조건</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 균사배양 조건 규명 ○ 종균배양 특성 규명 ○ 최적 배양 배지 선발 <p><협동></p> <p>1. 줌나무싸리버섯 성분분석 및 가공 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 줌나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분분석 ○ 줌나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 성분분석 ○ 줌나무싸리버섯의 염장 물성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경기 강원일대 산림 내 줌나무싸리버섯 채집 및 분리 동정 - 포자에 의한 분리 및 동정(WA, PDA 배지) - 자실체 조직에 의한 분리 및 동정 ○ 우수 균주 선발 - 수집된 균주 동일 조건 배양(PDA 배지) - 각 균주별 균사체 생육밀도, 성장속도 조사 - 상위 5균주 자실체 발생 우수균주선발 ○ 균사배양 조건 규명 - 배지별 영양요구도 연구(YMA, PDA, 조제배지) - 각 배지별 균사체 생육밀도, 성장속도 조사 ○ 종균배양 특성 규명 - 적합수종 톱밥 선발(침엽수, 활엽수, 표고, 폐골목 등) - 액체종균 배양액 선발 (배지 조제 및 배양 조건 온도, 급기 등) - 각 배지별 균사체 생육밀도, 성장속도, 균체량 조사 ○ 최적 배양 배지 선발 - 배지재료: 참나무, 소나무 등 3종 톱밥, 면실피, 비트 펄프 등 - 각 배지 재료 별 최적 혼합비 선발 - 배지공극, 배양 속도 및 기간, 균사밀도 조사 <ul style="list-style-type: none"> ○ 줌나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분 분석 - 분석시료: 줌나무싸리버섯의 배지조성 별 균사체 - 분석 및 조사항목: 식품영양성분, 아미노산 외 5종 ○ 줌나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 성분 분석 - 분석시료: 줌나무싸리버섯 자연산, 인공재배 자실체 - 분석 및 조사항목: 식품영양성분, 아미노산 외 5종 ○ 줌나무싸리버섯의 염장 물성 연구 - 처리내용: 염농도별 3단계 - 조사항목: 식미 테스트

2차 년도	2010	<p><주관></p> <p>3. 줌나무싸리버섯의 자실체 생육조건</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 자실체 발생조건 규명 ○ 자실체 생육환경 규명 ○ 농가 실증재배 <p><협동></p> <p>2. 줌나무싸리버섯 저장 및 유통에 관한 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 파장별 uv 처리에 의한 줌나무싸리버섯의 저장효과 규명 ○ 줌나무싸리버섯의 포장 방법 연구 ○ 줌나무싸리버섯의 경제성 비교 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자실체 발생조건 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 재배방법 별 발생조건(병, 봉지) - 발생환경(온도, 습도, 환기, 광)연구 - 초발이 소요일수, 발이개체수, 초기생육조건 조사 ○ 자실체 생육환경 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 재배방법 별 생육조건(병, 봉지) - 생육환경(온도, 습도, 환기, 광)연구 - 생육기간, 버섯의 품질, 수량 등 조사 ○ 농가 실증재배 <ul style="list-style-type: none"> - 병, 봉지 재배 (진생버섯영농조합) - 시험재배 Data와 실증재배Data 비교분석 - 버섯의품질, 수량, 생산원가 조사 ○ 파장별 uv 처리에 의한 줌나무싸리버섯의 저장효과 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 공시재료: 줌나무싸리버섯 자실체(인공재배) - 처리내용: <ul style="list-style-type: none"> 파장별: 254nm이하, 254nm, 254nm 이상 시간별: 5, 10, 15분 - 조사항목: 저장기간, 에르고스테롤 성분(비타민 D) ○ 줌나무싸리버섯의 포장방법 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 처리내용: 진공, 반진공, 트레이 포장 - 조사항목: 저장기간 ○ 줌나무싸리버섯의 경제성 비교 <ul style="list-style-type: none"> - 공시품목: 톱밥재배느타리, 톱밥재배표고, 줌나무싸리버섯 - 조사항목: 생산원가, 경제성분석
----------	------	---	--

IV. 연구개발결과

SUMMARY

(영문요약문)

This study was carried out to investigate the characteristics survey of *Clavicornia pyxidata* strains. *C. pyxidata* are selected 3 kinds of strains collected in GWANG DEOCK Mt., DO BONG Mt., and BUK HAN Mt.. Mycelial growth of *C. pyxidata* collected GWANG DEOCK and BUK HAN Mt. is 64mm, 60mm for 18days respectively. DO BONG Mt strain is 85mm for 9 days. Transparent crystal body of *C. pyxidata* mycelia were appeared by microscopic examination of 100 magnification. Optimal temperature of mycelial growth in *C. pyxidata* strains are 25~30°C respectively.

Clavicornia pyxidata (Pers.: Fr.) Doty Fruit body 5-12 cm high, 2-8cm wide overall; numerously branched with cup-shaped, crown-like tips; pallid to pale yellow when young, becoming dull ochre, tan, or pinkish. Stem 1-3mm, very short; whitish or brownish pink; smooth, densely felty. Flesh pliable, tough; whitish. Odor faintly of newly dug potatoes. Taste slowly rather peppery. Spores ellipsoid, nearly smooth, amyloid, 4-5 x 2-3? Deposit white. Habitat scattered, in groups, or in dense clusters on rotting logs, particularly of aspen, willow, or poplar. Common. Found widely distributed east of the Rocky Mountains. Season June-September. Said to be edible.

Scientific name: *Clavicornia pyxidata* (Pers.) Donk, Derivation of name: Pyxid- means "a small box" referring to the boxlike (pyxidate) branch tips.

Synonyms: *Clavaria pyxidata* Pers. Common name(s): Crown-tipped coral, Phylum: Basidiomycota Order: Russulales Family: Auriscalpiaceae, Occurrence on wood substrate: Saprobic; solitary or clustered on wood of deciduous trees; June through September. One of the few coral fungi that fruit on wood.

This coral fungus can be a conspicuous element in Costa Rica's montane oak forests. It is characterized by the peculiar branching, small white spores, a gelatinous hymenium and gloeocystidia. The coronate apices of the branch tips are also diagnostic. We have found it on Volcan Poas as well as in the Cordillera Talamanca where it was found on dead wood.

This study was carried out to investigate the physiological characteristics of *Clavicornia pyxidata* in a cultivation of sawdust media. The optimum temperature was 25°C in terms of growth of *Clavicornia pyxidata* and optimum of media pH was 5 respectively. Mycelial growth and density of *Clavicornia pyxidata* were extremely good when pine tree sawdust was used as a cultural substrates. The best mycelial growth of *Clavicornia pyxidata* was observed when wheat pollard was added as a supplement on sawdust substrates. The optimum supplement ratio(V/V) of wheat pollard and a magnesium sulfate was 20%, and 0.1% for the best performance of *Clavicornia pyxidata* growth.

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

- * 연구개발의 목적, 필요성 및 범위 등을 기술

제 2 장 국내외 기술개발 현황

- * 국내·외 관련분야에 대한 기술개발현황과 연구결과가 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치 등을 기술

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

- * 이론적, 실험적 접근방법, 연구내용, 연구결과를 기술

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

- * 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표의 달성도 및 관련분야의 기술발전의 기여도 등을 기술

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

- * 실용화·산업화 계획(기술실시 등)
- * 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획 등
- * 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 등
- * 추가연구, 타연구에 활용 계획 등
- * 연구기획사업 등 사업별 특성에 따라 목차는 변경 가능함

제 6 장 참고문헌

- * 보고서 작성시 인용된 모든 참고문헌을 열거

제 1 장 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목표 및 내용

가. 연구개발의 최종목표 및 주요내용

- 국내 버섯의 수요가 꾸준히 증가하고 있으나 주요 식용버섯의 공급과잉에 의한 버섯가격의 하락으로 인해 주요버섯재배농가들이 어려움에 처해있어 품목의 다변화로 버섯 시장의 안정을 유지하려는 시도가 많이 되어왔지만 대부분이 사람들의 인지도가 낮은 품목으로 시장에 정착하기 까지 많은 어려움이 있었다. 싸리버섯은 예로부터 우리나라와 중국, 일본의 각 산야에서 많이 채집되어왔고 즐겨 먹던 식용버섯으로 시장에 나올 경우 소비자들로부터 큰 호응이 예상되고 중국, 일본 등의 버섯시장에 수출도 가능하므로, 버섯농가의 소득 증진과 국내 소비자들에게 다양한 식용버섯을 제공하는 줌나무싸리버섯 인공재배 시스템을 개발하고 가공 편의 식품 등을 개발함으로써, 품목다변화에 의한 농가의 경쟁력 강화와 신선 버섯과 가공품 개발에 의한 수출을 용이토록 함

나. 과제별(세부·협동) 연구개발의 목표 및 내용

주관기관: 한국농수산대학 특용작물학과

- 줌나무싸리버섯 인공재배 조건 규명
- 1. 줌나무싸리버섯의 채집 및 분리 동정
 - 경기 강원일대 산림 내 줌나무싸리버섯 채집 및 분리 동정
 - 우수 균주 선발
- 2. 줌나무싸리버섯의 균사 배양조건 규명
 - 균사배양 조건 규명
 - 종균배양 특성 규명
 - 최적 배양 배지 선발
- 3. 줌나무싸리버섯의 자실체 생육조건 규명
 - 자실체 발생조건 규명
 - 자실체 생육환경 규명
 - 농가 실증재배

협동기관: 농업법인 주)JFS

- 줌나무싸리버섯 가공 및 유통 연구
- 1. 줌나무싸리버섯 성분분석 및 가공 연구
 - 줌나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분분석
 - 줌나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 성분분석
 - 줌나무싸리버섯의 염장 물성 연구
- 2. 줌나무싸리버섯 저장 및 유통에 관한 연구
 - 파장별 uv 처리에 의한 줌나무싸리버섯의 저장효과 규명
 - 줌나무싸리버섯의 포장 방법 연구
 - 줌나무싸리버섯의 경제성 비교

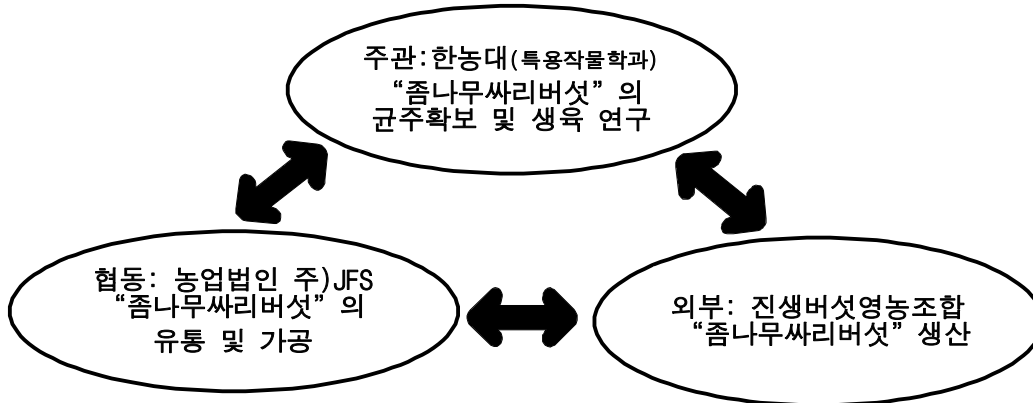
다. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차 년도	2009	<p><주관></p> <p>1. 줌나무싸리버섯의 채집 및 분리 동정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 경기 강원일대 산림 내 줌나무싸리버섯 채집 및 분리 동정 ○ 우수 균주 선발 <p>2. 줌나무싸리버섯의 균사 배양조건</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 균사배양 조건 규명 ○ 종균배양 특성 규명 ○ 최적 배양 배지 선발 <p><협동></p> <p>1. 줌나무싸리버섯 성분분석 및 가공 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 줌나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분분석 ○ 줌나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 성분분석 ○ 줌나무싸리버섯의 염장 물성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경기 강원일대 산림 내 줌나무싸리버섯 채집 및 분리 동정 - 포자에 의한 분리 및 동정(WA, PDA 배지) - 자실체 조직에 의한 분리 및 동정 ○ 우수 균주 선발 - 수집된 균주 동일 조건 배양(PDA 배지) - 각 균주별 균사체 생육밀도, 성장속도 조사 - 상위 5균주 자실체 발생 우수균주선발 ○ 균사배양 조건 규명 - 배지별 영양요구도 연구(YMA, PDA, 조제배지) - 각 배지별 균사체 생육밀도, 성장속도 조사 ○ 종균배양 특성 규명 - 적합수종 톱밥 선발(침엽수, 활엽수, 표고, 폐골목 등) - 액체종균 배양액 선발(배지 조제 및 배양 조건 온도, 급기 등) - 각 배지별 균사체 생육밀도, 성장속도, 균체량 조사 ○ 최적 배양 배지 선발 - 배지재료: 참나무, 소나무 등 3종 톱밥, 면실피, 비트 펄프 등 - 각 배지 재료 별 최적 혼합비 선발 - 배지공극, 배양 속도 및 기간, 균사밀도 조사 ○ 줌나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분 분석 - 분석시료: 줌나무싸리버섯의 배지조성 별 균사체 - 분석 및 조사항목: 식품영양성분, 아미노산 외 5종 ○ 줌나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 성분분석 - 분석시료: 줌나무싸리버섯 자연산, 인공재배 자실체 - 분석 및 조사항목: 식품영양성분, 아미노산 외 5종 ○ 줌나무싸리버섯의 염장 물성 연구 - 처리내용: 염농도별 3단계 - 조사항목: 식미 테스트

2차 년도	2010	<p><주관></p> <p>3. 줌나무싸리버섯의 자실체 생육조건</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 자실체 발생조건 규명 ○ 자실체 생육환경 규명 ○ 농가 실증재배 <p><협동></p> <p>2. 줌나무싸리버섯 저장 및 유통에 관한 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 파장별 uv 처리에 의한 줌나무싸리버섯의 저장효과 규명 ○ 줌나무싸리버섯의 포장 방법 연구 ○ 줌나무싸리버섯의 경제성 비교 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자실체 발생조건 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 재배방법 별 발생조건(병, 봉지) - 발생환경(온도, 습도, 환기, 광)연구 - 초발이 소요일수, 발이개체수, 초기생육조건 조사 ○ 자실체 생육환경 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 재배방법 별 생육조건(병, 봉지) - 생육환경(온도, 습도, 환기, 광)연구 - 생육기간, 버섯의 품질, 수량 등 조사 ○ 농가 실증재배 <ul style="list-style-type: none"> - 병, 봉지 재배 (진생버섯영농조합) - 시험재배 Data와 실증재배Data 비교분석 - 버섯의품질, 수량, 생산원가 조사 ○ 파장별 uv 처리에 의한 줌나무싸리버섯의 저장효과 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 공시재료: 줌나무싸리버섯 자실체(인공재배) - 처리내용: <ul style="list-style-type: none"> 파장별: 254nm이하, 254nm, 254nm 이상 시간별: 5, 10, 15분 - 조사항목: 저장기간, 에르고스테롤 성분(비타민 D) ○ 줌나무싸리버섯의 포장방법 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 처리내용: 진공, 반진공, 트레이 포장 - 조사항목: 저장기간 ○ 줌나무싸리버섯의 경제성 비교 <ul style="list-style-type: none"> - 공시품목: 톱밥재배느타리, 톱밥재배 표고, 줌나무싸리버섯 - 조사항목: 생산원가, 경제성분석
----------	------	---	---

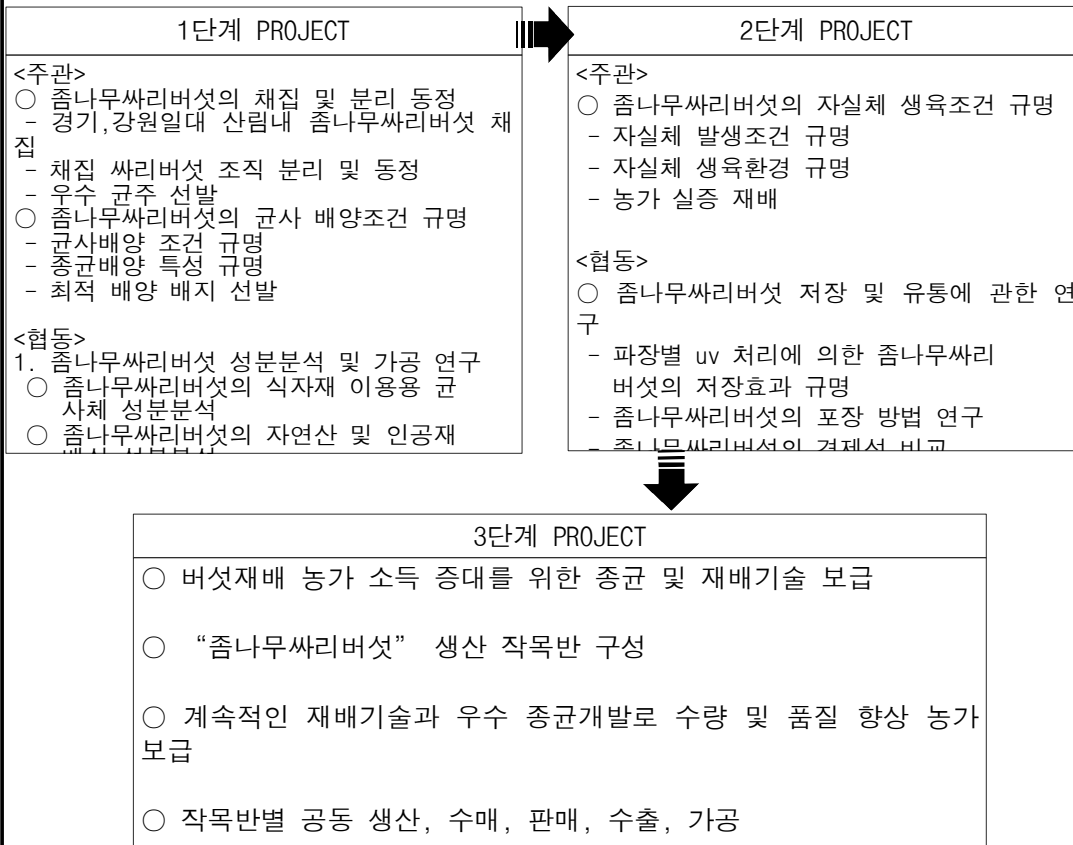
2. 연구개발의 추진전략 · 방법 및 추진체계

○ 연구개발 추진 체계



* 주관기관과 협동기관이 유기적으로 원활하게 협조하여 실험을 계획대로 수행해 가며, 외부 전문가들과 인적/기술적인 부분을 공유하면서, 상기의 기관에서 많은 성과를 내도록 구성원 전원이 노력하며 협조해 나간다.

