

최 종
연구보고서

영지와 표고버섯의 고영양배지와 인공골목개발
에 관한 연구

연구기관

상 지 대 학 교
서 울 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “영지와 표고버섯의 고영양배지와 인공골목개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 2월

주관연구기관명 : 상지대학교

총괄연구책임자 : 김 갑 태

세부연구책임자 : 김 갑 태

협동연구기관명 : 서울대학교

협동연구책임자 : 현 정 오

여 백

요 약 문

I. 제 목

“영지와 표고버섯의 고영양배지와 인공골목개발에 관한 연구”

II. 연구개발의 목적 및 필요성

버섯재배는 기술 및 노동집약적인 농업이고 소비가 경기에 민감한 고급식품에 속한다. 국민소득 증가에 따른 식생활 수준의 향상으로 소비가 꾸준히 증가하고 있으며, 버섯의 건강증진효과가 하나 들 밝혀지면서 버섯의 소비는 식용에 국한되지 않고 점차 건강식품과 약용으로 그 용도가 넓어지고 있다.

표고, 영지버섯 등 임산버섯류의 원목재배 방법은 매우 오랜 역사를 가지고 있으며 현재에 이르기까지 널리 이용되고 있다. 1970년대 초에 개발된 톱밥재배 방식은 톱밥을 위주로 미강 등의 영양물질을 첨가하여 생산성을 상당히 증가시킨 바 있으며 현재 세계적으로 널리 보급되어 있다. 그러나 주어진 배지로부터 임산버섯 자실체의 생산성(BE, Biological Efficiency, 생버섯 중량/건조배지 중량(%))은 표고의 경우 30% 미만, 영지버섯의 경우 15% 미만으로 여전히 낮은 상태에 머물러 있다. 이러한 낮은 생산성을 개선하기 위해서는 근본적으로 배지의 가용 영양분의 조성을 바꾸는 것이 필수적이다.

목재를 기본으로 하는 임산버섯 배지는 리그닌과 셀룰로오스의 함량이 90% 내외로 버섯류가 요구하는 영양분을 충족시키기 어렵다고 할 수 있다. 이에 반하여 여러 종류의 곡물들은 리그닌 및 셀룰로오스를 함유하지 않으면서 다량의 전분과 lipid를 가지고 있어 거의 전량을 활용가능한 장점이 있다. 또한 원목이나 톱밥에 비하여 배양기간을 대폭 단축할 수 있어 자본회전을 원활하게 수행할 수 있어 재배농가의 부가가치 생산에 커다란 도움이 된다.

본 연구에서는 대표적인 임산버섯류인 표고와 영지버섯을 식,약용 버섯의 모델시스템으로 하여 고영양배지를 이용한 새로운 생력화 재배방식의 효율성 및 경제성을 검정하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 임산버섯 집약재배를 위한 고영양배지 개발 :

대부분 백색부후균으로 구성되어 있는 임산버섯류의 집약재배를 위한 고영양 배지 조성을 집중적으로 검색한다. 기본재료로서 활엽수 톱밥, 옥수수, 대두박, 당밀박, 식물성 유지, 활성효모 등을 이용하여 임산버섯 종에 적합한 혼합비율 및 적정수분 함량을 검증한다. 이와 아울러 배지원료의 구득 가격 및 용이성을 조사하여 가장 저렴한 가격으로 가용양료가 풍부한 배지재료를 지속적으로 공급 받을 수 있도록 한다.

2. Solid state fermentation 공정 개발 :

임산버섯의 균사배양 공정은 균사체 뿐만 아니라 자실체 생산과정 전반에 있어 가장 중요한 공정으로 임산버섯 재배의 생산성 및 자본회전에 큰 영향을 미친다. 고영양배지를 이용하는 소위 solid state fermentation process를 채용함으로써 배지조제로부터 균사배양에 이르는 전과정을 일관화하여 배양기간을 단축할 수 있다. 또한 배양공정과 발이 및 수확공정을 분리하여 수행할 수 있으므로 전체공정의 운용에 유통성을 부여하며 수확회수를 크게 늘릴 수 있으므로 자본회전률을 개선하는데 크게 도움이 될 것이다.

3. 인공골목 및 봉지재배 공정 개발 :

기존의 원목재배 방식에 익숙한 농가나 농한기 부업으로 임산버섯을 조방적으로 재배하고자 하는 경우 또는 노령농가의 주업으로 적용하기 위하여 인공골목 또는 균상재배 방식을 적용할 수 있다. 균사가 활착된 고행상 배지를 단독으로, 또는 버미큐라이트 등의 수분보유물질과 혼합하여 기존재배의 원목 또는 균상의 형태로 성형하는 방법을 개발함으로써 재배농가가 기존 방식의 재배에서 익힌 기술을 그대로 적용할 수 있도록 하며, 인공골목 또는 균상의 원거리 운송이 가능하도록 하여 생산자조직의 확대를 꾀하는데 목적이 있다.

4. 생력화 재배기술 확립 :

영지와 표교버섯의 생력화 재배기술을 개발한다. 생력화 재배기술로서는;

- 가) 군사배양과 발이과정을 분리하여 분업화가 가능하도록 하며,
- 나) 고품질 자실체 및 군사체 생산을 위한 군사생장 생리조건을 규명하고,
- 다) 적정 환경조건 확립 및 제어기술을 개발하여야 하며,
- 라) 비환경적 발이유도 기술을 개발하여야 할 것이다.

이러한 조건이 충족되면 임산버섯 뿐만 아니라 느타리 양송이 등의 농산버섯류의 재배에도 적용이 가능할 것으로 예상된다.

5. 현장적용 :

연구실에서 개발된 임산버섯류 생력화 재배기술들을 생산현장인 농산촌에 적용하여 실제 생산에 응용한 후 도출된 문제점들을 보완하는 과정을 거친다. 이러한 과정을 통하여 확정된 생산기술은 농산촌 농가, 작목반 등에 기술지도를 하여 부가가치 생산에 일조할 수 있도록 한다. 농가 현장실증은 농산촌 농가 2~3 가구를 선정하여 농가현장실증을 시도하여 문제점들을 보완해 나가는 기준으로 삼는다. 실증대상 농가는 농과대학을 졸업한 전문지식을 지닌 전업농가와 귀농가, 20대 후반의 전업농가를 대상으로 한다.

6. 경제성 분석 :

일반적으로 농가소득의 분석은 조수입구조를 그 대상으로 삼고있으나 본 연구에서는 고영양배지를 이용한 생산시스템과 관행의 원목 및 톱밥재배 농가와 의 표준소득을 비교분석을 실시하여 상호 비교한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

임산버섯의 재배기술은 관행적인 원목재배와 톱밥재배로 크게 나뉘어져 있으나 톱밥재배의 수익성이 낮아 대부분 원목재배 및 단목재배가 주를 이루고 있다. 일반적인 관념으로 임산버섯의 재배는 산림부산물인 소경목을 사용하여 산촌농가의 부수입 증대를 꾀하고자 하는데 주목적을 두고 있어 상업적인 대량생산 및 경제성 제고에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 못한 실정이다. 참나무류의 원목이나 톱밥과 같은 저영양배지를 이용할 경우 잡균의 침입요인이 낮아 조방적인 관리가 가능하다고는 하나, 최근의 병충해 발생추세나 저가의 수입임산버섯에 의한 국내 영세규모 생산농가의 수익성 저하 및 폐농사례를 비추어 볼 때, 보다 집약적이고 생산성이 높은 임산버섯 재배기술의 개발이 시급한 실정이다. 이러한 문제점

에 대한 하나의 대안으로 보다 고영양배지를 채택하여 생산효율이 높은 임산버섯 생산공정을 개발해 보고자 하였다.

농가현장시험을 병행한 본 연구의 수행결과로 옥수수 등을 주재료로 하는 고영양배지를 이용한 임산버섯재배의 효율성을 제시할 수 있었다. 고영양배지와 상압습식살균공정, 균사배양과정과 발이과정의 분리 등 본 연구에서 개발된 새로운 공정을 통하여 임산버섯에 대한 집약적 재배공정의 가능성을 열었으며 기존의 관행적 재배방식에 비하여 다양한 장점을 보유하게 되었다. 본 연구수행을 통하여;

- (1) 관행재배에 있어 6개월 이상 소요되던 균사성장기간을 1개월 이내로 단축하였으며,
- (2) 저렴한 제작비 및 유지관리비의 상압습식살균기를 채용하여 재배공정의 많은 부분을 일관처리 가능하게 하므로써 재배농가에서 손쉽게 채용가능하도록 하였음.
- (3) 균사배양과 발이과정을 분리하여 분업화가 가능하도록 하였으며,
- (4) 연간 최소 2회 이상의 소득기회가 가능하도록 하여 재배농가의 실질소득향상을 꾀할 수 있도록 공정을 개발하였으며,
- (5) 폐배지 등의 부산물을 재활용가능하도록 공정을 최적화하였음.

농가현장시험에 동참한 강원도 태백시 소재의 태백산 영농조합은 5,000평 이상의 유리온실과 2,000평의 육묘장, 50평의 저온저장고, 200평의 선과장, 스팀보일러, 트랙터, 지게차 등의 시설을 보유하고 있으나 식물생육기간이 짧은 반면 가온기간이 길고 적설량이 많은 지역 특성에 기인하여 온실시설의 대부분이 손상방치된 상태로 조합원 5인은 54억원에 이르는 투자에 대한 부가가치 발생을 전혀 기대하지 못하고 있는 실정으로 금융이자 상환조차 어려운 상황에 처해있었다. 이들의 자문요청에 현지를 방문해 본 결과 과채류 재배보다는 의외로 영지나 표고버섯 재배에 매우 적합한 국소기후를 가지고 있음을 알게 되었으며 온실의 기본시설을 별다른 투자 없이 버섯재배로 전환할 수 있음을 모두 동감하게 되었다. 일정기간의 소규모 재배를 통하여 현장재배시험과 아울러 조합원의 기술습득을 병행할 수 있을 것으로 사료되는 바 온실의 작목전환이 성공적으로 이루어진다면 공장개념의 새로운 버섯재배단지로 거듭날 수 있을 것으로 기대된다.