○ 단계별 추진체계



3. 국제공동연구개발의 추진계획(해당사항 없음)

4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구 개발 결과의 활용 방안

- 1) 버섯재배생산 농가의 소득향상
 - 소비자에게 친숙한 짜리버섯 생산 유통에 의한 소득창출
 - 쯤나무짜리버섯 생산 작목반 구성에 따른 공동 생산 및 출하
- 2) 쯤나무짜리버섯 가공 제품 개발 및 기능성 탐색에 의한 고부가가치 상품 개발
 - 쯤나무짜리버섯 가공 제품(염장, 통조림, 분말조미료)생산으로 짜리버섯에 인지도가 높은 일본, 중국에 수출 가능성 검토
 - 자실체 및 균사체 내의 기능성 물질 추출에 의한 고부가가치 상품 개발

나. 기대 성과

(1) 기술적 측면

- 짜리버섯은 반활물기생균이어서 상업적 인공재배가 어려웠다. 반면 쯤나무짜리버섯은 목재 부후균으로 우수한 균주를 확보, 종균 및 생산 기술의 개발 및 보급이 가능
- 맛과 육질이 생버섯을 요리했을 때와 거의 같은 가공품의 생산이 가능
- 쯤나무짜리버섯이 갖고 있는 기능성 건강 물질 탐색 및 추출

(2) 경제, 산업적 측면

- 기존의 주요 버섯 시장에 새로운 품종의 버섯을 보급하므로 과다 경쟁인 버섯시장에 가격의 안정화에 기여.
- 소비자의 인지도가 높은 짜리버섯의 보급으로 버섯생산 농가에 소득 창출 및 작목반 구성에 의한 생산 및 유통이 가능
- 쯤나무짜리버섯의 가공(신선편의식품, 염장, 분말)으로 유통의 확대 및 짜리버섯의 인지도가 높은 일본, 중국에 수출이 가능
- 짜리버섯 추출물에 의한 기능성 건강식품 개발로 국민 건강 증진

3) 사회, 문화적 측면

- 짜리버섯은 예로부터 송이, 능이버섯 과 같이 우리나라 전 산야에서 발생되어 국민 들이 즐겨 먹던 식용버섯이었으나, 근래에는 환경오염과 개발로 인해 채집이 어려운 버섯 중하나가 되어 있다. 이러한 버섯을 대량 재배하여 소비자들에게 제공하므로 기억 속에 있던 짜리버섯의 맛을 소비자들 이 연중 즐길 수 있다.

4) 대상 기술(제품)의 용도와 기능

- 식용 “쯤나무짜리버섯” 생산
- “쯤나무짜리버섯” 가공품 생산 (신선 편의 식품, 염장제품, 분말제품 등)
- “쯤나무짜리버섯” 기능성 물질 탐색에 의한 기능성 건강식품 제조

5. 연구개발결과의 성과 및 활용목표

가. 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분	특허		신품종				유전자원 등록	논문		기타	
	출원	등록	품명 명칭	종수 등록	생산 수입 신고	품종보호		SCI	비SCI		
						출원					등록
1차년도									1		
2차년도	1		1			1			1		
계	1		1			1			2		

* 연차별 연구성과 목표는 향후 연차평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

나. 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분	기술실시 (이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	1	1				

제 2 장 국내외 기술개발 현황

좁나무싸리버섯(*Clavicornia pyxidata* [Pers.: Fr.] Doty)은 맛과 향이 우수한 국수버섯과에 속하는 버섯으로, 여름부터 가을까지 침엽수나 활엽수의 부패한 나무 등결 위 또는 부식질이 많은 땅위에 발생하는 갈색부후 담자균류이다.

자실체는 산호형이며 하나의 생포자경에 3~5개의 분지를 가지고 있다. 분지 끝은 술잔형 또는 왕관형을 이루고 있다. 표면은 초기에는 백황색이나 후에 황갈색이 되고, 대는 가늘고 평활하다. 좁나무싸리버섯의 생태 및 분자계통분류학적 연구는 외국에서 많이 이루어지고 있다. Koske 등은 영양배지에서 30일간 배양하여 좁나무싸리버섯 자실체의 인공재배를 처음 보고하였고, James 등은 자실체의 인공재배시 광조사가 필요함을 보고하였다. 좁나무싸리버섯에서 분리된 *clavicornic acid*는 *avianmyeloblastosis virus (AMV)*와 *Moloney murine leukemia virus(MMuLV) reverse transcriptase*에 대해 우수한 저해활성을 보여주었으며, 최근 Lee는 좁나무싸리버섯의 원형질체 재생 및 융합에 관한 특성을 보고하였다. 그러나, 좁나무싸리버섯 균사체의 생리학적 및 배양학적 특성에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 좁나무싸리버섯의 자실체 대량 생산 및 균사체를 이용한 식품 및 식품첨가제의 개발을 목적으로 균사체 배양을 위한 최적 배양조건의 규명 및 여러 효소의 활성 연구가 진행된 상태이다.

1. 국내외 제품 및 시장 분석

가. 생산 및 시장현황

(1) 국내 제품생산 및 시장 현황

○ 싸리버섯 생산 현황

- 싸리버섯은 2005년 농수산물식품부 임산물생산 통계 자료에 보면 생산량은 전년 47,893kg에 비해 43,723kg으로 4,170kg이 줄었고 생산액도 전년 477,599,000원에 비해 381,612,150원으로 95,986,850원이 줄어든 것으로 나타나 있다. 그 이후의 통계자료는 나타나지 않는다. 생산량의 전량이 산림에서 채집한 것으로 채집량이 매년 줄어드는 경향을 보인다. 주로 농산물 유통 시장에 나오는 것보다 현지판매 및 경동시장 등 약재 시장에서 유통되고 있다.

○ 국내주요버섯 생산 현황

< 국내 주요 인공재배 버섯 생산량 추이 >

(톤)

연 도	양송이	느타리	표고(건)	팽이	영지(건)	계
1970	5,958	-	187	-	-	5,958
1975	25,154	400	456	-	-	25,554
1980	25,575	5,760	1,027	-	-	31,335
1985	17,341	15,255	880	1	256	33,733
1990	10,281	43,732	1,648	404	810	56,875
1995	15,723	72,801	2,834	3,867	3,346	98,571
2000	21,813	70,759	4,591	23,837	653	121,653
2004	24,053	52,211	5,407	32,796	3,680	118,169
2005	18,985	56,866	5,533	40,161	448	121,993
2006	11,892	45,782	5,414	34,400	225	97,713

* 자료원 : `07 버섯현황과 전망 - 산림조합중앙회 유창현 소장

○ 국내의 주요 인공재배 버섯의 생산량은 위와 같고 새롭게 시장에 접근하려는 품목을 보면, 만가닥, 버들송이, 아위버섯, 노루궁뎅이 등이 있지만 대부분이 소비자들에게 인지도가 낮아 시장에 출하 후 큰 호응을 얻지 못하고 있다.

(2) 국외 제품생산 및 시장 현황

- 싸리버섯의 생산 및 소비시장에 대하여서는 중국과 일본 역시 채집에 의한 판매가 이루어지는 것으로 알려져 있으나 그 생산량과 생산액에 대한 자료가 미비하다.
- 인공재배 되어지는 식용버섯의 생산량은 중국이 우리나라에 비해 약50배이고, 일본은 약 3배 이상 생산되고 있다.

나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

(1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 쯤나무싸리버섯은 싸리버섯이 가지고 있는 특징을 가지면서도 인공재배가 가능하여 인공재배 방법을 개발 보급으로 버섯시장의 다변화
- 지역특화 품목 지정 육성으로 농촌 소득증대 및 지역경제 활성화
- 안정된 소득 보장으로 도시 귀농 귀촌자 정착 새로운 일자리 창출
- 다양한 가공 식품 개발로 고부가가치를 창출하는 농산물 가공산업 육성
- 우리 나라와 버섯의 소비성향이 비슷한 중국, 일본에 가공식품 수출산업 육성

(2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	연구추진	연구추진	3,780			3,780
경제적 파급효과	연구추진	연구추진	5,040			5,040
부가가치 창출액	연구추진	연구추진	756			756
합 계	0	0	9,576			9,576

(가) * 5개 지자체 특화사업으로 5개 작목반(1작목반 15농가기준) 운영시 추정액

2. 3P(특허, 논문, 제품)분석을 통한 연구추진계획

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

(1) 특허분석 측면

- 쯤나무짜리버섯의 인공재배에 관한 특허는 아직까지 청구되지 않았고, 본 연구과제에서는 인공재배 개발과 가공 식품 산업화방향으로 연구를 추진하여 관련특허 등을 국내 및 국외에 출원할 계획임

(2) 논문분석 측면

- 기존 논문은 균사체 배양 후 기능성 물질 탐색 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 자실체 생산방향 및 자실체 추출물의 기능성 탐색으로 연구를 추진하여 관련논문 등을 국내외학술지 등에 게재할 계획임

(3) 제품 및 시장분석 측면

- 국내 및 국외시장 분석결과 짜리버섯 대부분이 채집에 의한 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 현재 채집량이 감소하여 생산과 판매가 줄어들고 있으나, 본 연구과제에서는 인공재배 후 대량 유통 판매방향으로 연구를 추진하여 신선버섯과 쯤나무짜리버섯을 가공한 식품 등을 생산하여 국내 및 국외에 판매할 계획임

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1. 경기 강원일대 산림 내 쯤나무싸리버섯 채집 및 분리 동정 : 논문 별첨

- 광덕산, 운길산, 여주산, 북한산 쯤나무싸리버섯 채집
- 인천대 수집 균주 중 2균주가 싸리버섯균주가 아닌 것으로 확인
- 실험 초반에 체코와 도봉산 균주가 생육이 왕성해서 기대를 걸고 톱밥 종균제조도 해보았지만 2균주가 클램프 형성이 안 되고, 담자균 특유의 향도 없어서 시험에서 제외하였음
- 현재 3가지 균주(광덕산 균주, 북한산 균주, 광덕산 신균주)를 가지고 처음부터 다시 시험 실시
- 쯤나무싸리버섯 균주의 생육이 느리고, 톱밥 수종에서 잘 자라지 않아 많은 시행착오 끝에 1차 버섯을 수확을 하고 난 폐톱밥이 좋음을 발견함
- 쯤나무싸리버섯 수많은 균사배양 중 균사생장이 빠르고 기내에서도 자실체 발생이 빠른 균주 선발하였음





좁나무싸리버섯(운길산)



좁나무싸리버섯(운길산/갈참나무)



좁나무싸리버섯(운길산/갈참나무)



좁나무싸리버섯(운길산)



좁나무싸리버섯(속리산)



좁나무싸리버섯(설악산)



좁나무싸리버섯(광덕산)



좀나무싸리버섯(운길산)



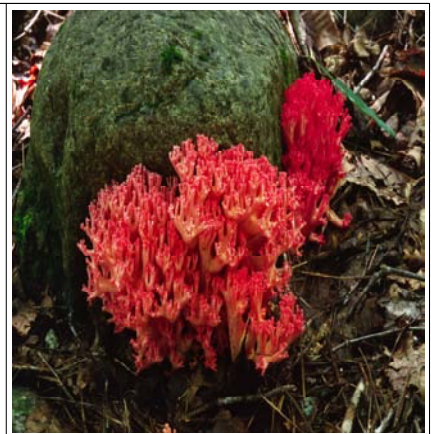
좀나무싸리버섯(여주산)



황금싸리버섯(*Ramaria aurea*)



노랑싸리버섯(*Ramaria flava*)



붉은싸리버섯(*Ramaria formosa*)



- 자실체 조직에 의한 분리 및 동정

7월 24일 균사 조직 분리 : 조직 40개 분리 중 오염 및 선충의 피해가 없는 균 4개 확보

7월 31일 1차 계대 배양 : 계대 후 균사 생육 중 육안과 현미경 상으로 오염 및 생육이 양호한 균 2개 확보 후 계대 배양

8월 9일 2차 계대 배양 : 현미경으로 균사 내 클램프 확인

8월 20일 3차 계대 배양

- 인천 대학교 야생 균주 은행에서 3개 균주 제공 (체코, 도봉산, 북한 등 채집 균주) 이 중 체코, 도봉산 균주는 균사의 생육 및 속도가 매우 빠르고 기존 데이터와 달라 현미경으로 클램프 확인 결과 클램프가 없고, 균사배양 후 담자균의 독특한 냄새도 나지 않는 것으로 보아 실험군에서 제외시켰음.

2. 우수 균주 선발 : 논문별첨

광덕산 채집 균주

	3일	6일	9일	12일	15일	18일
생장속도(mm)	11	15	24	38	51	64
균사밀도	++	++	+++	+++	+++	+++



좁나무싸리버섯 채집후 조직분리



배양 9일 차 균사 성장

도봉산 채집 균주

	3일	6일	9일	12일	15일	18일
성장속도	26	68	85			
균사밀도	++	++	++			



배양 9일 차 균사 성장

체코 도입균주

	3일	6일	9일	12일	15일	18일
생장속도	43	73	85			
균사밀도	+++	+++	+++			



배양 9일 차 균사 생장

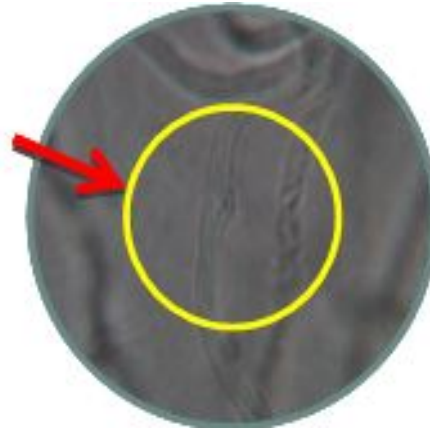
북한 도입균주

	3일	6일	9일	12일	15일	18일
생장속도	11	12	22	35	49	60
균사밀도	++	+++	+++	+++	+++	+++



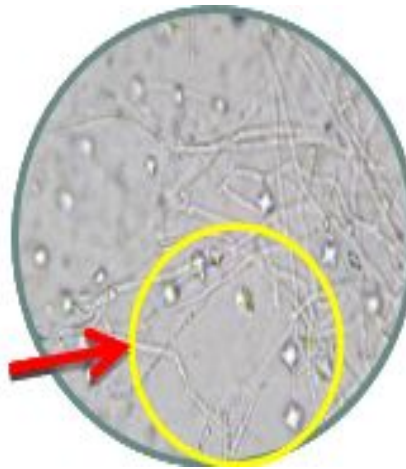
배양 9일 차 균사 생장

2핵균사



채집균주의 클램프 확인

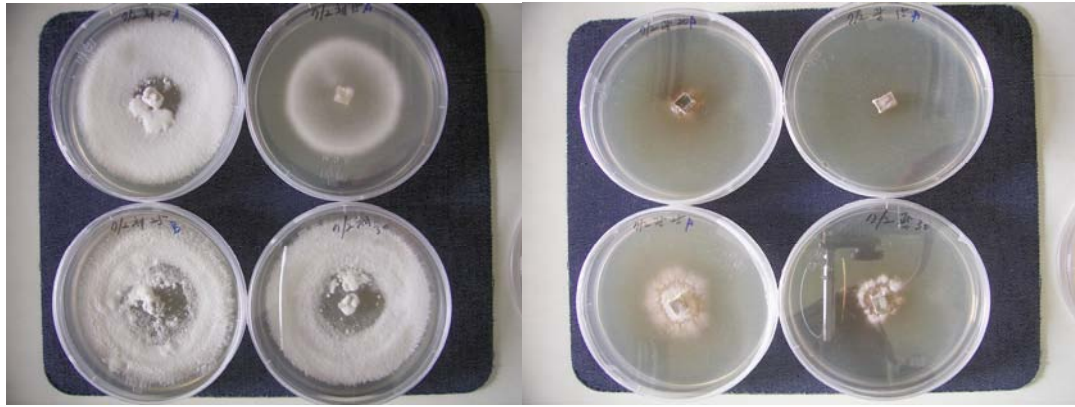
투명결정체



좁나무싸리버섯의 특유한 균사의 투명 결정체 발견

나. 각 균주의 온도별 균사생장

온도	체코						도봉산						광덕산						북한산						
	3일		6일		9일		3일		6일		9일		3일		6일		9일		3일		6일		9일		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
15℃	8	9	31	32	57	56	n	n	16	17	18	19	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
20℃	26	27	62	63	80	78	17	17	44	46	76	78	n	n	10	11	13	14	n	n	10	10	14	15	
25℃	42	43	67	73	85	85	27	26	68	66	85	85	14	12	20	19	23	24	8	9	12	11	22	21	
30℃	41	42	70	71	85	85	26	28	67	68	85	85	13	13	19	21	23	25	9	10	13	12	24	23	



배양 9일차 체코균주

배양 9일차 광덕산 균주



배양 9일차 도봉산균주

배양 9일차 북한균주

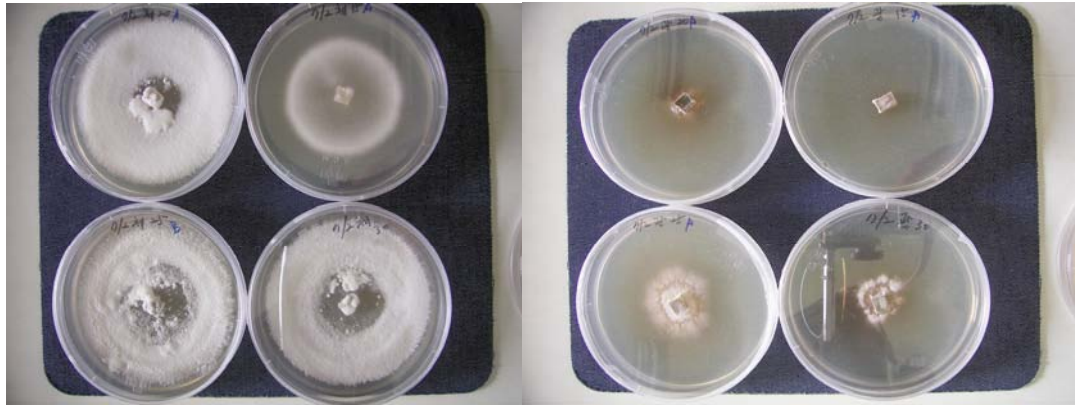
3. 균사배양 조건 규명 : 논문별첨

(1) 온도에 따른 쯤나무싸리버섯 균주별 균사생장 속도

온도에 따른 쯤나무싸리버섯 균주별 균사생장 속도는 담자균에 속하는 대부분의 버섯 균과 다를 바 없이 25~30℃가 최적온도이었다(표). 체코 균주와 도봉산 균주생장 속도가 광덕산과 북한산에 현저히 빨랐으나 언급한 바처럼 버섯균사밀도가 낮고 버섯 고유의 향이 나지 않아 현미경을 관찰한 결과 체코로부터 도입한 균주는 클램프가 발견되지 않아 쯤나무싸리버섯 균주가 아님이 증명되었다(표, 그림).