SUMMARY

(영문 요약문)

High nutrient substrate for the cultivation of forest mushrooms, especially ganoderma and shiitake, was developed using a new method of sterilizing the substrate to allow cultivation of the desired fungi without contamination by competing organisms in this study.

The new substrate is grain that is essentially cellulose free and that has been sterilized in accordance with the process described. The conventional methods in the growth of mushrooms and other fungi requires growth on logs, sawdust or other substrates containing a major portion of cellulose. However, cellulose is not necessary for the cultivation of ganoderma and shiitake classified as the white-rot fungi. Most of forest mushrooms have the ability to break down cellulose for essential nutrients, but can be more efficiently grown in a substrate containing these materials in an already usable form. Similarly, ganoderma and shiitake can break down lignin, which is a constituent of wood, but again those can be cultivated more efficiently by providing the breakdown products instead of the lignin.

The main problem with conventional heat sterilization of grain substrates is that certain bacteria, primarily of the genus *Bacillus*, form heat resistant spores that will survive such sterilization even though the bacteria themselves are killed. This study solves the problem of bacterial contamination in the grain using cheap facilities and consumables.

An advantage of new substrate and cultivation procedures is the shortening of incubation times for the forest mushrooms. New methods for the cultivation of ganoderma and shiitake shortens the incubation time for forming mycelium to 21 days, as opposed to log cultivation, which requires 8 months to 1 year for incubation, and sawdust based substrates, which require approximately 80 days for incubation.

A further advantage of new methods is the increase in yield per given weight of substrate and is that no special spawn material is necessary. The same material used for fruiting can be used as a spawn material to start new production units, so that production can be increased immediately instead of waiting for new spawn to be grown.

국 문 목 차

서 론-----	1
제 1 장. 연구개발 과제의 개요 -----	11
제 2 장. 국내외 기술개발 현황 -----	19
제 3 장. 연구개발 수행 내용 및 결과 -----	21
제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	58
제 5 장. 연구개발결과의 활용계획 -----	60
제 6장. 경제성 분석 -----	61
제 7 장 참고문헌 -----	69

CONTENTS

(영 문 목 차)

Introduction-----	1
Chapter 1. Development of High nutrient media for cultivation of forest Mushrooms -----	11
Chapter 2. Status of current technologies -----	19
Chapter 3. Procedures and Results of this study -----	21
Chapter 4. The Attainment of Goal and Contribution to related fields -----	58
Chapter 5. Plan for Application of Project Results -----	60
Chapter 6. Analysis of economical efficiency -----	61
Chapter 7. References -----	69

여 백

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

1. 서론

가. 연구개발의 배경

버섯재배는 기술 및 노동집약적인 농업이고 소비가 경기에 민감한 고급식품에 속한다. 국민소득 증가에 따른 식생활 수준의 향상으로 소비가 꾸준히 증가하고 있으며, 버섯의 건강증진효과가 하나 둘 밝혀지면서 버섯의 소비는 식용에 국한되지 않고 점차 건강식품과 약용으로 그 용도가 넓어지고 있다.

표고, 영지, 상황버섯 등 임산버섯류의 원목재배 방법은 매우 오랜 역사를 가지고 있으며 현재에 이르기까지 널리 이용되고 있다. 1970년대 초에 개발된 톱밥재배 방식은 톱밥을 위주로 미강 등의 영양물질을 첨가하여 생산성을 상당히 증가시킨 바 있으며 현재 세계적으로 널리 보급되어 있다. 그러나 주어진 배지로부터 임산버섯 자실체의 생산성(BE, Biological Efficiency, 건조버섯 중량/건조배지 중량(%))은 표고의 경우 10% 미만, 영지버섯의 경우 6% 미만으로 여전히 낮은 상태에 머물러 있다. 이러한 낮은 생산성을 개선하기 위해서는 근본적으로 배지의 가용영양분의 조성을 바꾸는 것이 필수적이다.

목재를 기본으로 하는 임산버섯 배지는 리그닌과 셀룰로오스의 함량이 90% 내외로 버섯류가 요구하는 영양분을 충족시키기 어렵다고 할 수 있다. 이에 반하여 여러 종류의 곡물들은 리그닌 및 셀룰로오스를 함유하지 않으면서 다량의 전분과 lipid를 가지고 있어 거의 전량을 활용가능한 장점이 있다. 또한 원목이나 톱밥에 비하여 배양기간을 대폭 단축할 수 있어 자본회전을

원활하게 수행할 수 있어 재배농가의 부가가치 생산에 커다란 도움이 된다.

따라서 기존의 원목 또는 톱밥위주의 임산버섯 배지조성을 보다 고영양화 하므로써 생산성을 크게 증대시킬 수 있다. 또한 균사체 생산 및 인공골목의 활용을 통하여 재배농가의 기술적 부담을 크게 낮출 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 대표적인 임산버섯류인 표고와 영지버섯을 식·약용 버섯의 모델시스템으로 하여 고영양배지를 이용한 새로운 생력화 재배방식의 효율성 및 경제성을 검증하고자 계획되었다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 필요성

농산촌 주민들의 주작목 또는 농한기 부업으로서 버섯류의 재배는 농가소득 향상에 크게 기여할 수 있다. 그러나 버섯류의 재배는 전담작류에 비하여 상대적으로 전문적인 기술집적이 요구되며, 생산과정 전반에 대한 균일한 기술집적 없이는 폐농의 위험성이 높은 단점이 있다. 또한 관행적으로 배지로 사용되어 오는 톱밥, 볏짚, 통나무 등의 재료는 부피나 무게에 비하여 저영양물질로 구성되어 있어 살균, 입상, 관리 등의 측면에 있어 과도한 노동력 투입을 요구하였다.

느타리, 표고, 영지, 팽이, 말뚝진흙버섯(상황) 등의 임산버섯류 대부분은 백색부후균류로서 목재나 볏짚의 50-70%를 점하는 cellulose를 탄소원으로 활용하지 못하므로 배지부피 또는 무게에 비하여 가용영양물질의 양이 적어 배지단위 무게 당 균사체 및 자실체 생산량이 낮은 편이다. 따라서 임산버섯류가 이용 가능한 양료의 비율이 높은 고영양 배지의 개발과 생산체계의 구축을 통하여 투입노동 및 자본 대비 부가가치 생산성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다.

가. 기술적 측면

느타리나 양송이와 같은 농산버섯류에 비하여 표고, 영지, 말뚝진흙버섯(상황), 노루궁뎅이버섯, 구름버섯, 목이버섯, 소혀버섯 등 소위 임산버섯류에 대한 재배연구는 상대적으로 낙후되어 있는 실정이다. 그러나 최근 이들 임산버섯류에 대한 소비자의 관심이 고조되면서 일부 버섯종의 시장가격과 효능이 기형적으로 높게 형성되면서 임산버섯 전반에 대한 소비자의 인식을 호도하기도 하였다. 또한 표고와 영지를 제외한 임산버섯류의 전반적인 생산량이 작아 시장형성을 하지 못하는 등 임산버섯류의 대중화에 어려움이 많은 실정이다.

이러한 임산버섯류의 실정은 원목재배를 기본으로 하는 생산공정의 낮은 생산성에 기인하고 있다. 따라서 임산버섯류의 재배를 위한 저투입고효율의 생력화 재배기술의 개발 및 보급을 통하여 임산버섯류의 시장확대를 꾀할 수 있을 것이다. 본 연구계획의 시험대상인 영지의 경우를 보면 '96~'98년 kg당 평균 도매가격은 27,300원이었다. 이는 타 버섯류에 비하여 상당히 양호한 가격으로 도매시장까지 유통 마진을 15%를 적용하여 농가수취가격을 23,200원으로 산출할 경우, 100평당 손익분기 산출량을 계산한 결과 개량단목재배 155kg, 단목재배 165kg, 장목재배 148kg으로 분석되었다. 그러나 이러한 손익분기 생산량 기준은 전국 평균 영지생산량인 168kg/100평에 거의 근접하고 있어 실제 영지재배 농가들이 거의 부가가치 생산을 하지 못하고 있다는 결론이 도출되었다. 또한 영지버섯재배 시 노동투하량은 100평당 평균 401.7시간으로 작업단계별로는 개량단목재배, 장목재배는 배지제조 단계의 비중이 컸으며, 병재배, 단목재배는 입목 및 균상 관리 단계의 비중이 컸다. 이러한 고투입고노동 형태의 임산버섯 생산체계는 표고를 비롯한 기타 버섯에 있어서도 마찬가지로 임산버섯의 효율적인 생산체계의 개발이 시급함을 알 수 있다.

본 연구에서 채용한 표고나 영지버섯을 비롯한 임산버섯 생산을 위한 고영양배지의 활용은 기존의 목질배지 위주의 임산버섯 관행재배 방식과는 상이한 것으로 생력화 고효율 생산을 목표로 한다. 관행재배 배지의 경우

carbon/nitrogen의 비율이 250-500에 이를 정도로 열악한 양료구조를 가지고 있을 뿐만 아니라 전체 배지 중량 중 가용양료의 비율이 30% 미만에 그치고 있다. 천년 이상의 역사를 가지는 임산버섯의 관행재배 방식은 열악한 양료조건의 배지를 선택하는 방법으로 잡균의 오염을 방지하는 수동적인 재배방식이라고 할 수 있다. 그러나 최근의 기술개발에도 불구하고 임산버섯의 재배는 아직도 이러한 저효율의 생산방식을 채용하고 있는 실정이다.