Table . Mycelial growth(mm) of *C. pyxidata* collected strains respectively

Temp.	CHE KO				DO BONG				GWANG DEOCK				BUK HAN											
	3days		6days		9days		3days		6days		9days		3days		6days		9days							
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B						
15℃	8	9	31	32	57	56	n	n	16	17	18	19	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n		
20℃	26	27	62	63	80	78	17	17	44	46	76	78	n	n	10	11	13	14	n	n	10	10	14	15
25℃	42	43	67	73	85	85	27	26	68	66	85	85	14	12	20	19	23	24	8	9	12	11	22	21
30℃	41	42	70	71	85	85	26	28	67	68	85	85	13	13	19	21	23	25	9	10	13	12	24	23



CHEKO

KWANG DEOK



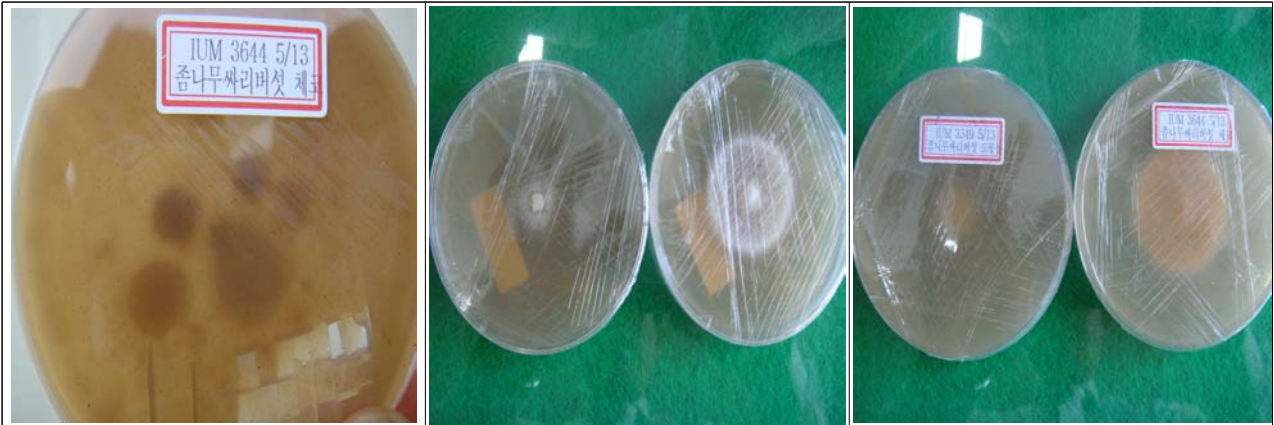
DO BONG

BUK HAN

Fig. Morphological features of mycelial growth and density collected strains respectively for 9 days incubation.



좁나무싸리버섯 배지종류별 균사생장



좁나무싸리버섯 균주종류별 군사생장

4. 종균배양 특성 규명

- 좁나무싸리버섯 군사를 배양하는데 가장 좋은 톱밥은 버섯을 재배하고 난 폐톱밥이 여러 차례의 시행착오 끝에 좋다는 것을 발견함
- 특히 표고, 노루궁뎅이버섯 재배후 폐톱밥이 느타리, 새송이, 팽이버섯 재배후 폐톱밥보다 좋았음
- 가장 좋은 혼합비율은 표고 폐골목 + 좁나무싸리버섯 폐톱밥(50:50)이었음

표 . 좁나무싸리버섯 톱밥수종별, 혼합비율별 군사생장 및 밀도

톱밥수종	군사생장(mm) 및 군사밀도		
	10	20	30
포플러 톱밥	5.3	13.8	23.7
		++	
소나무 톱밥	5.8	15.2	26.9
		++	
표고 폐골목 톱밥	33.5	75.8	180.5
		+++	
표고 폐톱밥	41.3	82.5	180.5
		+++	
노루궁뎅이버섯 폐톱밥	34.5	75.6	180.5
		+++	
느타리 폐톱밥	18.1	37.3	56.8
		++	
새송이 폐톱밥	19.5	38.4	59.4
		++	
팽이버섯 폐톱밥	20.4	41.8	65.7
		++	
표고 폐골목 + 노루궁뎅이버섯 폐톱밥(50:50)	46.7	90.4	180.5
		+++	
표고 폐골목 + 새송이버섯 폐톱밥(50:50)	33.5	76.8	180.5
		+++	

* 기본 혼합비율 : 미강 20%(V/V)

* 균사밀도 : + 약함, ++ 보통, +++ 높음



나. 액체종균 배양액 선발 (배지 조제 및 배양조건 온도, 급기 등)

- 좁나무싸리버섯 액체종균 배지종류별 균사체량

표 . 좁나무싸리버섯 액체종균 배지종류별 균사체량은 YM배지가 가장 좋았음

구분	액체배지 종류별(mg)		
	PDB	YM	차팩스
균사체량 (mg/250mg/20일)	12.5	19.6	7.3

- 좁나무싸리버섯 액체종균 배지배양 온도에 따른 균사체량은 25~30℃에서 가장 좋았음

표 . 좁나무싸리버섯 액체종균 배지배양 온도에 따른 균사체량

온도(℃)	액체배지 종류별 균사체량(mg/250mg/20일)		
	PDB	YM	차팩스
15	3.2	5.6	1.5
20	9.7	17.8	3.4
25	12.5	19.6	7.3
30	12.6	19.4	7.5
35	9.4	17.9	3.6



좁나무싸리버섯 밀 곡립종균

좁나무싸리버섯 액체종균

좁나무싸리버섯 톱밥종균

- 좁나무싸리버섯 액체종균 배지배양 급기에 따른 균사체량은 정티배양 보다는 150rpm이 가장 좋았음

표. 좁나무싸리버섯 액체종균 배지배양 급기에 따른 균사체량

급기(RPM)	액체배지 종류별 균사체량(mg/250mg/20일)		
	PDB	YM	차팩스
0(정티배양)	12.5	19.6	7.3
150(진탕배양)	19.7	28.4	17.3
300(진탕배양)	22.9	28.3	18.9



좁나무싸리버섯 액체배양 시스템



좁나무싸리버섯 톱밥배지종류별 균사생장

4. 한국버섯학회 투고 논문

좁나무싸리버섯(*Clavicornora pyxidata*) 수집균주의 특성조사 Characteristics survey of *Clavicornora pyxidata* strains

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the characteristics survey of *Clavicornora pyxidata* strains. *C. pyxidata* are selected 3 kinds of strains collected in GWANG DEOCK Mt., DO BONG Mt., and BUK HAN Mt.. Mycelial growth of *C. pyxidata* collected GWANG DEOCK and BUK HAN Mt. is 64mm, 60mm for 18days respectively. DO BONG Mt strain is 85mm for 9 days. Transparent crystal body of *C. pyxidata* mycelia were appeared by microscopic examination of 100 magnification. Optimal temperature of mycelial growth in *C. pyxidata* strains are 25~30℃ respectively.

KEYWORDS: *Clavicornora pyxidata*, mycelial growth, optimal temperature, transparent crystal body

싸리버섯은 버섯 갓 형태가 산호 모양 또는 싸리 빗자루와 비슷하여 붙여진 이름이다. 가지 끝을 잘 보면 쥐의 다리 끝과 아주 흡사하여 쥐버섯, 쥐다리버섯이라고도 부른다. 가지의 끝 부분에도 작은 가락이 있고 여기에 포자가 생긴다. 한국, 동아시아, 유럽, 북미 등과 온대지방에 흔히 분포하고 가을철 활엽수림 지역에서 무리지어 나거나 홀로 8월 중순~10월말에 발생한다.

싸리버섯의 종류는 매우 다양하나 한국에서는 10여종(種)이 채집·보고되었으며, 거의가 식용으로 애용할 수 있다. 송이싸리버섯, 참싸리버섯, 물싸리버섯, 좁나무싸리버섯, 물푸레싸리버섯, 자주싸리, 광대싸리, 붉은싸리버섯, 노랑싸리버섯, 창싸리버섯, 다박싸리, 황금싸리 등

이다. 아직은 상업적으로 인공 재배가 되지 않아 자연채취에 의존한다.

좁나무싸리버섯은 국수버섯과에 속하는 약간의 매운맛과 향이 우수한 버섯으로 갈색부후 담자균류이다(Corner, E.J.H. 1970, Miller, O.K. 1977). 좁나무싸리버섯의 자실체는 산호형이며 하나의 분생포자경에 3~5개의 분지를 가지고 있다. 분지 끝은 술잔형 또는 왕관형을 이루고 있다. 표면은 초기에는 백황색이나 후에 황갈색이 되고, 대는 가늘고 평활하다(Lee, J.Y. 1998).

좁나무싸리버섯의 생태 및 분자계통분류학적 연구는 외국에서 많이 이루어지고 있다(Dodd, J.L. 1972, Lickey, E.B. 2002). 좁나무싸리버섯의 균을 배지에 접종하여 30일간 배양한 후 좁나무싸리버섯의 자실체 인공재배에 최초의 성공을 보고하였다(Koske, R.E. 등. 1969). 또한 좁나무싸리버섯 자실체의 인공재배할 때 광선을 비추어주어야 자실체가 발생함을 보고하였다(James, S.W 등. 1988). 최근 좁나무싸리버섯의 원형질체 재생 및 융합에 관한 특성을 보고(Lee, T.H. 2004)하였으며 좁나무싸리버섯에서 분리한 성분이 보고되었는데 clavicronic acid는 avian myeloblastosis virus (AMV)와 Moloney murine leukemia virus (MMuLV) reverse transcriptase에 대해 우수한 저해활성을 보였다고 보고하였다(Erkel, G 등. 1992).

우리나라에서 발견된 싸리버섯 10가지 중에서 좁나무싸리버섯 인공재배의 기초연구는 균사생장에 대하여 연구 결과가 있으나 자실체의 대량생산 체제에 대한 연구는 아직 미진하다. 따라서 본 시험을 통하여 균주를 채집하고 그의 균주별 균사 배양적 특성을 조사하여 자실체 대량생산체제를 확립하고자 한다.

재료 및 방법

균주 확보

본 연구에 사용된 좁나무싸리버섯(*C. pyxidata*)은 광덕산, 운길산, 여주산, 북한산에서 채집한 균주와 인천대 균주은행에서 신청한 2균주이다(그림 1).



Fig. 1. Morphological features of fruiting body collected in KWANG DEOCK Mt.

자실체 조직에 의한 분리 및 동정

채집한 좁나무싸리버섯 자실체로부터 균사 조직분리를 위해 시험관에 감자배지(PDA)를 만들어 조직을 40개씩 분리하였다. 그중 오염 및 선충의 피해가 없는 균 4개 균주를 확보하여 1차 계대배양 후 균사 생육 중 육안과 현미경 상으로 오염이 되지 않고 생육이 양호한 3균주를 확

보하였다. 2차 계대 배양한 균사를 현미경으로 균사 내 클램프를 확인하여 좀나무싸리버섯임을 확인 동정하였다.

우수 균주 선발

수집된 균주를 동일 조건으로 배양(PDA 배지)한 후 배양온도는 24℃로 하여 접종 후 3, 6, 9, 12, 15, 18일에 각 균주별 균사체 생육밀도, 성장속도 조사, 각 균주의 배양 특성인 배양 일수 별 균사체 생육 및 형태의 변화를 조사하였다.

균사생육의 측정방법은 배양된 균사를 콜크 보리(직경 7mm)로 떼어내어 한천배지 상에 위치한 후, 24℃에서 15일간 배양하였다. 성장한 균사의 직경을 mm단위까지 측정하고 밀도를 관찰하였다. 실험은 3회 반복 수행하여 균사직경의 평균을 구하였다.

균사체의 투명 크리스탈 결정체 발견

수집된 좀나무싸리버섯 균주의 균사체를 100배의 현미경 검경으로 관찰하였다.

결과 및 고찰

균주확보

실험 초반에 인천대학교 야생 균주은행에서 신청한 체코와 도봉산 균주가 생육이 왕성해서 기대를 걸고 톱밥 종균제조도 해보았지만 2균주가 클램프 형성이 안 되고, 담자균 특유의 향기가 없어 좀나무싸리버섯이 아닌 것으로 판단하여 시험에서 제외하였다.

현재 3가지 균주(도봉산 균주, 북한산 균주, 광덕산 균주)를 확보하여 처음부터 다시 시험을 실시하였다. 좀나무싸리버섯 균주는 생육이 느리고, 톱밥 수종에서 잘 자라지 않은 특성이 있었다.

우수 균주 선발

광덕산에서 채집한 균주는 18일 만에 64mm의 성장속도를 보였으며 사진에서 보는바와 같이 균사밀도는 높게 나타났다(표 1). Lee, T.H.(2006)에 의하면 MEM배지에서 72mm/18일이었으나 광덕산 균주는 64mm/18일로 균사생장이 비교적 늦은 것으로 나타났다. 이는 배지의 차이라고 판단되며 추후 배지선발 시험을 거치면 보다 적절한 배지를 선발할 수 있을것으로 본다.

광덕산에서 채집한 균주의 감자배지(PDA)에서 자라는 균사의 형태는 처음에는 백색을 나타내나 점차 균사가 성장함에 따라 배지의 색택을 갈색으로 변색되는 특성이 있다(그림 2).

Table 1. Mycelial growth and density of *C. pyxidata* collected in KWANG DEOCK Mt.

Periods(Days)	Mycelial growth(Diameter, mm)	Mycelial density
3	11	++
6	15	++
9	24	+++
12	38	+++
15	51	+++
18	64	+++

* Mycelial density : + Poor, ++ Good, +++ Excellent



Fig. 2. Morphological features of mycelial growth and density collected in KWANG DEOCK Mt. for 9 days incubation.

도봉산에서 채집한 균주는 9일 만에 85mm의 성장속도를 보였으며 다른 균주에 비하여 높은 균사생장 속도를 내었으나 균사밀도는 높지는 않고 보통으로 나타났다(표 2). 그러나 도봉산의 균주는 균사생장이 상대적으로 빨랐지만 균사밀도는 낮은 편이었다(표 2). 도봉산에서 채집한 균주의 감자배지(PDA)에서 자라는 균사의 형태는 처음에는 백색을 나타내나 점차 균사가 성장함에 따라 배지의 색택을 갈색으로 변색되는 특성이 있다(그림 3).

Table 2. Mycelial growth and density of *C. pyxidata* collected in DO BONG Mt.

Periods(Days)	Mycelial growth(Diameter, mm)	Mycelial density
3	26	++
6	68	++
9	85	++
12		
15		
18		

* Mycelial density : + Poor, ++ Good, +++ Excellent



Fig. 3. Morphological features of mycelial growth and density collected in DO BONG Mt.

for 9 days incubation.

인천대 야생균주보존센터에서 분양받은 체코에서 도입한 균주는 3일 만에 43mm의 성장속도를 보여 9일만에 균사생장이 완성되는 다른 어떤 균주보다 초기 균사생장 속도가 빠르고 균사밀도도 높아 기대를 많이 하였다(표 3). 그러나 체코에서 도입한 균주의 감자배지(PDA)에서 자라는 균사의 형태는 처음에도 백색을 나타내며 점차 균사가 성장함에 따라 배지의 색택이 백색을 나타내었다. 이는 쭈나무싸리버섯 균사생장시 배지의 색택이 갈색으로 변색되는 특성과 다른 양상을 보였다. 그래서 균사의 현미경검정 결과, 1차균사로서 클럼프가 나타나지 않아 쭈나무싸리버섯의 균주가 아님을 확인하였다(그림 4).

Table 3. Mycelial growth and density of *C. pyxidata* collected in CHEKO

Periods(Days)	Mycelial growth(Diameter, mm)	Mycelial density
3	43	+++
6	73	+++
9	85	+++
12		
15		
18		

* Mycelial density : + Poor, ++ Good, +++ Excellent



Fig. 4. Morphological features of mycelial growth and density collected in CHEKO Mt. for 9 days incubation.

북한산에서 채집한 균주는 18일 만에 60mm의 성장속도를 보였다. 광덕산에서 채집한 균주는 64mm, 도봉산에서 채집한 균주는 9일 만에 85mm에 비하여 낮은 균사생장 속도를 내었으나 균사밀도는 높은 것으로 나타났다. 그러나 도봉산의 균주는 균사생장이 상대적으로 빨랐지만 균사밀도는 낮은 편이었다(표 4). 북한산에서 채집한 균주의 감자배지(PDA)에서 자라는 균사의 형태는 처음에는 백색을 나타내나 점차 균사가 성장함에 따라 배지의 색택을 갈색으로 변색되는 특성이 있다(그림 5).

Table 4. Mycelial growth and density of *C. pyxidata* collected in BUK HAN Mt.

Periods(Days)	Mycelial growth(Diameter, mm)	Mycelial density
3	11	++
6	12	+++
9	22	+++
12	35	+++
15	49	+++
18	60	+++

* Mycelial density : + Poor, ++ Good, +++ Excellent

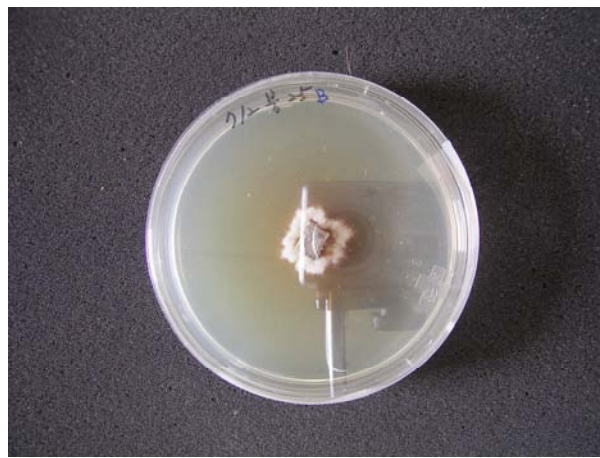


Fig. 5. Morphological features of mycelial growth and density collected in BUK HAN Mt. for 9 days incubation.

좁나무싸리버섯 균사의 클램프(Clamp) 및 투명 결정체(Transparent crystal body)

좁나무싸리버섯은 담자균으로 담자기 위에 담자포자를 형성한다. 담자포자는 1개의 반수체 (haploid) 핵을 가지고 있다. 이 반수체의 1핵균사는 다른 1핵균사와 원형질 융합을 하여 2핵 균사를 만든다. 이 2핵 균사의 핵의 이동 통로인 좁나무싸리버섯 균사의 클램프(Clamp)(A)가 있다. 이 균사체 중에 일반적인 다른 균사체에서 발견해 보지 못한 크리스탈형 투명한 결정체 (Transparent crystal body)가 현미경 검경으로 발견되었다. 좁나무싸리버섯 균사체의 특성 중 하나이며 이 투명체가 어떻게 형성되며 이 물질이 과연 어떠한 물질인지에 대한 탐색은 별도로 연구가 필요하다(B)(그림 6).

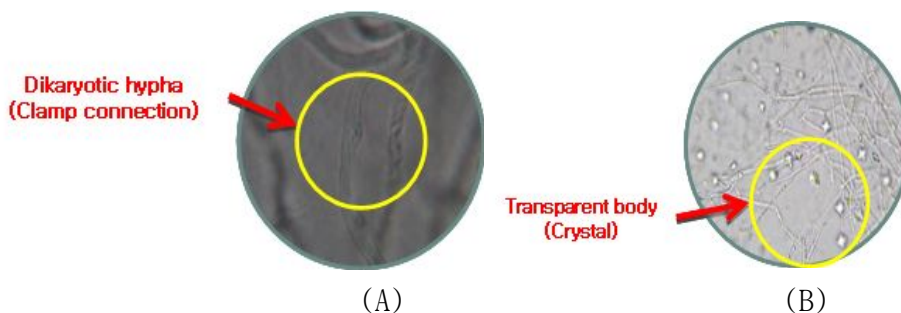


Fig. 6. Confirmation of clamp connection(A) and transparent body like crystal(B) from collected strains of *C. pyxidata*.