이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 (1)임산버섯의 재배를 위한 고영양배지의 개발을 통하여 영양이 풍부하면서도 저렴한 곡물 위주의 재배방식을 개발하고, (2)solid state fermentation technique을 도입하여 배지조제 공정과 균사배양과정을 일관화 하여 잡균의 배지오염을 방지하는 한편 균사배양기간을 획기적으로 단축하며, (3)관행재배 방식에 익숙한 재배농가나 노령농가들을 위하여 인공골목 또는 균상을 제조하는 공정을 개발한다. 그리고 (4)생력화 재배를 위하여 균사배양과 발이과정의 분업화, 균사생리 규명, 인위적인 발이조절 방법 개발 등을 실시하며, (5)식·약용 2차대사산물의 생산을 위한 균사체 배양법, (6)농가실증 조사를 통하여 기개발 기술의 보완을 수행하고 개선된 기술을 농가와 생산자 조직에 보급하며, (7)생산자들을 조직화하여 판매경로를 개선하는 방안과 분수계약에 의한 안정적인 수익보장 방안을 강구하며, (8)전술한 실증자료를 분석하여 임산버섯 재배농가의 수익성을 재고하고자 한다.

본 연구를 통하여 개발될 기술의 많은 부분들은 독창성이 인정될 것으로 예상되며 해당기술을 필요로 하는 농가 또는 생산자조직에 공개할 계획이다.

나. 경제·산업적 측면

영지버섯의 관행재배 형태별로 연간 소득목표 2,000만원, 3,800만원으로 경영규모를 시산한 결과 2,000만원소득목표 달성규모는 병재배 220평, 개량단목재배 935평, 단목재배 888평, 장목재배 1,096평이었으며, 3,800만원

소득목표 달성규모는 병재배 420평, 개량단목재배 1,776평, 단목재배 1,639평, 장목재배 2,083평으로 산출된 바 있다(표1). 또한 연간 소득목표 2,000만원, 3,800만원 소득달성을 얻기 위한 영지재배 목적의 농기계 및 시설적정 투자액을 시산한 결과 2,000만원 소득목표에서는 병재배 15,690천원, 개량단목재배 33,225천원, 단목재배 31,470천원, 장목재배 37,300천원이었으며 3,800만원 소득목표에서는 병재배 33,225천원, 개량단목재배 57,750천원, 단목재배 55,287천원, 장목재배 63,145천원으로 산출되었다. 이러한 산출자료를 분석해 보면 대표적인 임산버섯의 하나인 영지재배가 많은 자본을 요구하며 수익에 있어서는 손익분기점 또는 그 이하의 경우에 이르고 있다는 결과가 도출되므로 영지재배는 수익성이 낮은 농업임을 알 수 있다. 그러나 톱밥이나 원목을 배지로 삼는 관행재배의 경우와는 달리 본 연구에서 추구하는 고영양배지를 사용하는 생력화 집약재배의 경우에는 매우 다른 결과가 도출될 수 있다.

[표 1] 영지버섯 소득목표에 따른 재배형태별 경영규모 시산

소득목표	병재배	개량단목재배	단목재배	장목재배
2,000만원/년	220평	935평	888평	1,096평
3,800만원/년	420평	1,776평	1,639평	2,083평

본 연구진에 의하여 최근 수행된 영지에 대한 예비연구 결과와, 표고를 대상으로 수행된 미국 하와이 소재의 Maui Shiitake Trading Company Inc.의 고영양배지를 이용한 표고생산 결과자료를 참조하면 다음과 같다.

[표 2] 고영양배지 1kg에서의 영지 자실체 생산효율 (biological efficiency, BE)

구 분	발이 시작 후 경과일 수							
	25	55	85	115	145	175	205	총량
자실체 중량	185	95	99	75	105	75	26	660g
누적 BE	18.5	28.0	37.9	45.4	55.9	63.4	67.0	66.0%

표 2의 자료는 본 연구진이 옥수수 1kg을 주재료로 하는 고영양배지에

서 수확한 영지자실체의 중량을 나타낸 것으로 20반복 실험의 평균값이다. 군사배양은 20일간 수행하였으며 비닐백 개봉 이후 25일차부터 1달 간격으로 7회 수확하였다. 평균 BE는 66%로 (최대 81%, 최소 43%) 일반 원목재배의 5-10배 이상의 값을 보였다. 배지에 첨가한 부재료로는 수입 야생콩인 lupine, 대두박, 당밀, 석회석 등이었다.

[표 3] 1주일에 10,000개의 표고 톱밥균상을 운영하였을 때 BE에 따른 수익지표

Biological Efficiency	50%	65%	80%	95%	110%
Total Yield/Week (lbs)	9,900	12,870	15,840	18,810	21,780
Yield #1 Grade	7,920	10,296	12,672	15,048	17,424
Yield #2 Grade	1,980	2,574	3,168	3,762	4,356
Expenses					
Overhead	\$194,060	\$194,060	\$194,060	\$194,060	\$194,060
Depreciation	598,247	598,247	598,247	598,247	598,247
Start-up loan principal	75,318	77,863	80,379	82,924	85,447
Interest Costs	430,688	431,540	432,382	433,234	434,076
Supplies	315,647	331,093	346,539	361,979	377,423
Labor	612,079	679,334	745,688	812,951	879,304
Utilities	312,979	312,979	312,979	312,979	312,979
Total Expenses	\$2,539,000	\$2,625,100	\$2,710,270	\$2,796,300	\$2,881,500
Cost of Production/lb	\$4.9	\$3.9	\$3.2	\$2.8	\$2.5
Gross Income					
Net Income	\$1,904,700	\$2,476,100	\$3,047,600	\$3,619,000	\$4,190,400
Tax Liability (25%)	(634,275)	(148,930)	(337,342)	(822,660)	(1,308,930)
Net Income After Tax	(\$475,690)	(\$111,690)	\$253,000	\$617,000	\$981,700
Yearly Return on Investment after Taxes	-8%	-2%	4%	11%	17%