온도에 따른 쯤나무싸리버섯 균주별 균사생장 속도

온도에 따른 쯤나무싸리버섯 균주별 균사생장 속도는 담자균에 속하는 대부분의 버섯 균과 다를 바 없이 25~30℃가 최적온도이었다(표 5). 체코 균주와 도봉산 균주생장 속도가 광덕산과 북한산에 현저히 빨랐으나 언급한 바처럼 버섯균사밀도가 낮고 버섯 고유의 향이 나지 않아 현미경을 관찰한 결과 체코로부터 도입한 균주는 클램프가 발견되지 않아 쯤나무싸리버섯 균주가 아님이 증명되었다(표 5, 그림 6).

Table 5. Mycelial growth(mm) of *C. pyxidata* collected strains respectively

Temp.	CHE KO				DO BONG				GWANG DEOCK				BUK HAN																								
	3days		6days		9days		3days		6days		9days		3days		6days		9days																				
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B																			
15℃	8	9	31	32	57	56	n	n	16	17	18	19	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
20℃	26	27	62	63	80	78	17	17	44	46	76	78	n	n	10	11	13	14	n	n	10	10	14	15													
25℃	42	43	67	73	85	85	27	26	68	66	85	85	14	12	20	19	23	24	8	9	12	11	22	21													
30℃	41	42	70	71	85	85	26	28	67	68	85	85	13	13	19	21	23	25	9	10	13	12	24	23													

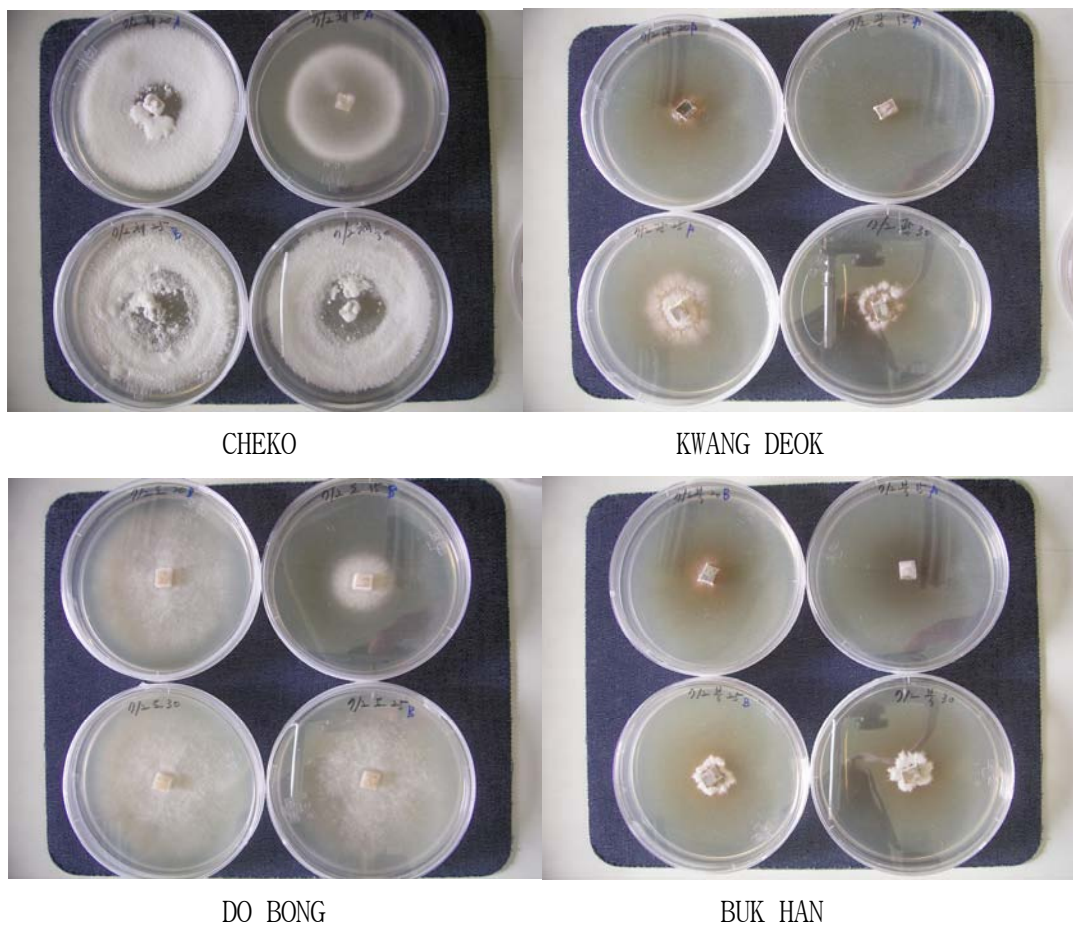


Fig. 6. Morphological features of mycelial growth and density collected strains respectively for 9 days incubation.

결론

좁나무싸리버섯의 균주는 3가지 균주(광덕산, 도봉산, 북한산)를 확보하였다. 광덕산에서 채집한 균주는 18일 만에 64mm, 도봉산에서 채집한 균주는 9일 만에 85mm, 북한산에서 채집한 균주는 18일 만에 60mm의 성장속도를 보였다.

좁나무싸리버섯은 균사체 중에 일반적인 다른 균사체에서 발견해 보지 못한 크리스탈형 투명한 결정체(Transparent body)가 현미경 검경으로 발견되었다.

온도에 따른 좁나무싸리버섯 균주별 균사생장 최적온도는 25~30℃이었다.

참고문헌

- Corner, E.J.H. 1970. A monograph of *Clavaria* and allied Genera. *Beih. Nova Hedwigia* 33, 1-299.
- Dodd, J.L. 1972. The genus *Clavicornia*. *Mycologia* 64, 737-773.
- Erkel, G and T. Anke. 1992. Clavicornic acid, a novel inhibitor of reverse transcriptases from *Clavicornia pyxidata*(Pers:Fr.)Doty. *J. Antibiotics*.45, 29-37.
- James, S.W. and D.J. McLaughlin. 1988. The influence of carbo-hydrate source and concentration and light on fruit body development in *Clavicornia pyxidata*. *Mycologia* 80, 89-98.
- Koske, R.E. and C.R. Leathers. 1969. Sporophore production by species of *Clavicornia* in pure culture. *Mycologia* 61, 999-1002.
- Lee, J.Y. 1998. Coloured Korean Mushrooms. p. 204-213. Academic Publishing co., Ltd., Seoul.
- Lee, T.H, Kim J.M. and Han Y.H., 2006. Optimized culture condition and enzyme activity of the mycelia of *Clavicornia pyxidata*. *The Korean Journal of Microbiology* 42(2). 131-134.
- Lee, T.H. 2004. Ph.D. thesis. University of Dongguk, Seoul, Korea.
- Lickey, E.B. 2002. Ph.D. thesis University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA.
- Miller, O.K. 1977. Mushrooms of North America. E.P. Dutton. Academic Press, New York.

감사의 말씀

본 연구논문은 농림수산식품기술기획평가원 지원에 의해 이루어졌습니다.

3. 쯤나무싸리버섯의 자실체 생육조건 및 농가실증 재배 결과

쯤나무싸리버섯의 종균배양적 특성

Physiological Characteristics of *Clavicornia pyxidata* in Sawdust Media

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the physiological characteristics of *Clavicornia pyxidata* in a cultivation of sawdust media. The optimum temperature was 25°C in terms of growth of *Clavicornia pyxidata* and optimum of media pH was 5 respectively. Mycelial growth and density of *Clavicornia pyxidata* were extremely good when pine tree sawdust was used as a cultural substrates. The best mycelial growth of *Clavicornia pyxidata* was observed when wheat pollard was added as a supplement on sawdust substrates. The optimum supplement ratio(V/V) of wheat pollard and a magnesium sulfate was 20%, and 0.1% for the best performance of *Clavicornia pyxidata* growth.

KEYWORDS : *Clavicornia pyxidata*, Physiological, sawdust, supplement

쯤나무싸리버섯(*Clavicornia pyxidata*)은 싸리버섯의 종류는 매우 다양하나 한국에서는 10여종(種)이 채집·보고되었으며, 거의가 식용으로 애용할 수 있다. 송이싸리버섯, 참싸리버섯, 물싸리버섯, 쯤나무싸리버섯, 물푸레싸리버섯, 자주싸리, 광대싸리, 붉은싸리버섯, 노랑싸리버섯, 창싸리버섯, 다박싸리, 황금싸리 등이다. 아직은 상업적으로 인공 재배가 되지 않아 자연채취에 의존한다.

쯤나무싸리버섯은 국수버섯과에 속하는 약간의 매운맛과 향이 우수한 버섯으로 갈색부후 담자균류이다(Corner, E.J.H. 1970, Miller, O.K. 1977). 쯤나무싸리버섯의 자실체는 산호형이며 하나의 분생포자경에 3~5개의 분지를 가지고 있다. 분지 끝은 술잔형 또는 왕관형을 이루고 있다. 표면은 초기에는 백황색이나 후에 황갈색이 되고, 대는 가늘고 평활하다(Lee, J.Y. 1998).

쯤나무싸리버섯의 생태 및 분자계통분류학적 연구는 외국에서 많이 이루어지고 있다(Dodd, J.L. 1972, Lickey, E.B. 2002). 쯤나무싸리버섯의 균을 배지에 접종하여 30일간 배양한 후 쯤나무싸리버섯의 자실체 인공재배에 최초의 성공을 보고하였다(Koske, R.E. 등. 1969). 또한 쯤나무싸리버섯 자실체의 인공재배할 때 광선을 비추어주어야 자실체가 발생함을 보고하였다(James, S.W 등. 1988). 최근 쯤나무싸리버섯의 원형질체 재생 및 융합에 관한 특성을 보고(Lee, T.H. 2004)하였으며 쯤나무싸리버섯에서 분리한 성분이 보고되었는데 clavicornic acid는 avian myeloblastosis virus (AMV)와 Moloney murine leukemia virus (MMuLV) reverse transcriptase에 대해 우수한 저해활성을 보였다고 보고하였다(Erkel, G 등. 1992).

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

한국농수산대학에 보존중인 광덕산 채집 균주(*Clavicornia pyxidata*)을 각각 PDA(potato dextrose agar)배지에 20일간 배양하여 250ml 삼각 flask에 톱밥과 쌀겨를 80 : 20(V/V)으

로 혼합한후 70%의 수분을 첨가하여 고압살균한 다음 상기 PDA에서 배양한 균사를 20일간 배양하여 각 처리간의 접종원으로 사용하였다.

톱밥종류 및 첨가재료 선발

공시균의 균사생장에 적합한 톱밥을 선발하기 위하여 졸참나무(*Quercus serrata*), 아카시나무(*Robinia pseudo-acacia*), 이태리포플러(*Populus canadensis*), 산리나무(*Alnus japonica*), 소나무(*Pinus densiflora*)등 5종의 톱밥을 공시하였다. 이 톱밥에 각각의 적합한 첨가재료를 선발하고자 김 등(1990)의 방법을 참조하여 신선한 건조품의 쌀겨, 밀기울, 맥주박, 콩비지 등을 각각 10%, 20%, 30%(V/V)의 비율로 배합한 다음 수분함량이 $65 \pm 2\%$ 되게 조절하였다. 톱밥배지를 시험관($\Phi 3.0 \times 20.0\text{cm}$)에 50g(가비중 0.21)씩 일정하게 충전하고 121°C 에서 30분간 고압살균한 다음 미리 배양한 톱밥 접종원을 3~5g씩 접종하였다. 공시균이 접종된 시험관을 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 조절된 배양실에서 30일간 배양한 후 균사생장을 조사하였다.

톱밥배지의 수분함량

좁나무싸리버섯균의 최적배지 수분함량을 구명하고자 선발된 소나무톱밥에 첨가재료로 선발된 밀기울을 20%(V/V)비율로 각각 균일하게 혼합한 후 수분함량을 40~75%까지 5%간격으로 조절하여 시험관($3.0 \times 20.0\text{cm}$) 균사밀도와 균사생장 길이를 조사하였다.

톱밥배지의 온도

공시균의 선발된 톱밥과 첨가재료, 수분함량을 맞춘 다음 $10 \sim 35^\circ\text{C}$ 까지 5°C 간격으로 배양 온도를 조절한후 각 공시균의 균사 길이와 밀도를 측정하였다.

톱밥의 pH

공시균의 선발된 톱밥, 첨가재료, 수분함량, 온도를 맞춘다음 배지의 pH를 McIlvain buffer로 3~11까지 1.0 간격으로 조절한 후 각 공시균의 균사생장에 적합한 pH를 선발하였다.

첨가재료의 최적함량

공시균의 선발된 첨가재료인 밀기울을 0~50%(V/V)까지 10%간격으로 혼합한 후 균사생장과 균사밀도를 조사하여 첨가재료의 최적함량을 선발하였다. 선발된 밀기울 최적첨가량에 calcium carbonate, MgSO_4 , sucrose를 각각 0.1, 0.2, 1.0, 5.0% 첨가하여 공시균의 균사생장과 밀도를 조사하였다.

결과 및 고찰

균사배양의 최적 주재료와 첨가재료

주재료로서 좁나무싸리버섯균은 소나무톱밥이 가장 양호하였고 아카시나무 톱밥이 가장 저조하였다. 주재료에 각종 첨가재료를 혼합하면 균사생장과 밀도는 다양한 양상을 나타내었으며 주재료는 소나무 톱밥, 참나무, 포플러, 오리나무, 아카시아나무 순이었고, 첨가재료는 비교적 밀기울이 양호하였다. 특히 아카시아나무 톱밥에서는 콩비지, 맥주박, 쌀겨, 밀기울 순

으로 양호함에 따라 적정 첨가재료는 주재료에 따라 달라짐을 알 수 있었다. 참나무톱밥에 밀기울을 20% 혼합하여 30일간 배양한 결과 103mm로서 가장 양호하였다. 참나무 톱밥에 첨가재료로는 밀기울, 맥주박, 콩비지, 쌀겨, 밀기울 순, 포플러톱밥에 첨가재료로는 밀기울, 쌀겨, 맥주박, 콩비지 순, 오리나무톱밥에 첨가재료로는 밀기울, 쌀겨, 콩비지, 맥주박 순, 아카시 톱밥에 첨가재료로는 콩비지, 맥주박, 쌀겨, 밀기울 순, 소나무톱밥에 첨가재료로는 밀기울, 맥주박, 쌀겨, 콩비지 순으로 양호하였다(표 1). Liu(1981)는 목화씨 껍질이 가격도 저렴하고 수량성이 좋은 배지라고 하였으나 본 시험에서는 톱밥을 이용할 때의 배지재료 조성관계를 연구하였다.

참나무싸리버섯균의 군사생장과 밀도에 적합한 톱밥 수종은 소나무, 참나무, 포플러, 오리나무, 아카시아 순으로 각각 103, 101, 98, 72, 74mm/30일 이었다. 아카시톱밥에서 74mm/30일로 가장 저조하였으며, 군사밀도는 참나무톱밥을 제외한 어느 톱밥에서나 비교적 약한 특징이 있었다. 군사생장과 밀도에 적합한 첨가재료는 각종 톱밥에 밀기울을 혼합한 처리구에서 103mm/30일로 가장 우수하였고 다른 첨가재료는 주재료에 따라 각각 다른 양상을 나타내었다. 일반적으로 재배되고 있는 부생성 버섯은 톱밥, 볏짚 등 농산부산물을 주재료로 이용한다. 버섯의 종류에 따라 군사생장에 적당한 톱밥종류가 다른데 S. M. Khan 등(1991)에 의하면 목이버섯은 포플러톱밥, 아카시아톱밥, 정 등(1989)에 의하면 표고는 참나무톱밥, 일새버섯은 참나무톱밥, 포플러톱밥, 차(1981)는 목이버섯의 경우 참나무톱밥, 김 등(1988)에 의하면 뽕나무버섯은 포플러톱밥, 참나무톱밥이 좋다고 보고한바 버섯의 종류에 따라 적정 톱밥이 다른 특징을 나타내었다.

Table 1. Effect of the various supplements to sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

		(mm/30 days)	
Kinds of supplements	sawdust	Mycelial growth	Mycelial density
Pine	Rice bran	93	++
	Wheat pollard	103	+++
	Beer waste	98	++
	Bean curd waste	95	+++
Acacia	Rice bran	73	++
	Wheat pollard	72	++
	Beer waste	78	++
	Bean curd waste	77	++
Poplar	Rice bran	98	++
	Wheat pollard	101	++
	Beer waste	98	++
	Bean curd waste	94	++
Alder	Rice bran	97	++
	Wheat pollard	98	++
	Beer waste	92	++
	Bean curd waste	94	++

Oak	Rice bran	68	++
	Wheat pollard	74	++
	Beer waste	71	++
	Bean curd waste	63	++

* Content of supplements : 20%

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

톱밥배지의 적정 배양온도

적정 톱밥인 소나무톱밥과 적정 첨가재료인 밀기울에 공시균을 접종하여 온도별로 처리한 결과 쯤나무싸리버섯균은 25℃에서 103mm/30일로 가장 양호하였고 15℃이하와 35℃이상에서는 균사생장과 밀도가 현저히 저하되는 특징이 있었다(표 2). 쯤나무싸리버섯균은 일반 재배버섯과 마찬가지로 중온성(mesophiles)으로서 25℃에서 최고 생장을 나타내었으며 35℃에서는 51mm/30일로서 급격히 생장이 저하되었다. 이는 35℃이상 고온에서는 효소를 불활성화시켜 대사작용에 영향을 미치며, 비타민 등을 합성하지 못한 결과라고 생각된다. Chiu(1981)에 의하면 쯤나무싸리버섯은 균사생장온도와 자실체 형성온도는 크게 달라 25℃이상이나 14℃이하에서는 버섯형성이 되지 않는다고 하였다.

Table 2. Effect of temperature to oak sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

	Temperature(℃)					
	10	15	20	25	30	35
Mycelial growth	59	82	98	103	84	51
Mycelial density	+	+	++	+++	++	+

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

톱밥배지의 적정 pH

쯤나무싸리버섯균의 톱밥배지 pH에 따른 균사생장과 밀도는 pH가 5.0에서 114mm/30일로서 가장 양호하였으며 pH가 5.0 보다 높거나 낮을 때 균사생장과 밀도는 점차 나빠지는 경향이 있었다(표 3). 강산성 pH3과 강알칼리성 pH9에서 균사생장이 현저히 감소한 이유는 균사가 세포내 동화작용(anabolism)과 이화작용(catabolism)이 저해를 받기 때문인 것으로 추정된다.

Table 3. Effect of pH to oak sawdust media on the mycelial growth and density of *H. erinaceus*

(mm/30 days)

	pH						
	3	4	5	6	7	8	9
Mycelial growth	62	89	114	106	98	98	71
Mycelial density	+	+	+++	+++	++	++	++

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

* pH adjusted with McIlvaine buffer

톱밥배지의 적정 수분함량

좀나무싸리버섯균의 균사생장과 밀도는 톱밥배지의 수분함량이 65~70%에서 115mm/30일로 균사생장과 밀도가 가장 양호하였고 75% 이상 수분이 많을 경우 균사생장과 밀도가 현저히 저조하였다. 그러나 수분함량이 40%까지 감소하여도 균사생장 속도는 감소하지 않고 다만 균사밀도가 현저히 낮아지는 특징이 있었다(표 4). 75%이상 수분함량이 많아지면 배지내 공극이 적어 균사생장이 늦어지며, 40%까지 수분함량이 적을 때는 공극이 많아 균사생장 속도가 빨라지나 균사밀도가 적어진다.

Table 4. Effect of moisture content to oak sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

(mm/30 days)

	Moisture content(%)							
	40	45	50	55	60	65	70	75
Mycelial growth	115	113	112	113	113	115	115	98
Mycelial density	+	+	+	++	++	+++	+++	++

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

첨가재료의 적정함량

좀나무싸리버섯균은 주재료인 참나무톱밥에 밀기울을 첨가하였을 때 균사생장과 밀도가 가장 양호함에 따라 이를 함량별로 0, 10, 20, 30, 40, 50%까지 처리하여 최적함량을 규명한 결과, 밀기울 첨가량이 20%일때 115mm/30일로서 가장 양호하였으며 밀기울 10% 첨가구와 무첨가구에서 각각 117, 119mm/30일로서 균사생장이 빨랐으나 첨가재료의 무첨가구는 균사밀도가 낮았으며 밀기울 첨가량이 많을수록 균사생장이 느려지고 균사밀도는 높아지는 경향을 나타내었다(표 5).

Table 5. Effect of wheat pollard supplement content to oak sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

(mm/30 days)

	wheat pollard content(%)					
	0	10	20	30	40	50
Mycelial growth	119	117	115	111	95	55
Mycelial density	+	++	+++	+++	+++	+++

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

Calcium carbonate의 최적첨가 함량

Hung(1986)에 의하면 배지에 각종 첨가재료를 혼합하였을 때 수량성도 높아지며 기형버섯도 생기지 않아 상품성이 좋아진다고 보고한 바 기본배지에 calcium carbonate를 0.1, 0.2, 1, 5%를 각각 첨가한 결과 줌나무싸리버섯균은 0.1% 첨가하므로서 무처리에 비해 군사생장이 117mm/30일로 현저하게 빨라졌으나 군사밀도는 차이가 없었다. 0.2% 이상 첨가시 점점 군사생장이 저해되며 군사밀도는 무처리에 비해 높아짐을 알 수 있었다(표 6).

Table 6. Effect of calcium carbonate content to oak sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

(mm/30 days)

	Calcium carbonate(%)				
	0	0.1	0.2	1	5
Mycelial growth	115	117	112	108	98
Mycelial density	++	+++	+++	+++	+++

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

Magnesium sulfate의 최적 첨가함량

Magnesium sulfate 첨가 효과를 구명하기 위하여 0.1, 0.2, 1, 5%를 각각 혼합 첨가한 결과 줌나무싸리버섯균은 0.2% 첨가시 119mm/30일로 가장 양호하였으며, 무처리 117mm/30일에 비하면 거의 비슷한 군사생장을 나타내었으나 무처리보다는 magnesium sulfate를 첨가하면 군사밀도가 좋아졌다(표 7). 본 시험에서는 자실체 수량 관계에 대해 언급을 안했지만 군사생장보다는 자실체 수량성 제고에 영향을 미칠 것으로 추정되었다.

Table 7. Effect of magnesium sulfate content to oak sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

		Magnesium sulfate (%)				
		0	0.1	0.2	1	5
Mycelial growth		115	117	119	110	94
Mycelial density		++	+++	+++	+++	+++

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

Sucrose의 최적 첨가함량

Sucrose를 0.1, 0.2, 1, 5%씩 첨가하여 균사생장과 밀도를 조사한 결과 쯤나무싸리버섯균은 무처리 119mm/30일과 비교하면 0.2%처리시에 120mm/30일로 거의 비슷한 양상을 나타내었으나 0.2%이상 첨가시 균사생장이 점차 저해되었으며 균사밀도는 무처리에 비해 높았다(표 8). 설탕은 버섯균사 성장세포의 구조와 에너지원으로 사용되는 탄소원으로서 일반적으로 2%정도를 첨가하지만 실제 재배시 정확한 탄소농도를 잘 알 수가 없어 재배시 영양원 균형유지에 대한 연구는 앞으로 더욱 진행되어야 할 과제이다.

Table 8. Effect of sucrose content to pine sawdust media on the mycelial growth and density of *C. pyxidata*

		Sucrose content (%)				
		0	0.1	0.2	1	5
Mycelial growth		119	119	120	111	90
Mycelial density		++	+++	+++	+++	+++

* Mycelial density : +; poor ++; good +++; excellent

적 요

쯤나무싸리버섯균의 균사생장과 밀도에 가장 적절한 종균배양적 특성을 요약하면 적정온도는 25℃, pH는 5, 톱밥배지의 적정 수분함량은 65~70%이며, 주재료는 소나무톱밥, 첨가재료는 밀기울이었다. 또한 적정 첨가재료인 밀기울의 첨가량은 20%, calcium carbonate의 첨가량은 0.1%이며, magnesium sulfate의 첨가량은 0.2%, sucrose의 첨가량은 0.2%이었다.

참 고 문 헌

- Chiu, R.S., Growth conditions for *C. pyxidata*, Edible Fungi, No. 1, 24, 1981.
 Hung, N. L. 1986. Cultivation of Tremella(in China), promotion of science press,

Beijing. p. 31-104.

Liu, C.Y., Technique of cultivation of *C. pyxidata* mushroom, Edible Fungi, No. 4, 33, 1981.

S. M. Khan, J. H. Mirza & M. A. Khan. 1991. Physiology and cultivation of wood's ear mushroom(*Auricularia polytricha*(Mont.) Sacc.). Science and cultivation of edible mushroom fungi. 573-578.

김명곤, 이재홍, 김형무, 1990. *Armillaria mellea*의 균사배양 및 균사속 생산에 관한 연구. 한균지 18(3): 149-157.

정환채, 주현규. 1989. 잎새버섯 우량계통 육성과 인공재배법 개발. 농시논문집 31(2) : 43-56.

차동열. 1981. 야생식용버섯의 인공재배 검토. 한균지 9(3) : 123-128.

좁나무싸리버섯의 자실체 생육조건

Effect of Fruiting body Growth Condition of *Clavicornia pyxidata*

ABSTRACT : The yields and the biological efficiency of *Clavicornia pyxidata* in the case of the bottle cultivation was 356g/850ml, 147.8% and in pot cultivation was 810g/2,500g, 114.3% respectively. On the primordial formation the case of no removing inoculation spawn was well introduced, and the mushroom's yield and biological efficiency was to be high in the case of the bottle's cap was shut. The results in the use of the logs for *Clavicornia pyxidata*'s cultural media were to be fine in pine, oak, alder, poplar, accacia in order. And in pine, the yield of the mushrooms were 1195.5g/0.1m³, biological efficiency was 17.3%, the period requirements for primordium was 69 days, and the mushroom's individual weight was 143g..

KEYWORDS : Cultivation, *Clavicornia pyxidata*, Yield

싸리버섯의 종류는 매우 다양하나 한국에서는 10여종(種)이 채집·보고되었으며, 거의가 식용으로 애용할 수 있다. 송이싸리버섯, 참싸리버섯, 물싸리버섯, 좁나무싸리버섯, 물푸레싸리버섯, 자주싸리, 광대싸리, 붉은싸리버섯, 노랑싸리버섯, 창싸리버섯, 다박싸리, 황금싸리 등이다. 아직은 상업적으로 인공 재배가 되지 않아 자연채취에 의존한다.

좁나무싸리버섯은 국수버섯과에 속하는 약간의 매운맛과 향이 우수한 버섯으로 갈색부후 담자균류이다(Corner, E.J.H. 1970, Miller, O.K. 1977). 좁나무싸리버섯의 자실체는 산호형이며 하나의 분생포자경에 3~5개의 분지를 가지고 있다. 분지 끝은 술잔형 또는 왕관형을 이루고 있다. 표면은 초기에는 백황색이나 후에 황갈색이 되고, 대는 가늘고 평활하다(Lee, J.Y. 1998).

좁나무싸리버섯의 생태 및 분자계통분류학적 연구는 외국에서 많이 이루어지고 있다(Dodd, J.L. 1972, Lickey, E.B. 2002). 좁나무싸리버섯의 균을 배지에 접종하여 30일간 배양한 후 좁나무싸리버섯의 자실체 인공재배에 최초의 성공을 보고하였다(Koske, R.E. 등. 1969). 또한 좁나무싸리버섯 자실체의 인공재배할 때 광선을 비추어주어야 자실체가 발생함을 보고하였다(James, S.W 등. 1988). 최근 좁나무싸리버섯의 원형질체 재생 및 융합에 관한 특성을 보고(Lee, T.H. 2004)하였으며 좁나무싸리버섯에서 분리한 성분이 보고되었는데 clavicronic acid는 avian myeloblastosis virus (AMV)와 Moloney murine leukemia virus (MMuLV) reverse transcriptase에 대해 우수한 저해활성을 보였다고 보고하였다(Erkel, G 등. 1992).

우리나라에서 발견된 싸리버섯 10가지 중에서 좁나무싸리버섯 인공재배의 기초연구는 군사생장에 대하여 연구 결과가 있으나 자실체의 대량생산 체제에 대한 연구는 아직 미진하다. 따라서 본 시험을 통하여 농가실증 재배를 통하여 자실체 대량생산체제를 확립하고자 한다.

재료 및 방법

균주 확보

본 연구에 사용된 좀나무싸리버섯(*C. pyxidata*)은 광덕산, 운길산, 여주산, 북한산에서 채집한 균주와 인천대 균주은행에서 신청한 2균주이다

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

한국농수산대학에 보존중인 KNAC1602(*Clavicornia pyxidata*)를 각각 PDA(potato dextrose agar)배지에 30일간 배양하고, 250ml 삼각 flask에 톱밥과 쌀겨를 80 : 20(V/V)으로 혼합한 후 70%의 수분을 첨가하여 고압살균한 다음 상기 PDA에서 배양한 균사를 접종하고 이를 다시 12일간 배양하여 각 처리간의 접종원으로 사용하였다.

재배방법 및 조사항목

재배방법은 원목과 용기(병), 봉지재배로 하였으며 균사배양온도는 $23 \pm 3^\circ\text{C}$, 원기 자실체 발생유도는 $18 \pm 3^\circ\text{C}$, 상대습도는 $90 \pm 5\%$ 로 하였다. 배양 완성일수는 종균을 접종한 날로부터 균사가 배지 전면에 만연되었을 때까지의 일수, 초발이 소요일수는 배양 완성 일로부터 원기가 형성된 날까지의 일수, 생육 소요일수는 초발이로부터 수확한 날까지의 일수로 표시하였다. 생물학적 효율(biological efficiency)은 배지 건조중량에 대한 버섯의 생체중을 백분율로 표시하였다. 병재배(850ml)는 참나무톱밥과 밀기울을 80 : 20(V/V)으로 혼합하고 봉지재배는 면실각과 밀기울을 80 : 20(V/V)로 혼합 충전 후 121°C 에서 60분간 고압살균하여 접종하고 균사가 완전히 다 자란 다음 발이시켜 1주기의 수량, 회수율, 초발이 소요일수, 배양완성일, 개체중을 조사하였다.

발이유기 방법에 따른 자실체 수량비교

병재배는 3가지 발이유기 방법을 사용하였다. 첫째는 병마개에 있는 스폰지만 제거하고 병마개를 막아둔 상태에서 발이시키는 방법과 두 번째와 세 번째는 팽이버섯 병(瓶) 재배시 사용하는 균굽기 기계로 배지의 상단부를 균일하게 굽은 것과 배양 후 균굽기를 하지 않은 것을 비교하여 1주기만의 수량과 초발이 소요일수를 조사하였다.

결과 및 고찰

재배방법에 따른 수량

좀나무싸리버섯의 톱밥 병재배와 봉지재배시 재배방법에 따른 수량성과의 관계를 조사한 결과, 수량은 병재배로 재배하였을 때 65g/850ml으로 봉지재배로 재배하였을 때 510g/2500ml보다 낮았으나 회수율은 850ml병에 재배하였을 때 24.6%로 pot재배의 19.1%보다 높았다. 배양완성일은 병재배가 53일, pot재배가 62일이었으며, 초발이 소요일수는 병재배가 59일, pot재배가 67일로서 발이유기 기간이 5~6일이 소요되어 병재배보다는 pot재배가 배양완성과 초발이 소요일수는 배지량이 많기 때문에 기간이 오래 소요되었다. 균사 접종후 자실체가 완성되어 수확하기까지의 기간은 병재배가 63일, pot재배가 72일로서 원기가 자실체로 완성되는데 4~5일 소요되었다. 개체중은 봉지재배 방법이 22.5g으로 병재배 방법의 19.8g보다 많았으나 회수율이 병재배 보다 낮아 병재배 방법이 더 유리하였다. 1주기의 버섯을 수확하고 2주기의 버섯

이 발생되기까지의 주기간의 기간은 병재배가 45일, pot 재배가 44일 소요되었다(표 1).

Table 1. Effect of the different cultivation method on yields of *C. pyxidata*

Cultivation methods	Yields (g)	BE (%)	DCI (days)	DPI (days)	DFD (days)	DCC (days)	IW (g)
Bottle(850ml)	65	24.6	53	59	63	45	19.8
Pot(2500ml)	510	19.1	62	67	72	44	22.5

BE : Biological efficiency(flesh mushrooms / dry substrate)×100 = %

DCI : Day required for colonization after inoculation

DPI : Day required for primordial formation after inoculation

DFD : Day required for fruitingbody development after inoculation

DCC : Day required for cropping cycle

IW : Individual weight

발이유기 방법에 따른 수량

공시균이 배양 완성된 후 균긋기를 한 것과 하지 않은 것의 처리, 스폰지만 제거한 병마개를 막아둔 상태에서 발이유기 시켰을 때의 초발이 소요일수와 생물적 효율, 수량을 조사한 결과 균긋기한 것은 초발이 소요일수가 61일로서 균긋기를 하지 않는 것 62일에 비해 2일이 늦었으며 개체중은 균긋기를 실시한 것과 실시하지 않은 것 모두 개체 발생은 3~4개로 성장하면서 1개체로 균체끼리 합하여지는 현상이 나타났다. 또한 수량은 균긋기를 한 것은 61g인 것에 비해 하지 않은 것은 62g으로서 균긋기를 하지 않음으로서 오히려 1%가 증수되었고 균긋기하는 노동력을 절감하는 효과가 있었다. 따라서 생물학적 효율(B.E)도 23%에서 24.6%로 증가하여 쯤나무싸리버섯 톱밥재배시에는 균긋기를 하지 않는 것이 수량이 높음을 확인하였다. 특히 병마개를 열개하지 않은 것은 수량이 65g으로서 5.8%의 증수효과가 있었으며 B.E도 24.6%로 가장 높았고, 초발이 소요일수는 53일로서 병마개 입구부분까지 균사가 더 부상하여야 되기 때문에 1~3일정도 늦어졌으며 개체중이 19.8g으로 적은 이유는 3~4개 개체로 발생하기 때문으로, 따라서 개체 발생됨에 따라 상품성이나 포장에는 적당하였다. 재배환경 관리 중 마개가 막아져 있어 배지표면이 쉽게 건조되지 않으며 병원균 포자등이 직접적으로 낙하 유입되지 않기 때문에 병해가 없을 뿐만 아니라 쯤나무싸리버섯균의 특성상 좁은 틈을 비집고 나오려고 하는 성질을 이용함으로써 매우 효과적인 방법이었다. 버섯의 톱밥재배시 반드시 균긋기를 실시하는 대표적인 버섯이 팽나무버섯으로서 균일한 발이와 자실체 형성 촉진효과가 있는 것으로 알려져 있으나 쯤나무싸리버섯은 버섯 대(stem)가 없어 발이가 여러 군데에서 되면 오히려 상품성이 떨어지므로 1개의 개체로 발이를 유기시켜야 되는데 이를 위해서 균긋기를 하

지 않아야 한다. 버섯 1주기 수확 후 다시 버섯이 발생하기까지의 기간은 44~47일이 소요되었다(표 2).

Table 2. The comparison of yields according to removing method of inoculation spawn after colonization

Methods of inoculation	Yields (g)	BE (%)	DCI (days)	DPI (days)	DFD (days)	DCC (days)	IW (g)
RI	61	23.8	53	59	63	45	18.7
NRI	62	23.1	53	57	62	44	19.2
NOC	65	24.6	53	50	63	45	19.8

RI : Removing inoculation spawn after colonization

NRI : No removing inoculation spawn after colonization

NOC : Not opened cap

BE : Biological efficiency(flesh mushrooms / dry substrate) $\times 100 = \%$

DCI : Day required for colonization after inoculation

DPI : Day required for primordial formation after inoculation

DFD : Day required for fruitingbody development after inoculation

DCC : Day required for cropping cycle

IW : Individual weight



Fig. 1. Fruiting body of *Clavicornora pyxidata*. in pot cultivation

적 요

좁나무싸리버섯의 톱밥 병재배와 봉지재배시 재배방법에 따른 수량성과의 관계를 조사한 결과, 수량은 병재배로 재배하였을 때 65g/850ml로 봉지재배로 재배하였을 때 510g/2500ml보다 낮았으나 회수율은 850ml병에 재배하였을 때 24.6%로 pot재배의 19.1%보다 높았다. 배양완성일은 병재배가 53일, pot 재배가 62일이었으며, 초발이 소요일수는 병재배가 59일, pot재배가 67일로서 발이유기 기간이 5~6일이 소요되어 병재배보다는 pot재배가 배양완성과 초발이 소요일수는 배지량이 많기 때문에 기간이 오래 소요되었다. 균사 접종후 자실체가 완성되어 수확하기까지의 기간은 병재배가 63일, pot재배가 72일로서 원기가 자실체로 완성되는데 4~5일 소요되었다. 개체중은 봉지재배 방법이 22.5g으로 병재배 방법의 19.8g보다 많았으나 회수율이 병재배 보다 낮아 병재배 방법이 더 유리하였다. 1주기의 버섯을 수확하고 2주기의 버섯이 발생되기까지의 주기간의 기간은 병재배가 45일, pot재배가 44일 소요되었다. 공시균이 배양 완성된 후 균긋기를 한 것과 하지 않은 것의 처리, 스폰지만 제거한 병마개를 막아둔 상태에서 발이유기 시켰을 때의 초발이 소요일수와 생물적 효율, 수량을 조사한 결과 균긋기한 것은 초발이 소요일수가 61일로서 균긋기를 하지 않는 것 62일에 비해 2일이 늦었으며 개체중은 균긋기를 실시한 것과 실시하지 않은 것 모두 개체 발생은 3~4개로 성장하면서 1개체로 균체끼리 합하여지는 현상이 나타났다. 또한 수량은 균긋기를 한 것은 61g인 것에 비해 하지 않은 것은 62g으로서 균긋기를 하지 않음으로서 오히려 1%가 증수되었고 균긋기하는 노동력을 절감하는 효과가 있었다. 따라서 생물학적 효율(B.E)도 23%에서 24.6%로 증가하여 좁나무싸리

버섯 톱밥재배시에는 균급기를 하지 않는 것이 수량이 높음을 확인하였다. 특히 병마개를 열 개하지 않은 것은 수량이 65g으로서 5.8%의 증수효과가 있었으며 B.E도 24.6%로 가장 높았고, 초발이 소요일수는 53일로서 병마개 입구부분까지 균사가 더 부상하여야 되기 때문에 1~3일 정도 늦어졌으며 개체중이 19.8g으로 적은 이유는 3~4개 개체로 발생하기 때문으로, 따라서 개체 발생됨에 따라 상품성이나 포장에는 적당하였다. 재배환경 관리 중 마개가 막아져 있어 배지표면이 쉽게 건조되지 않으며 병원균 포자등이 직접적으로 낙하 유입되지 않기 때문에 병해가 없을 뿐만 아니라 좁나무싸리버섯균의 특성상 좁은 틈을 비집고 나오려고 하는 성질을 이용함으로써 매우 효과적인 방법이었다.