[표 4] 1주일에 10,000개의 표고 톱밥균상을 운영하였을 때 BE에 따른 수익지표

Biological Efficiency	200%	215%	230%	245%	260%
Total Yield/Week (lbs)	39,600	42,570	45,540	48,510	51,480
Yield #1 Grade	31,680	34,056	36,432	38,808	41,184
Yield #2 Grade	7,920	8,514	9,108	9,702	10,296
Expenses					
Overhead	\$187,380	\$187,380	\$187,380	\$187,380	\$187,380
Depreciation	564,387	564,387	564,387	564,387	564,387
Start-up loan principal	99,988	102,517	105,110	107,768	110,494
Interest Costs	429,799	430,603	431,438	432,273	433,117
Supplies	656,080	677,647	699,190	720,757	742,309
Labor	1,280,150	1,347,410	1,413,770	1,481,030	1,547,380
Utilities	306,789	306,789	306,789	306,789	306,789
Total Expenses	\$3,524,500	\$3,616,700	\$3,708,900	\$3,800,400	\$3,891,800
Cost of Production/lb	\$1.7	\$1.6	\$1.5	\$1.5	\$1.4
Gross Income					
Net Income	\$7,633,600	\$8,206,200	\$8,778,700	\$9,351,200	\$9,923,800
Tax Liability (25%)	4,109,120	4,589,460	5,070,650	5,550,870	6,031,920
Net Income After Tax	\$3,081,800	\$3,802,900	\$3,802,900	\$4,163,100	\$4,523,900
Yearly Return on Investment after Taxes	56%	63%	69%	76%	82%

위의 표 3과 표 4는 미국 하와이 소재의 상업적인 표고생산업체인 Maui Shiitake Trading Company Inc.에서 버섯학회에 보고한 자료이다. 톱밥재배와 고영양배지재배와의 경영상 차별점을 나타낸 표이다. 톱밥재배의 경우 80% 내외의 BE가 손익분기점이 되고 있다. 고영양배지의 경우 평균적 BE인 260%를 적용할 때 1년내에 초기 시설투자액의 82%를 회수할 수 있어 매우 경제성이 높다고 보고하였다. 마우이社는 하와이에서 사탕수수재배 부산물로 생산되는 사탕수수의 종자를 주재료로, 감자, 야채, 콩 등을 첨가한 고영양배지를 사용하여 표고를 생산하는데 화학물질을 전혀 사용하지 않는 대신 마늘을 항균제로 첨가하는 것이 특이하다. 미국의 경우 톱밥배지를 이용하여 표고를 재배할 때의 평균 BE(생버섯기준)는 30-100% 내외로 국내의 15-25%에 비하여 상당히 높다. 그 이유로는 미국의 경우 톱밥배지에 기장 등의 곡물을 10-20% 정도 첨가하는 관행에 기인하는 것으로 보인다. 이에 반하여 마우이社의 경우 무려 420%에 달하는 BE를 자랑하기도 한다. 또한 생산된 표고의 등급도 톱밥배지의 경우에 비해 월등하다고 한다. 본 연구에서 사용하는 고영양배지의 조성은 마우이社의 것과 상당부분 상이한 점이 있으나 전체적인 C/N ratio나 양료조성에 있어서는 유사한 점이 많다.

상기한 자료들을 검토해 볼 때, 고영양배지를 사용하는 입산버섯류의 재배 전망은 매우 높다고 사료된다. 따라서 이와 같은 선진재배방법을 신속히 검증하고 국내에 관련기술을 시급히 정착시켜야 할 것이다. 본 연구는 이러한 목표를 추구하기 위하여 계획되었으며, 본 연구의 결과들은 농산촌 농가의 경제향상에 일조하게 될 것으로 기대하는 바이다.

다. 사회·문화적 측면

현재 국내 농촌경제는 존폐의 위협이라고 할 수 있을 정도로 고비용 저효율 영농이 계속되고 있다. 이러한 현상이 지속될 경우 농촌, 특히 산촌의 경제는 빠르게 붕괴될 것이다. 느타리, 양송이 등의 농산버섯류에 비하여 상대적으로 낙후된 입산버섯류들의 생산은 관행재배의 방식으로는

손익분기점 내외를 벗어 날 수 없는 현실이므로 산촌경제를 지속해 나아가
갈 만한 적당한 작목이 부재되어 있다. 현재 국내 산촌경제가 국가경제에
미치는 영향력은 미미하나 산촌부락이 소멸될 경우 산촌에 뿌리를 둔 많
은 국민들의 상실감과 산촌과 관련된 다양한 지방문화의 멸실이 우려되는
바이다. 이러한 무형적인 손실은 눈에 보이는 실물경제 이외의 파급효과를
끼치게 될 것이다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 연구개발 수행 내용

1. 고영양배지를 이용한 임산버섯 재배기술 확립

현재 국내에서 고영양배지를 이용하여 임산 또는 농산버섯류를 재배하는 경우는 거의 전무한 실정이다. 최근 곤충기생균인 *Cordyceps* 속의 동물기생 버섯의 몇 종을 현미를 주로 하는 배지에 배양하는 방법이 일부 업체를 중심으로 시행되고 있으나 농립산 버섯류에 고영양배지를 채용하는 경우는 전무한 것으로 사료된다.