참고문헌

- Chen , Guo-Liang, 1992. studies on the cultivation and on the medicinal efficacy of *Clavicornia pyxidata*. Translation. The edible Fungi research institute of the Shanghai Academy of Agricultural Science, China.
- Huguang, p. 1992. High yield and quality cultivation of *Clavicornia pyxidata* under new technology(sic.), Edible Fungi of China, Vol:II, No, 40:40-43; No. 5:29-30
- Ying, Jianzhe, 1987. Icones of medicinal fungi. Science press, Beijing
- Stamets. P. 1993. Growing gourmet and medicinal mushrooms, pp. 387-394.

3. 쯤나무싸리버섯 농가 실증재배

실증재배 농가		재배형태	비고
주소	성명		
경가 화성	박상돈	병재배	한국원균 배양
경북 안동	유충현	병재배	자체배양
경기 여주	이남주	봉지재배	자체배양
경기 평택	최찬해	봉지재배	한농대 배양
충남 부여	이대범	종균제조	백제종균



쯤나무싸리버섯 균사배양 완성 배지



좁나무싸리버섯 배양완성 온도처리



좁나무싸리버섯 원기형성



좁나무싸리버섯 발생을 위한 비닐봉지 제거작업



좁나무싸리버섯 발생을 위한 비닐봉지 제거작업 후의 모습



좁나무싸리버섯 발생을 위한 비닐봉지 제거작업후 발생초기



좁나무싸리버섯 발생을 위한 비닐봉지 제거작업 후 발생초기시 부분적 푸른곰팡이 발생



좁나무싸리버섯 생육 중기



좁나무싸리버섯 발생을 위한 생육환경 조성



좁나무싸리버섯 생육환경 조성



좁나무싸리버섯 생육환경 조성



좁나무싸리버섯 생육환경 조성후 배지 표면 전면 발생



좁나무싸리버섯 생육환경 조성시 전면 발이



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 분지형 자실체



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 광에 민감



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 환기에 둔감



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 과습 좋아함



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 광조건 중요



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 200 룩스 적당



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 고온, 다습, 무환기, 광요구도 높음



좁나무싸리버섯 생육환경 조성



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 LED 광조건 선호



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 LED조건과 형광등 조건 비교



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 LED조건과 형광등 조건 비교



좁나무싸리버섯 생육환경 조성 LED조건과 형광등 조건 비교



좁나무싸리버섯 병재배 톱밥 종류별 균사밀도



좁나무싸리버섯 병재배 초발이



좁나무싸리버섯 병재배 초발이 직전



좁나무싸리버섯 병재배 초발이작업 균긋기 안함



좁나무싸리버섯 병재배 배양초기



좁나무싸리버섯 병재배 배양기간이 비교적 길며 균사밀도 약함



좁나무싸리버섯 병재배 배양완성후 배지표면에 황갈색 물이 생김



좁나무싸리버섯 병재배 배양완성후 황갈색 물이 생기면서 발이시작



좁나무싸리버섯 병재배 배양모습



좁나무싸리버섯 병재배 초발이



좁나무싸리버섯 병재매 배양완성



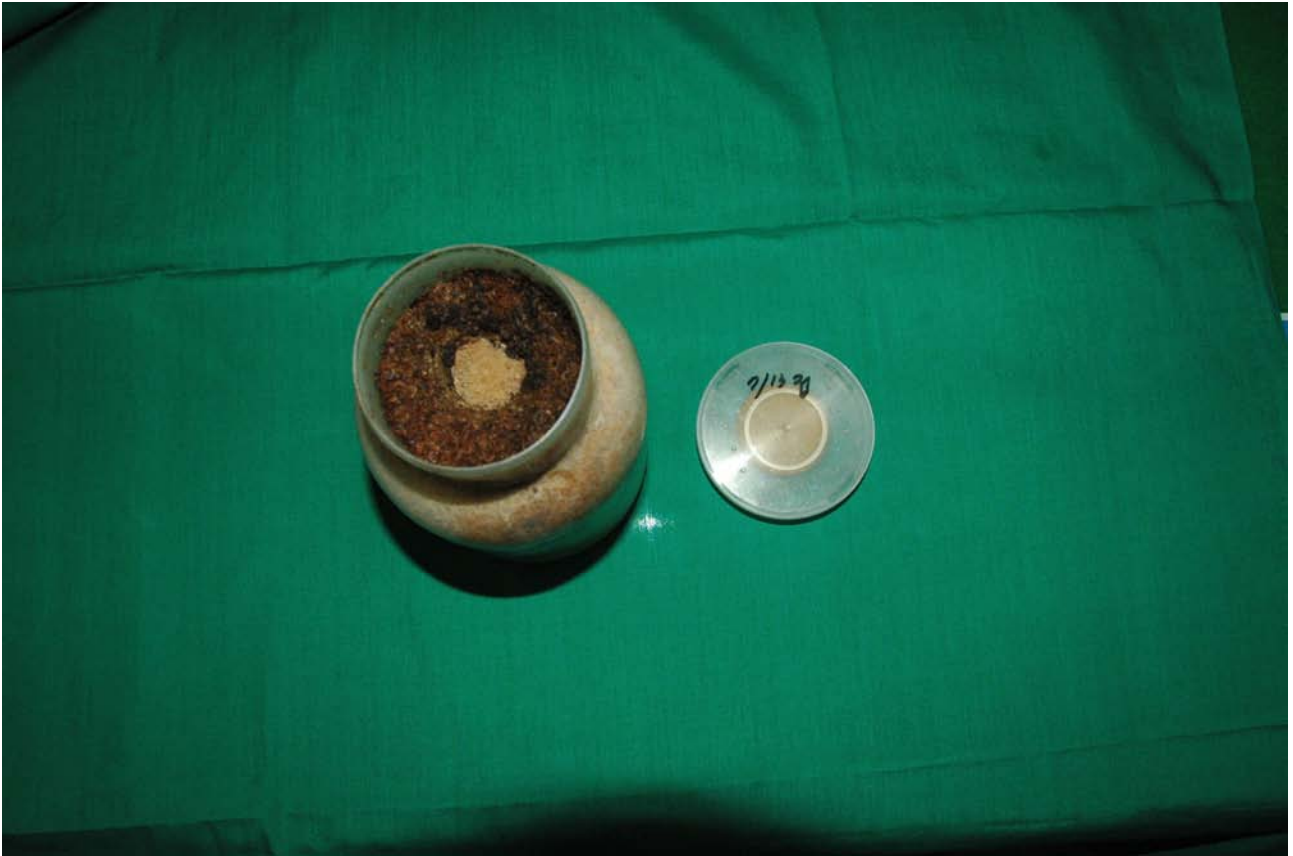
좁나무싸리버섯 병재매 톱밥종류별 초발이



좁나무싸리버섯 병재배 배양초기



좁나무싸리버섯 병재배 배양후기



좁나무싸리버섯 병재배 발이를 위한 균균기 작업



좁나무싸리버섯 병재배 자실체 발생

과제 : 쯤나무싸리버섯 인공재배 생산시스템 개발

(협동과제 : 쯤나무싸리버섯 저장 및 유통에 관한 연구)

제1협동기관 농업회사법인JFS

1. 쯤나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분 분석

쯤나무싸리버섯의 배지조성 별 균사체의 식품 영양성분은 배지별 균사체에 따라 차이가 있었다. 특히 단백질, 탄수화물, 무기질, 비타민은 YM 배지가 가장 많았고 회분은 PDB가 높았다.

쯤나무싸리버섯의 식자재 이용용 균사체 성분 분석 결과, 자실체와 균사체kr 성분이 달랐다.

항암 면역활성 기능성식품으로서 약용버섯 제품을 대할 때 소비자 입장에서 가장 궁금해하는 것 중의 하나는 자실체와 균사체 가공제품 중 어느 것이 좋은 지에 대한 혼란일 것이다. 이에 대한 이해를 위해서는 우선 자실체와 균사체에 대한 개념을 알아야 한다.

버섯류는 생물학적으로 곰팡이류(Fungi)에 속하는 미생물로서 영양성장 기관인 균사체(菌絲體; Mycelium)와 생식성장 기관인 포자(孢子)를 지닌 자실체(子實體; Fruit body)로 구성되어 있다. 쉽게 설명하면 우리가 버섯이라 부르는 먹는 부분이 자실체이고 균사체는 자실체를 만들 때 영양물질을 공급하는 뿌리와 같은 역할을 하는 기관이라고 할 수 있다. 즉 균사체는 일반식물로 보면 뿌리·줄기·잎에 해당되며, 자실체는 꽃과 과일에 해당된다.

일반적으로 균사체는 식물에 있어서 수경재배처럼 일정한 탱크에 물을 포함한 영양 물질을 넣고 단순히 균사만을 기르는 액체배양을 통해 생산된 균사체 덩어리를 필터로 걸러서 건조한 후 제품에 이용하는 것이다. 그러나 자실체는 배지(원목, 톱밥, 방울شم 등)에 균사체를 기르는 배양과정을 거친 후, 다시 균사체에서 버섯이 발아되어 재배하는 생육과정을 거쳐야 생산이 된다.

자실체 가공제품과 균사체 가공제품 중 어느 것이 좋느냐에 대한 판단은 여러가지 측면에서 고려를 해야 한다. 자실체 가공제품의 판매자는 자실체 제품의 유용성을 주장하고, 균사체 판매자가 균사체 제품의 우월성을 주장하는 것은 판매자로서 당연할 수 있다. 자실체 제품의 판매자는 자실체가 생식성장의 결과물이므로 과일이나 알처럼 모든 영양소의 결집체이므로 당연히 자실체가 균사체보다 우수하다고 주장하면서, 균사체는 식물의 뿌리이므로 별 볼일 없고 대부분 버섯들의 균사체가 형태상 유사하므로 상대적으로 속기 쉽다고 비판한다. 또한 균사체 판매자는 균사체를 원료로 한 상품이 많은 것은 균사체가 생산과 품질관리가 비교적 쉽고 베타글루칸 등 유용성분이 균사체에 많이 함유되어 있기 때문이라고 주장하면서, 자실체는 재배 환경이나 기후 등의 영향으로 품질변화가 있을 수 있고 중금속이나 농약에 의한 오염이 일어나기 쉽다고 격하하기도 한다. 문제는 모두들 유리한 측면만 주장하고 있지만 제대로 된 실험 결과나 자료를 근거로 제시하는 판매자는 없다는 데 있다.

따라서 소비자 입장에서는 명확한 구매기준을 갖는 것이 가장 현명하다고 할 수 있다. 면역활성 물질인 베타글루칸 성분함량에 대한 비교분석 결과를 보고 판단하는 방법이 있다. 해당 버섯의 자실체와 균사체 중에 베타글루칸 함량이 얼마인지를 비교하면 쉽게 판단할 수 있다. 그러나 일부 버섯의 경우는 면역활성 물질인 베타글루칸의 함량에 대한 비교분석 연구가 이루어

져 있지만, 불행하게도 대부분의 버섯은 아직도 연구결과가 없거나 결과가 엇갈리고 있다는데 있다.

꽃송이버섯의 경우 국내 유일의 꽃송이버섯 연구개발 업체인 하나바이오텍의 연구결과에 따르면 자실체에는 46.3%의 베타글루칸이 함유되어 있고, 균사체에는 26.1%가 함유되어 있는 것으로 밝혀져 선택의 기준을 명확히 할 수 있으며, 5년 전부터 판매되기 시작한 일본내 30여개의 꽃송이버섯 가공 향암 기능식품들이 전부 자실체 제품이라는 사실이 이를 잘 설명해주고 있다. 그러나 상황버섯의 경우 자실체와 균사체의 베타글루칸 함량에 대한 비교분석 자료를 발견할 수 없고, 지금까지의 상황버섯의 동물실험에서 밝혀진 최고의 종양저지율은 균사체가 아닌 자실체이므로 자실체 제품이 당연히 우수하다고 주장하는 정도이다.

신령버섯(아가리쿠스)의 경우는 비교연구 결과가 상반되고 있어 오히려 혼란이 가중되고 있다. 예를들어 아가리쿠스의 균사체 제품 제조업체인 일본의 (株)応微研에 보고에 따르면 아가리쿠스 자실체의 베타글루칸 함량은 9.1%이고 균사체의 함량은 25.3%이므로 당연히 균사체가 우수하다고 주장하고 있습니다만, 다른 연구기관의 연구결과를 보면 아가리쿠스 자실체의 베타그루칸 함량은 11~18%로 차이가 많다. 더욱이 시즈오카대학(静岡大学) 명예교수인 미즈노 타카시(水野 卓)박사의 연구보고에 따르면 아가리쿠스 자실체의 베타글루칸의 유전자 구조는 $\beta(1-6)$ glucan과 $\beta(1-3)$ glucan이지만 균사체는 $\beta(1-4)$ glucan으로서 동물실험에서 항종양활성을 나타낸 것은 $\beta(1-6)$ glucan과 $\beta(1-3)$ glucan뿐이라고 하여 균사체 제품의 문제를 직접적으로 지적하는 등 명확히 정리된 연구결과가 없어 오히려 당혹스럽기까지 한다.

암 환자가 많이 복용하고 있는 AHCC의 경우도 임상실험에서 효과가 있다고 밝혀지기도 했지만 표고, 영지, 잎새버섯 외에 추가로 들어간 3,4종 버섯의 균사체가 어떤 버섯인지 그리고 베타글루칸의 함량과 종류는 무엇인지에 대한 명확한 근거를 밝히지 않고 있는 것이 사실이다.

결론적으로 자실체와 균사체의 함량에 대한 비교분석 결과 등 근거를 제대로 제시하는 제품을 믿을 수 밖에 없는 것이 현실이다. 해당 버섯의 자실체와 균사체 각각의 베타글루칸 함량과 유전자 구조가 $\beta(1-3)$ glucan 이라는 근거자료를 명확히 제시하는 버섯의 자실체 또는 균사체 제품을 구매하는 것이 가장 현명한 선택기준이라고 할 수 있다. 특히 버섯별로 베타글루칸의 종류와 함량이 다르고, 같은 버섯이라도 자실체와 균사체간의 베타글루칸의 함량과 종류 또한 다를 수 있으므로 유의할 필요가 있다. 나아가 해당 제품이 베타그루칸의 인체 흡수기관인 회장(回腸)의 페이스스패치 M세포에서 흡수가 용이하도록 미세화 가공을 한 제품인지를 확인하면 더욱 안심하실 수 있다.

(1) 배지종류별 균사체의 식품 영양 성분분석

[단위 : 100g당]

배지종류	단백질(g)	탄수화물(g)	회분(g)	무기질(mg)	비타민(mg)
P.D.B	12.5	18.2	2.7	37.5	173.6
YM	13.2	20.5	2.4	41.2	196.4
차팩스	11.8	15.4	2.5	35.2	184.4

(2) 배지종류별 균사체의 아미노산, 지방산, 콜레스테롤, 식이섬유 성분분석

좁나무싸리버섯의 배지조성 별 균사체의 아미노산 외 성분은 배지별 균사체에 따라 차이가 있다. 아미노산, 식이섬유, 미량성분은 YM배지가 가장 높았고 지방산과 콜레스테롤은 검출이 되지 않았다.

버섯류는 기능성에 관련된 성분으로 1차적으로 식품 본래의 역할인 영양소재 공급원으로 단백질, 당류, 유기산, 비타민, 지방(특히, 불포화 지방산류)등이 있으며, 음식에 대한 선호도를 높일 수 있는 색과 향기 성분, 그리고 GMP, AMP와 같은 핵산관련물질등의 맛과 관련된 지미성분 등이 함유되어 있어 식품 첨가물로 널리 이용되고 있다.

버섯류의 탄수화물은 주로 맛과 관련되어 있는 trehalose, mannitol 및 arabitol과 같이 장에 흡수가 거의 이루어지지 않는 주로 분자량이 낮은 당류들이며 식이섬유 (dietary fiber)로 β -glucan, heteroglycan등의 비소화성 다당류 등이다.