실험실 수준의 곡물배지 배양은 국내/외적으로 상당기간 전부터 수행되어져 왔었다. 일례로, *Phellinus igniarius*의 담자균사체의 곡물배양 조건 실험을 실시한 결과, 냉침에 의해 최대수화에 도달한 곡물을 배양용기에 담고, 액체배양 후 균질화한 담자균사체를 곡물에 접종함으로써 접종초기 짧은 시간에 균사가 완전히 활착되도록 할 수 있다는 보고가 있으며, 균사 배양중기에 멸균증류수를 첨가함으로써 균사의 활력을 유지시킬 수 있었다고 하였다. *Phellinus igniarius*가 배양된 곡물에서 균사체량을 나타내는 glucosamine의 함량은 울무>보리>흑태>밀>메주콩>현미>수수>참쌀의 순으로 보고하였다. 그러나 대규모의 곡물배양은 상업적으로 거의 수행된 바 없는 것으로 알려진다.

제 2 절 앞으로의 전망

1. 추후 전망

버섯산업은 포자, 종균, 균사, 자실체 등의 미생물을 다루는 기술과 자연적인 조건과는 다르게 제공되어야 하는 생육조건을 갖추어 줄 수 있는 기술과 자본 그리고 기계화의 곤란으로 인해서 많은 노동력이 필요한 기술·자본·노동 집약적 농업으로 알려져 있다. 버섯의 섭취가 인간 생존에 필수적인 것은 아니기 때문에 소득이나 가격, 경기 등에 민감한 고급 식품이라는 특징이 있다. 버섯의 생산과 소비가 모두 증가하고 있는 활황세는 일시적이 아닌 중장기적인 경향으로 보아야 하는 바, 1인 1일당 버섯류 공급량은 1988~94년의 7년 동안 연평균 7.4%씩 증가했고, 생산량은 1985~94년의 10년 동안 연평균 14.0%씩 증가했으며, 자연산의 채취에 의존하고 있는 송이버섯을 제외한 버섯류의 수입액은 1987~95년의 9년 동안 연평균 40.6%씩 증가한 반면에 수출(송이버섯 제외)은 같은 기간중에 연평균 14.6%씩 줄어들었기 때문이다. 특히 식품소비의 고급화와 건강식품에 대한 관심의 고조, 버섯의 약리효과에 대한 인식의 호전 등으로 버섯 수요의 증가세는 계속될 것으로 전망된다. 그러나 버섯의 재배는 상당한 훈련과 경험에 의한 기술력과 재배 시설에 필요한 자본력이 뒷받침되어야 하고, 특히 기계화가 용이하지 않은 반면 노임 상승은 계속될 것이기 때문에 수입량 증가는 상당기간 지속될 것이다. 버섯 생산량 통계는 느타리, 양송이, 팽이, 영지, 송이, 목이버섯에 대해서 '농산버섯(농촌진흥청)'과 원목을 이용한 '임산버섯(산림청)'으로 구분되어 있다. 버섯의 전체 생산량의 3/4을 차지하는 가장 대표적인 느타리버섯은 1995년에 7만 2천여 톤이 생산되었고, 양송이버섯은 13%(15,723톤), 그리고 영지(3.8%), 표고(3.6%), 팽이(2.2%), 송이(0.2%), 목이 및 기타 버섯(0.3%)의 순으로 임산버섯의 생산량은 소비자의 수요에 비하여 매우 미미한 정도에 그치고 있다. 따라서 고영양배지를 사용하는 임산버섯의 생력화 집약재배가 시행된다면 임산버섯류의 시장확대에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발 수행 내용

1. 고영양배지를 이용한 임신버섯 재배기술 확립

가. 인공골목

1) 고영양 인공골목 생산공정 개발

가) 인공골목 포장 및 성형용 고분자 재료 검색

4-10 l 이상의 배양용기와 PE, PP, 전분을 함유하는 분해성 HDPE/starch copolymer tubing을 이용하여 고영양 인공골목을 성형하기 위한 기초자료를 수행하였다. 주요 조사항목으로는 내구성, 내열성, 산소투과율, 분해효율, 작업성을 감안하여 임신버섯의 봉지재배 등에 일반적으로 사용되는 50 μ m 두께의 tubing을 대조군으로 내구성 산소투과성 및 현장 적용가능성을 분류하였다.