즉 버섯류는 저 칼로리의 식품이다. 버섯류에 함유된 유리당류는 다양한 기능성을 지니는데, 특히 다량 함유된 trehalose의 경우 버섯 자체의 생리적 기능을 조절할 뿐만 아니라 감미도가 설탕의 약 45% 정도로 흡습성이 매우 낮은 특성을 지닌다. 특히 단백질의 변성방지, 식품 조직의 신선도 유지 효과, 비충치성 및 DNA 보호효과 등의 다양한 기능성을 가지고 있어 과자, 음료, 면류, 냉동식품등에의 수요가 급증되고 있다. 또한, mannitol의 경우는 감미도가 60 ~ 70% 정도로 비충치성, 인슐린 분비 촉진등의 기능성을 지녀 당뇨병자용 감미료로 사용이 적합하다. 버섯류에 함유된 단백질의 경우 대부분이 인체내에서 필요로 하는 아미노산으로 구성되어 있으며 비단백 부분 보다 순단백의 함량이 높은 고단백성이다. 버섯류에 따라 유리 아미노산 함량의 차이는 있으나 대부분이 aspartic acid를 비롯한 16종의 아미노산을 함유하고 있다. 특히, 아미노산중 맛과 관련된 정미성분인 glutamic acid의 함량이 비교적 높다. 버섯류는 사람이 필요로 하는 필수 아미노산을 함유하고 있으며 특히 식물체로부터 적은 양이 섭취되는 라이신을 함유하고 있어 좋은 영양 공급원이라 할 수 있다. 지방 성분의 경우 인을 함유한 지질이 대부분이며 이들은 다양한 생체조절기능을 지닌다. 버섯류에 함유된 지방은 레시틴을 함유하고 있는 독특한 특성을 지니며 유리 지방산 조성의 경우 최근 버섯류의 화학적 분류의 기초 자료로 사용되어지고 있다. 버섯류의 지방산 조성은 주 성분으로 불포화 지방산인 리놀린산 (linoleic acid, C18:2)이 다량 함유되어 있다. 지질은 인간의 정상적인 생명현상 유지를 위해 필수 영양소로서 특히 성장 지연, 신장손상, 지방간, 피부염등의 질병이 지질중에 다가의 불포화지방산 결핍으로 인하여 유발된다. 특히 식품원으로 섭취되거나 체내에서 합성되는 지질등의 역할은 세포막 구성 성분 (인지질, 당지질등), 저장형 고에너지원, 각종 생물활성 물질로의 전환등의 매우 중요하고 다양한 역할을 한다. 필수 지방산의 체내 분포는 포화 지방산과 불포화 지방산이 일정한 비율 (4~10:1)로 존재해야 하는데 대부분의 지방산 결핍은 불포화 지방산의 섭취 부족으로 발생한다. 따라서 버섯류는 불포화 지방산인 리놀린산을 다량 함유하고 있어 체내에서 필요로 하는 지질의 좋은 공급원으로 식품적 가치가 높음을 알 수 있다. 버섯류에 함유된 리놀린산은 또한 항산화효과가 최근 보고되면서 버섯류가 성인병 예방의 건강보조식품으로 좋은 소재임을 증명하고 있다. 버섯류는 또한 광이나 열에 의해 비타민 D로 전환되는 ergostreol (100~800 mg/100g 건물중)이 보통 다량으로 들어 있으며 비타민 B1, B2 및 niacin등이 함유되어 있다. 특히 비타민 B2의 경우 주요 식용버섯류 100g 건물중에 0.2~0.5 mg 정도로 다량 함유되어 있다. 그러나 비타민 C의 경우 매우 소량이 존재한다. 비타민 B

균은 인체내에서 당 대사에 관여하는 필수 영양소이며 비타민 D의 경우 인산 및 석회의 신진 대사 조절 작용을 하는 필수 영양소로 결핍시 골 연화증이 유발된다. 특히 양송이의 경우 비타민 B 복합체인 folic acid를 함유하고 있는데 이는 결핍시 빈혈을 유발하는 중요한 영양소이다. 이처럼 버섯류는 생체내에서 중요한 작용을 담당하는 비타민류를 다량 함유하고 있어 다른 식품들과 함께 중요한 식품 소재원이라 할 수가 있다.

이와같이 버섯류는 높은 함량의 저칼로리 탄수화물과 고단백성의 식품으로 최근 건강보조식품등으로 다루어진다. 버섯류의 약리적기능, 즉 생물활성은 항생물질로 1945년에 낙엽버섯 (*Marasmius conigenus*)으로부터 marasmic acid가 보고된 이래 지금까지 약 180 여종 이상이 보고되었다. 항생물질외에도 버섯류는 표 2에 정리한 바와 같이 군사 및 자실체에서 혈당강하 물질, 콜레스테롤 감소물질, 항혈전물질(혈소판 응집 저해물질), 항염증물질, 신경보호물질, 렉틴등 다양한 생체기능 조절물질들이 있다. 또한 버섯으로부터 분리된 β -D-glucan류의 항종양작용이 보고되었으며 최근 새로운 항암면역요법제로서 이용될 수 있는 버섯 다당류에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다, 담자균이 생산하는 생리활성물질 (기능성물질)중 다당류는 숙주 매개성 면역 증강활성을 지니고 세포 독성이 적어 생물반응조절제 (Biological Response Modifiers, BRMs)으로 각광 받고 있다.

특히, 버섯류의 β -glucan은 주로 숙주매개성 면역활성을 통한 항암작용을 하는 것으로 보고되면서 직접적으로 암세포에 대한 세포 독성에 의한 제암 작용보다 면역체계의 강화를 통한 면역조절작용에 대한 연구가 이루어지고 있다. 버섯류의 항암면역조절제는 약간 다른 약리적 작용기작을 보이나 일반적으로 유사하다. 인체내의 면역체계는 몸을 유지하는 하나의 방어 체계로 외부 및 내부의 이물질에 대한 인식과 공격을 통해 체제를 유지해 나가려한다. 표고 (*Lentinus edodes*)에서 분리된 Lentinan의 경우 방에 체계중 면역조절인자인 T 임파구, macrophage 및 보체를 활성화 시켜 생체의 면역학적 활성을 증가시킨다. 이와 같이 버섯류로부터 면역조절작용에 대한 효능과 새로운 생물반응조절제로서 개발 가능성이 시사되면서 새로운 버섯류로부터 기능성 다당류를 탐색하기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있다.

표 2) 배지종류별 군사체의 아미노산외 성분분석

[단위 : 100g당]

배지종류	아미노산(mg)	지방산(g)	콜레스테롤	식이섬유(%)	미량성분(mg)
P.D.B	8.735	-	-	68.44	63.5
YM	9.215	-	-	72.43	68.7
차펙스	7.294	-	-	62.22	58.4

2. 쯤나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 성분 분석



쯤나무싸리버섯 인공산과 자연산 비교 분석

(1) 쯤나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 식품영양 성분분석

쯤나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 식품영양 성분분석 결과 자연산과 인공산의 차이가 있었다. 단백질은 인공산이 많았고 탄수화물, 회분, 무기질, 비타민은 자연산이 많았다.

시험관에서 배양한 산삼이 실제 산삼과 성분에서 차이가 없다고 하여 화제가 된 적이 있다. 성분상 같다고 하여 과연 약효도 같을까. 한의학에서는 성분 분석으로 약효를 비교하거나 약효를 결정하지 않는다. 한의학에서는 약물의 효능을 성분 분석으로 파악하는 것이 아니고, 형색기미(形色氣味)로 파악한다. 성분분석으로 한약을 파악한다면 이미 그것은 한약이 아니다.

인삼을 예로 들면 인삼은 모든 사람에게 약효가 있는 것이 아니다. 소음인 체질에만 대단한 효과가 있고 태음인, 소양인, 태양인에게는 약효가 없다. 이와 같이 한약의 약효를 성분만으로 알 수가 없는 것이다. 어디 그 뿐인가. 모든 한약재는 자연산과 재배산에 따라 약효의 차이가 있다. 예를 들면 도라지의 경우에도 자연산과 재배산은 약효에서 차이가 많다는 것은 이미 알려진 사실이다.

[단위 : 100g당]

구 분	단백질(g)	탄수화물(g)	회분(g)	무기질(mg)	비타민(mg)
자연산	2.8	5.7	0.8	91.2	49.82
인공재배	3.0	4.8	0.8	88.5	45.4

(2) 쯤나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 아미노산, 지방산, 콜레스테롤, 식이섬유 성분 분석

쯤나무싸리버섯의 자연산 및 인공재배산 아미노산 성분분석 결과 자연산과 인공산의 차이가 있었다. 아미노산, 식이섬유, 미량성분은 자연산이 높았다.

1999년 발표한 Wasser & Weis의 버섯의 약효성분에 의하면 모든 버섯은 약리작용으로 종양 면역성을 길

러 주는데 우리가 알고 있는 영지버섯은 항염증, 항종양(항암), 항바이러스(에이즈), 항세균과 항기생물, 혈압조절, 심장혈관 장애방지, 면역조절, 강신장, 간장독성 보호, 신경섬유 활성화, 생식력증진, 만성기관지염 방지 등 12항목이 좋은 것으로 연구결과 나타났다.

표고버섯은 항염증, 항종양(항암), 항바이러스(에이즈), 항세균과 항기생물, 혈압조절, 콜레스테롤 과소혈증과 지방과다혈증 방지, 항당뇨, 면역조절, 강신장, 간장독성 보호, 생식력증진 등 11항목으로 조사되었다. 느타리버섯은 항종양, 항바이러스, 항세균 및 항기생물, 심장혈관 장애방지, 신경섬유활성화 등으로 밝혀졌다.

1992년 Chihara에 의하면 버섯의 항암성분 효과를 알아보면 목질진흥버섯은 중앙저지율이 96.7%, 송이는 91.8%, 팽이는 81.1%, 표고는 80.7%, 구름버섯은 77.5%, 느타리는 75.3%, 잔나비불로초버섯은 64.9%로 나타났다.

[단위 : 100g당]

구 분	아마노산(mg)	지방산(g)	콜레스테롤(g)	식이섬유(%)	미량성분(mg)
자연산	2.496	-	-	34.57	16.15
인공재배	2.254	-	-	32.6	15.3

3. 쯤나무싸리버섯의 염장 물성, 식미 테스트 결과

염장 농도별 식미 테스트 결과 외관은 5%, 맛은 4%, 냄새는 3%, 질감은 4%가 좋았다.

버섯의 독특한 맛과 향은 어떤 식품과도 잘 어울리고 고기와 같이 요리하면 조직감이 고기와 비슷하고 고기 맛이 배어 들어 고기보다 버섯을 선호한다.

싸리버섯은 건조 중에 향이 많이 생성되므로 잘 건조해야 한다. 송이나 석이 등 몇 가지 버섯은 지금도 희귀하지만 느타리, 표고, 팽이 등은 일반시중에서도 쉽게 구할 수 있다. 어떤 질병을 예방할 목적이 아니라도 맛이 좋고 쉽게 구해 먹다 보면 자연스럽게 질병 예방이 될 것이다.

버섯을 데쳐서 소금 3%가 되게 조절하여 끓인 후 병조림 병에 넣어 탈기 후 밀봉하여 병 크기에 따라 30~40분간 살균한 후 냉각하여 보관한다. 병뚜껑가운데 부분이 아래로 오목하게 들어가야 진공이 된 것이며 먹기 전에도 확인해야 한다.

염장은 버섯을 데쳐서 물기를 뺀 후 용기 밑에 소금을 깔고 그 위에 버섯을 깔고 또 소금을 뿌리고, 반복하여 용기에 채운 후 뚜껑을 덮고 공기에 접촉하지 않도록 돌을 엮어서 마무리한다. 요리할 때는 하룻밤 흐르는 물에 담가 소금기를 뺀다. 수온이나 버섯 크기에 따라 다르나 가라 앉았던 버섯이 떠오르면 소금이 빠져나간 것이다. 너무 많이 빠지면 맛이 없어지므로 도중에 맛을 봐야 한다. 미지근한 물을 사용하면 시간이 단축된다.

데친 버섯을 냉각시켜 비닐봉지에 삶은 물과 함께 넣어서 냉동시킨다. 버섯이 크면 먹기 쉬운 크기로 잘라서 비닐봉지에 넣도록 한다. 냉동시킨 버섯은 2개월 내에 먹는 것이 좋다.

햇빛에 말리거나 화력 건조를 하는데 쇠 소리가 날 때까지 바삭바삭하게 말려서 비닐봉지에 넣고 반드시 건조제를 넣어 밀봉해야한다. 화력 건조시 처음에 높은 열을 가하면 표면경화현

상이 일어나 좋지 않다.

(1) 염농도별 식미 테스트 결과표 (반제품)

[단위 : 점]

염농도별	식미 테스트				총 점
	외 관	맛	냄 새	질 감	
3%	3	3	5	2	13
4%	4	5	4	5	18
5%	5	4	3	3	15

* 평점기준 ·아주좋다 5 ·좋다 4 · 보통 3 ·나쁘다 2 ·아주나쁘다 1

(2차년도 협동과제 : 좀나무싸리버섯 저장 및 유통에 관한 연구)

1. 파장별 UV처리에 의한 좀나무싸리버섯의 저장 효과

비타민D는 칼슘의 체내 흡수를 돕는 필수 성분이다. 칼슘이 식품으로 섭취되었을 때 혈액 내에 비타민D가 풍부하면 몸속으로 잘 흡수되는데, 부족하면 소화과정에서 산성인 위액에 용해되어 없어져 버린다. 즉 비타민D가 부족하면 칼슘도 결핍되어 골다공증 같은 뼈 질환에 걸리거나 아이들의 경우 성장에 어려움을 겪을 수 있다.

비타민D는 면역력과도 큰 관계가 있다. 비타민D가 부족하면 면역력이 떨어져 각종 호흡기질환이나 심혈관질환, 자가면역질환에 걸릴 위험이 높아진다. 위스콘신의대 연구팀에서는 비타민D가 면역력을 높여 신종플루 예방에 효과적이라는 연구 결과를 발표하기도 했다.

좀나무싸리버섯에 들어있는 에르고스테린은 UV를 받으면 비타민D로 변한다. 가정에서 자연광을 이용해 말리면 자연 태양광의 자외선에 의해 에르고스테롤이 비타민 D로 생성된다. 이를 인위적으로 자외선을 3가지 파장으로 저장기간을 조사하였다.

자외선을 조사하지 않은 대조구에 비해 자외선을 조사한 것이 저장기간이 길었다. 이는 자외선에 의해 버섯 표면에 있는 각종 세균들이 사멸되어 호흡열이 적어지고 따라서 신선도와 저장기간이 길어진 것으로 추정된다.

햇빛에 충분히 노출되지 못한 경우에는 식품을 통해 비타민 D를 충분히 섭취하여야 하지만, 실제로 비타민 D 함량이 높은 식품은 그리 많지 않다. 기름진 생선이 좋은 급원이며, 달걀, 버터, 간 등에도 비타민 D가 함유되어 있으나 상당량 먹어야만 의미가 있으므로 좋은 급원이라 할 수는 없다. 비타민 D를 함유한 식품의 추출물 또는 다음의 합성원료를 첨가한 가공식품과 비타민 D 보충용 식품도 좋은 급원식품이다.

비타민 D는 최저 필요량 설정에 관한 확실한 근거가 부족하고 햇빛에 쬐이면 피부에서 생합성되는 특수성으로 인해 식품을 통한 권장량 결정이 쉽지 않아 충분섭취량을 제안하고 있다. 비타민 D의 1일 충분섭취량은 50세 이하의 성인은 $5\mu\text{g}/\text{일}$ 이며, 15세 이하의 어린이와 50세 이상은 $10\mu\text{g}/\text{일}$ 이다.

조사식품(照射食品, irradiated food)이란 식품에 이온화에너지를 쬐여 식품의 품질을 보존하거나 미생물학적 안전성을 향상시킨 식품을 말한다. 대상이 되는 식품들은 유해 미생물이나 해충이 오염되어 위생적 품질향상이 필요하거나 저장기간 연장이 요구되는 식품이다. 대부분의 경우 조사기술이 아니더라도 반드시 타 방법에 의해서 위생화 처리나 품질보존 방법이 요구되는 식품이 대상이 된다.

국내외 식품 관련 산업에 이용되고 있는 조사시설은 대부분 감마선원(^{60}Co)과 전자선 가속기이며, 최근에는 일부 X선 조사시설도 이용 연구 및 상업적 처리가 시도되고 있다. 이상의 조사시설은 나름대로의 장단점을 지니고 있으며, 처리목적(살균, 살충, 성장조절 등), 처리식품의 특징(오염도, 수분함량, 변질속도, 밀도, 포장형태, 표면살균 여부 등), 에너지의 특징(투과도, 에너지 효율 등) 등에 따라 선택하여 이용할 수 있다. 이때 처리목적을 달성할 수 있는 최저선량을 식품에 균일하게 전달함으로써 처리시간 단축, 처리비용 절감, 처리식품의 품질유지 등을 달성하게 된다. 이온화에너지의 독특한 생물학적 작용이 발견된 이후 20세기 중반부터 선진국

을 중심으로 식품의 처리효과와 안전성에 관한 연구가 활발히 추진되었다. 이와 함께 1961년“FAO/IAEA/WHO 공동 식품조사건전성평가전문위원회(Joint Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food, JECFI)”가 설립되어 1964년, 1969년, 1976년 조사식품의 안전성 평가를 위한 국제회의가 소집되었다. 그리고 1970년에는 FAO/IAEA/OECD는 WHO의 권유에 따라 24개국(미국, 덴마크, 프랑스, 네덜란드, 일본, 영국, 오스트리아, 캐나다, 호주, 독일, 스위스, 중국 등)이 참여한 식품조사 분야 국제프로젝트가 신설되어 본 기술의 이용특성과 안전성에 대한 체계적인 공동연구가 추진되었다. 미국 정부(미 육군, 미 농무부)는 1976년 Raltech 연구소와 연구계약을 체결하여 실험동물을 대상으로 한 조사식품의 영양학적, 유전학적 및 독성학적 측면의 건전성 평가연구를 세계 최대 규모로 추진하였다. 특히 미국과 중국에서는 조사처리된 여러 종류의 식품을 젊은 자원자들에게 일정기간 동안 급여하면서 일상생활, 신체활동, 염색체 이상 여부 등을 종합 평가함으로써 조사식품의 안전성을 뒷받침하였다.

표 . 파장별 UV처리에 의한 쯤나무싸리버섯의 저장효과

파 장 별		저장기간 (15℃)	비타민 D ($\mu\text{g}/\text{dry kg}$)
파 장	시 간		
225nm	5분	24	65
	10분	28	71
	15분	31	70
245nm	5분	27	52
	10분	32	59
	15분	36	61
265nm	5분	25	58
	10분	26	62
	15분	27	59
대조구	무처리	21	31

2. 쯤나무싸리버섯의 포장 방법 연구

(1) 버섯의 선도유지에 관여하는 각종 요인

버섯은 수확 후에도 가공·조리까지는 하나의 생명체로서 생명을 가진 생체식품이므로 호흡, 증산, 생장 등의 생리작용을 하며 또한, 시시각각으로 선도와 품질의 저하를 초래하게 된다.

수확후의 선도·품질 변화는 버섯 자체의 내적요인 이외에 미생물, 층해 등과 수송·저장조건 등 여러 가지 외적요인도 관여하고 있다.

◇ 버섯의 선도저하의 요인과 선도 유지 방법

구 분	요 인	외 관 변 화	선도유지방법
내적요인	호흡작용	성분소모, 발열	
	증산작용	시들음, 변색	온도조절(저온)
	성장작용	갓 및 줄기신장, 조직연화, 포지성숙	환경가스조절, 습도조절, 포장처리
	산화작용	조직 갈변, 성분 소모	약제처리, 방사선 조사
외적요인	온 도	갈변, 신장, 갓 신장	약제처리, 방사선 조사
	습 도	시들음, 연화	
	환경가스	퇴색, 갈변	
	광	퇴색	
	손 상	부패, 갈변	
	생물피해	부패, 연화	

(2) 포장방법에 따른 저장기간별 신선도의 변화 연구

포장은 수송용 포장과 소비자용 포장으로 구분하며 저온 유통체제의 구축을 위해서는 포장 상자의 방습 및 환기기능을 중요시하는 기술의 도입이 반드시 필요하다. 포장 상자는 저온 과 습에 견딜 수 있으며 다단으로 적재해도 압력을 견딜 수 있어야 하며 공기의 출입이 가능하도록 적절한 환기구를 보유하며 파렛트 이용 시 효율이 100%되도록 상자의 크기 설정을 하여야 한다. 소포장은 산지에서 실시하는 것이 원칙이며 생산물이 안전하게 보호되며 필름 소포장은 산물의 선도 및 저장성을 향상시켜 부가가치가 증대된다.

수확 후 생리현상에 맞는 포장 재료를 선별하여 버섯의 선도 저하를 억제하고 상품성을 유지 하여 수급안정에 기여코자 좁나무싸리버섯을 저장온도 상온 및 0~2℃로 하고 포장방법을 랩, 진공 및 방담필름 포장으로 하고 포장단위는 100g씩 하여 수행한 결과는 랩, 진공포장 보다 방담필름으로 밀봉포장 후 0~2℃ 저장하면 저장기간을 연장시킬 수 있으며 신선도를 유지할 수 있어 시장성을 높일 수 있었다.

◇ 포장방법에 따른 저장기간별 신선도의 변화

저장일수(일) 포장방법	1	2	3	4	5	6	7
랩필름	10	8	8	6	6	2	0
방담필름	10	8	6	6	6	4	2
기능성필름	10	8	6	6	4	2	0
골판지 1kg	8	6	4	2	0	0	0
골판지 2kg	8	6	2	2	0	0	0

* 신선도 조사방법:Minamide법(10:매우신선, 8:신선, 6:판매가능, 4:식용가능, 2:식용불능, 0:변질)

(3) 저온저장 후 상온에서의 품질변화 연구

포장방법은 스티로폼접시(180×135×25mm)에 버섯을 250g씩 담아 PVC wrap으로 포장하여 3℃에 15일 동안 저장하면서 3일 간격으로 시료를 20℃ 저장고로 옮겨 5일간 보관하면서 신선도를 Minamide법에 의해 조사한 결과, 판매 가능한 버섯의 신선도를 6을 기준으로 3℃에서 저온저장 3일된 버섯은 상온에서 3일, 저온저장 6-9일된 버섯은 상온에서 2일간 유통이 가능하다.

◇ 저장기간별 신선도의 변화

저장일수(일) / 포장방법	0일	1일	2일	3일	4일	5일
저온저장 0일	10	10	8	8	6	4
저온저장 3일	10	8	8	6	4	2
저온저장 6일	10	8	6	4	4	2
저온저장 9일	8	6	6	4	2	2
저온저장 12일	6	6	4	4	2	0
저온저장 15일	6	4	4	2	2	0

(4) 포장방법에 따른 선도유지 저장 기간

버섯은 저장기간 중에도 갓이 신장되는데, 갓 이면의 주름살쪽 포자생성부위가 완전히 노출될 때까지 개선 되었다가 다시 오그라드는 특성을 지니고 있다. 저장온도가 낮을수록 갓 개산율은 적고, 저장기간이 길어질수록 증가한다.

◇ 포장방법에 따른 느타리, 표고버섯의 선도유지 저장기간

구 분	느타리버섯				표고버섯				좁나무싸리버섯			
	안전 저장 기간 (일)	중량 감모 율(%)	갓신 장율 (%)	갓의 선택 변화	안전 저장 기간 (일)	중량 감모 율(%)	갓신 장율 (%)	갓의 선택 변화	안전 저장 기간 (일)	중량 감모 율(%)	갓신 장율 (%)	갓의 선택 변화
200g 박스 저장	6	13.6	2.5	회갈 색	20	14.9	3.0	진갈 색	35	11.3	1.2	회갈 색

- 저장온도 : 저온저장 4℃, 소포장 : 방담필름

3. 쯤나무싸리버섯의 경제성 비교

쯤나무싸리버섯의 조수입은 25,500(천원/330m²)으로 표고 26,502, 느타리 26,172보다 약간 작지만 비슷한 수준이다. 이는 단위면적당 수량은 표고, 느타리에 비해 약 1/8 수준이나 가격이 상대적으로 8배 정도 비싸기 때문에 약간 작지만 비슷한 수준으로 나타났다. 쯤나무싸리버섯의 가격은 일반화가 되지않았지만 자연산보다 약간 낮은 가격으로 책정하였다.

그러나 경영비를 비교분석한 결과, 느타리, 표고의 경영비보다 약 1.7배 정도 많은 20,508(천원/330m²)로 가장 많은 경영비가 소요되었다. 이 결과는 배양기간과 생육기간이 느타리와 표고보다 상대적으로 길기 때문이다. 따라서 소득은 조수입 25,500(천원/330m²)에서 경영비 20,508(천원/330m²)을 빼면 4,992(천원/330m²)로 소득율이 19.6%로 낮게 나타났다. 소득율도 느타리 53.2%, 표고 51.4%에 비해 절반에도 못미치는 소득율을 나타냈다. 이는 배양기간과 생육기간을 단축하고 단위면적당 수량을 늘려야 한다. 본 연구를 통해 산업화의 가능성을 보여 주었기에 보다 상세하고 체계적인 연구로 단위면적당 생산량을 단기적으로 안정적인 생산연구가 필요하다고 판단된다.

(단위: 천원/330m²)

품 종 별		느타리	표 고	쯤나무싸리	비 고	
기 준 년 도		08	08	10		
조 수 입	주산물가액	26,172	26,502	25,500		
	수량(kg)	6,782	6,386	850		
	단가(원)	3,859	4,150	30,000		
	부산물가액					
계		26,172	26,502	25,500		
경 영 비	중 간 재 비	종균비	1,501	1,700	3,000	
		배지제조비 (톱밥)		2,150	3,250	
		배지제조비 (폐면)	2,344		2,344	
		농약비	16			
		광열동력비	2,634	2,950	3,259	
		수리비				
		제재료비	2,210	2,390	4,350	
		소농구비	4	4	4	
		대농구상각비	447	447	447	
		영농시설상각비	1,572	1,572	1,572	
		수선비	226	226	226	
		기타요금				
계		10,954	11,439	18,452		

	임차료(농기계, 시설)	58	58	58	
	임차료(토지)	11	11	11	
	위탁영농비				
	고용노력비	1,236	1,365	1,987	
	계	12,259	12,873	20,508	
	자가노력비	4,196	5,234	6,825	
	소득	13,913	13,629	4,992	
	부가가치	15,217	15,217	15,217	
	소득율(%)	53.2	51.4	19.6	

4. 참고문헌

- Alphons G.J. Voragen, 1998. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. *Trends in Food Science & Technology* 9:328-335.
- Chihara G., Maeda Y.Y, Hamuro J. 1982. Current status and perspectives of immunomodulators of microbial origin. *Int. J. Tiss. Reac.* 4(3):207-225.
- Franz, G. 1989. Polysaccharides in pharmacy: current applications and future concepts. *Planta Med.* 55: 493-497.
- Hirase, S., Nakai, S., and Aktsu, T. 1976. Structure studies on the antitumor active polysaccharides from *Coriolus versicolor* (Basidiomycetes).I. Fractionation with barium Hydroxide. *Yakugaku Zasshi.* 96:413-418.
- Jong, S. C. and J. M. Birmingham. 1992. Medicinal benefits of the mushroom *Ganoderma*. *Advances in Appl. Microbiol.* 37: 104-134.
- Kawagishi, H., Isagaki, R., Kanto, T. and Mizuno, T. 1989. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. *Carbohydrate Res.* 186:267-273.
- Kunio Torii. 1997. Taste and Nutrition-Central mechanism of preference change under nutritional disorders-. *J. Appl. Glycosci.* 44(1):105-113.
- Mizuno, T. 1989. Development and utilization of bioactive substances from medicinal and edible mushroom fungi (1). *The chemical times* 1:12-21.
- Mizuno, T. 1993. Food function and medicinal effect of mushroom fungi. *Foods & Food Ingredients Journal* 158:8-23.
- 박정식, 장갑열, 차동열, 전창선. 1996. 신령버섯 재배 생리 연구. 농촌진흥청 시험연구사업 보고서 pp. 645-650
- 박정식, 조수목, 정종철, 홍인표, 김양섭. 1999. 버섯류로부터 기능성물질 탐색. 농촌진흥청 시험연구사업보고서
- 조수목. 2001. 버섯류의 영양성 및 항암성분. 한국버섯연구회 발표집 4권 1호 17~.

최 면. 1996. 불포화 지방산의 영양학적 중요성과 대사. 식품산업과 영양 1(2):5-9.

한국제약협회, 2000년도 제약협회 통계집

한국공개특허자료 - <http://www.kisti.re.kr/cgi-bin/patman/>

보건의료기술진흥사업 자료 - http://www.hpeb.re.kr/Message_board/Bulletin/

농림기술개발과제 자료 - <http://www.arpc.re.kr/>

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구개발 목표 달성도

구 분	평가의 착안점 및 달성도	
	착 안 사 항	달성도 (점수)
1차년도(2009-2010)	○ 연구착수시기	10
	○ 계획 대비 진도의 적정성	28
	○ 연구팀의 활동정도	18
	○ 합리적 예산집행 여부	20
	○ 진도보고의 성실성	20
2차년도(2010-2011)	○ 연구착수시기	10
	○ 계획대비진도의 적정성	30
	○ 연구팀의 활동정도	20
	○ 합리적 예산집행 여부	18
	○ 진도보고의 성실성	18
최종평가	○ 연구착수시기	10
	○ 계획 대비 진도의 적정성	29
	○ 연구팀의 활동정도	19
	○ 합리적 예산집행 여부	19
	○ 진도보고의 성실성	19

2. 관련분야에의 기여도

싸리버섯은 버섯 갓 형태가 산호 모양 또는 싸리 빗자루와 비슷하여 붙여진 이름이다. 가지 끝을 잘 보면 쥐의 다리 끝과 아주 흡사하여 쥐버섯, 쥐다리버섯이라고도 부른다. 가지의 끝 부분에도 작은 가닥이 있고 여기에 포자가 생긴다. 한국, 동아시아, 유럽, 북미 등과 온대지방에 흔히 분포하고 가을철 활엽수림 지역에서 무리지어 나거나 홀로 8월 중순~10월말에 발생한다.

싸리버섯의 종류는 매우 다양하나 한국에서는 10여종(種)이 채집·보고되었으며, 거의가 식용으로 애용할 수 있다. 송이싸리버섯, 참싸리버섯, 물싸리버섯, 쯤나무싸리버섯, 물푸레싸리버섯, 자주싸리, 광대싸리, 붉은싸리버섯, 노랑싸리버섯, 창싸리버섯, 다박싸리, 황금싸리 등이다. 아직은 상업적으로 인공 재배가 되지 않아 자연채취에 의존한다.

쯤나무싸리버섯은 국수버섯과에 속하는 약간의 매운맛과 향이 우수한 버섯으로 갈색부후 담자균류이다(Corner, E.J.H. 1970, Miller, O.K. 1977). 쯤나무싸리버섯의 자실체는 산호형이며 하나의 분생포자경에 3~5개의 분지를 가지고 있다. 분지 끝은 술잔형 또는 왕관형을 이루고 있다. 표면은 초기에는 백황색이나 후에 황갈색이 되고, 대는 가늘고 평활하다(Lee, J.Y. 1998).

쯤나무싸리버섯의 생태 및 분자계통분류학적 연구는 외국에서 많이 이루어지고 있다(Dodd,

J.L. 1972, Lickey, E.B. 2002). 쯤나무싸리버섯의 균을 배지에 접종하여 30일간 배양한 후 쯤나무싸리버섯의 자실체 인공재배에 최초의 성공을 보고하였다(Koske, R.E. 등. 1969). 또한 쯤나무싸리버섯 자실체의 인공재배할 때 광선을 비추어주어야 자실체가 발생함을 보고하였다 (James, S.W 등. 1988). 최근 쯤나무싸리버섯의 원형질체 재생 및 융합에 관한 특성을 보고 (Lee, T.H. 2004)하였으며 쯤나무싸리버섯에서 분리한 성분이 보고되었는데 clavicornic acid는 avian myeloblastosis virus (AMV)와 Moloney murine leukemia virus (MMuLV) reverse transcriptase에 대해 우수한 저해활성을 보였다고 보고하였다(Erkel, G 등. 1992).

쯤나무싸리버섯의 균주는 3가지 균주(광덕산, 도봉산, 북한산)를 확보하였다. 광덕산에서 채집한 균주는 18일 만에 64mm, 도봉산에서 채집한 균주는 9일 만에 85mm, 북한산에서 채집한 균주는 18일 만에 60mm의 성장속도를 보였다.

쯤나무싸리버섯은 균사체 중에 일반적인 다른 균사체에서 발견해 보지 못한 크리스탈형 투명한 결정체(Transparent body)가 현미경 검경으로 발견되었다.

온도에 따른 쯤나무싸리버섯 균주별 균사생장 최적온도는 25~30℃이었다.

1. 쯤나무싸리버섯 생산에 의한 식용버섯 공급의 다양화를 통하여 버섯시장 가격의 안정화에 기여
 - 주요 식용버섯 양송이, 느타리, 표고, 팽이, 새송이 전체 버섯 생산량의 95%이상 차지
2. 소비자 인지도가 높은 식용버섯 공급에 의한 버섯생산농가의 소득 증대
 - 2005년 생산량은 전년 47,893kg에 비해 43,723kg으로 4,170kg 줄었고 생산량의 전량이 산림에서 채집한 것으로 채집량이 매년 줄어듬
 - 자연산 싸리버섯 1kg당 10,000원에서 30,000원에 거래됨
3. 쯤나무싸리버섯 대량생산 및 가공에 의한 버섯가공 산업 활성화
 - 쯤나무싸리버섯은 가공이후 그 육질과 맛이 거의 변하지 않아 가공제품으로 생산 유통 원활함
4. 쯤나무싸리버섯의 균사 및 자실체에서 기능성 물질 추출로 노인성 정신질환 예방효과
5. 신선 버섯 및 버섯 가공을 통한 버섯수출 확대

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

가. 연구 개발 결과의 활용 방안

(1) 버섯재배생산 농가의 소득향상

- 소비자에게 친숙한 짜리버섯 생산 유통에 의한 소득창출
- 쯤나무짜리버섯 생산 작목반 구성에 따른 공동 생산 및 출하

(2) 쯤나무짜리버섯 가공 제품 개발 및 기능성 탐색에 의한 고부가가치 상품 개발

- 쯤나무짜리버섯 가공 제품(염장, 통조림, 분말조미료)생산으로 짜리버섯에 인지도가 높은 일본, 중국에 수출 가능성 검토
- 자실체 및 균사체 내의 기능성 물질 추출에 의한 고부가가치 상품 개발

나. 기대 성과

(1) 기술적 측면

- 짜리버섯은 반활물기생균이어서 상업적 인공재배가 어려웠다. 반면 쯤나무짜리버섯은 목재 부후균으로 우수한 균주를 확보, 종균 및 생산 기술의 개발 및 보급이 가능
- 맛과 육질이 생버섯을 요리했을 때와 거의 같은 가공품의 생산이 가능
- 쯤나무짜리버섯이 갖고 있는 기능성 건강 물질 탐색 및 추출

(2) 경제, 산업적 측면

- 기존의 주요 버섯 시장에 새로운 품종의 버섯을 보급하므로 과다 경쟁인 버섯시장에 가격의 안정화에 기여.
- 소비자의 인지도가 높은 짜리버섯의 보급으로 버섯생산 농가에 소득 창출 및 작목반 구성에 의한 생산 및 유통이 가능
- 쯤나무짜리버섯의 가공(신선편의식품, 염장, 분말)으로 유통의 확대 및 짜리버섯의 인지도가 높은 일본, 중국에 수출이 가능
- 짜리버섯 추출물에 의한 기능성 건강식품 개발로 국민 건강 증진

(3) 사회, 문화적 측면

- 짜리버섯은 예로부터 송이, 능이버섯 과 같이 우리나라 전 산야에서 발생되어 국민들이 즐겨 먹던 식용버섯이었으나, 근래에는 환경오염과 개발로 인해 채집이 어려운 버섯 중 하나가 되어 있다.
이러한 버섯을 대량 재배하여 소비자들에게 제공하므로 기억 속에 있던 짜리버섯의 맛을 소비자들이 연중 즐길 수 있다.

(4) 대상 기술(제품)의 용도와 기능

- 식용 “쯤나무짜리버섯” 생산
- “쯤나무짜리버섯” 가공품 생산 (신선 편의 식품, 염장제품, 분말제품 등)

○ “좁나무싸리버섯” 기능성 물질 탐색에 의한 기능성 건강식품 제조

제 6 장 참고문헌

- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248-254.
- Choi, S.J., S.J. Kim, and Y.H. Han. 2004. Physiological characteristics characteristics and optimized culture conditions of the mycelia of *Inonotus mikadoi*. *Kor. J. Microbiol.* 40, 100-103.
- Corner, E.J.H. 1970. A monograph of *Clavaria* and allied Genera. *Beih. Nova Hedwigia* 33, 1-299.
- Dodd, J.L. 1972. The genus *Clavicornia*. *Mycologia* 64, 737-773.
- Erkel, G. and T. Anke. 1992. Clavicornic acid, a novel inhibitor of reverse transcriptases from *Clavicornia pyxidata* (Pers.: Fr.) Doty. *J. Antibiotics* 45, 29-37.
- James, S.W. and D.J. McLaughlin. 1988. The influence of carbohydrate source and concentration and light on fruit body development in *Clavicornia pyxidata*. *Mycologia* 80, 89-98.
- Koske, R.E. and C.R. Leathers. 1969. Sporophore production by species of *Clavicornia* in pure culture. *Mycologia* 61, 999-1002.
- Lee, J.Y. 1988. Coloured Korean Mushrooms. p. 204-213. Academic Publishing Co., Ltd., Seoul.
- Lee, T.H. 2004. Ph.D. thesis. University of Dongguk, Seoul, Korea.
- Lee, T.H. and Y.H. Han. 2001. Enzyme activities of the fruit body of *Ramaria botrytis* DGUM 29001. *Mycobiology* 29, 171-175.
- Lickey, E.B. 2002. Ph.D. thesis. University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA.
- Miller, O.K. 1977. Mushrooms of North America. E.P. Dutton. Academic Press, New York.
- Corner, E.J.H. 1970. A monograph of *Clavaria* and allied Genera. *Beih. Nova Hedwigia* 33, 1-299.
- Dodd, J.L. 1972. The genus *Clavicornia*. *Mycologia* 64, 737-773.
- Erkel, G and T. Anke. 1992. Clavicornic acid, a novel inhibitor of reverse transcriptases from *Clavicornia pyxidata*(Pers:Fr.)Doty. *J. Antibiotics*.45, 29-37.
- James, S.W. and D.J. McLaughlin. 1988. The influence of carbo-hydrate source and concentration and light on fruit body development in *Clavicornia pyxidata*. *Mycologia* 80, 89-98.
- Koske, R.E. and C.R. Leathers. 1969. Sporophore production by species of *Clavicornia* in pure culture. *Mycologia* 61, 999-1002.
- Lee, J.Y. 1998. Coloured Korean Mushrooms. p. 204-213. Academic Publishing co., Ltd., Seoul.
- Lee, T.H, Kim J.M. and Han Y.H., 2006. Optimized culture condition and enzyme activity of the mycelia of *Clavicornia pyxidata*. *The Korean Journal of Microbiology* 42(2). 131-134.

Lee, T.H. 2004. Ph.D. thesis. University of Dongguk, Seoul, Korea.

Lickey, E.B. 2002. Ph.D. thesis University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA.

Miller, O.K. 1977. Mushrooms of North America. E.P. Dutton. Academic Press, New York.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.