LDPE, PC, PS, PSF 4종의 합성수지는 장기 군사배양 시 재질이 약한 충격이나 마찰에도 쉽게 파열되는 현상을 보여 내구성 및 현장 작업성이 낮았으며, PMP는 산소투과성이 높아 별도의 환기공 또는 필터를 부착하지 않아도 gas exchange가 양호하다는 장점이 있으나 살균을 위한 autoclave 작업에 의하여 용기의 형태가 상당히 변형되는 재질특성을 보여 부적합한 것으로 나타났다. 일반적으로 흔히 구할 수 있고 전반적인 재질특성은 우수한 편이나 산소의 투과성이 비교적 높은 HDPE 재질은 gas exchange를 효과적으로 차단하기 위해서는 50 μ m 이하의 두께가 요구되며 마찰 시 세로로 할렬하는 특성을 가지고 있어 취급이 불리하기는 하나 여러 특성을 종합할 때 인공골목 포장 및 성형용 재질로 가장 적합한 것으로 나타났다. PPCO의 경우 모든 재질특성이 인공골목 포장 및 성형용 재질로 적합하나 일반적인 사출성형이나 고열용착 등 가

공성이 PP에 비하여 낮으며 재료 구득에 있어서 PP에 비하여 어려운 점이 있었다. PP 재질을 사용하여 두께 100 μ m의 튜브 또는 팩 형태로 주문가공할 경우, kg 당 4,500원 내외로 매우 저렴하며 표면의 인쇄 및 의장도 용이한 것으로 조사 되었다.

[표 5] 인공골목 포장 및 성형용 고분자 재료의 특성

포 장 재 질	내구성	산소투과성	적용가능성
Low-Density Polyethylene(LDPE)	U	M	U
High-Density Polyethylene(HDPE)	M	M	M
Polypropylene(PP), T=50 μ m	M	S	M
Polypropylene(PP), T=300 μ m	M	M	M
Polypropylene Copolymer(PPCO)	M	S	M
Polymethylpentene(PMP)	U	S	U
Fluorinated ethylene propylene(FEP)	S	S	S
Ethylene tetrafluoroethylene(ETFE)	M	S	S
Polycarbonate(PC)	U	M	U
Polystrene(PS)	U	M	U
Polysulfone(PSF)	U	M	U

[약어] S : satisfactory

M : marginal depending length of mycelium incubation

U : unsatisfactory, not recommended

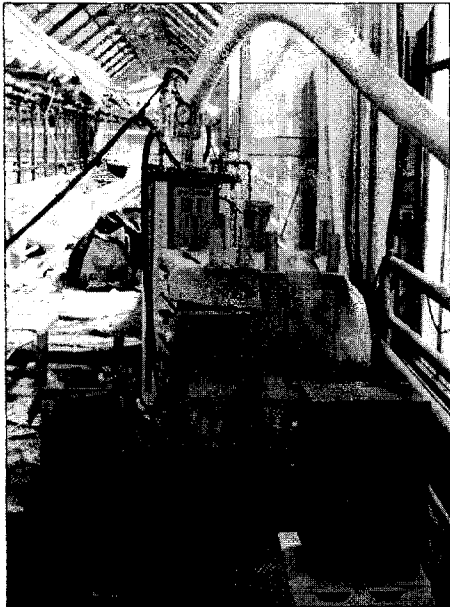
나) 재배기술 확립

(1) 균사배양과 발이유도 과정의 분리

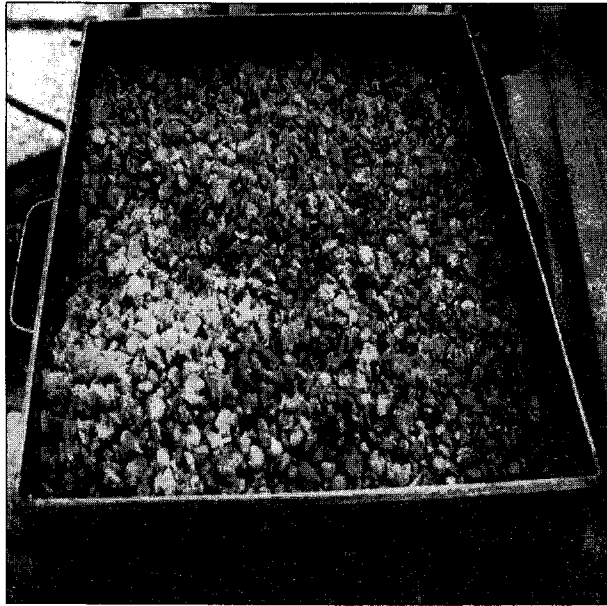
효율적인 균사배양과 발이유도의 분리로 임산버섯 특유의 저효율 생산성을 극복하기 위하여 합성수지 재질의 Bag과 Tubing을 이용하여 균사배양을 실시하고, 균사배양이 완료된 이후 별도의 장소나 시설에서 자실체 발생을 유도하여 생산시설의 활용도를 높이는 한편 기존의 연간 1-2회 수확을 3-5회로 높혀 농가의 소득기회를 높일 수 있다.

(가) 고영양 배지 상압습식살균공정 개발

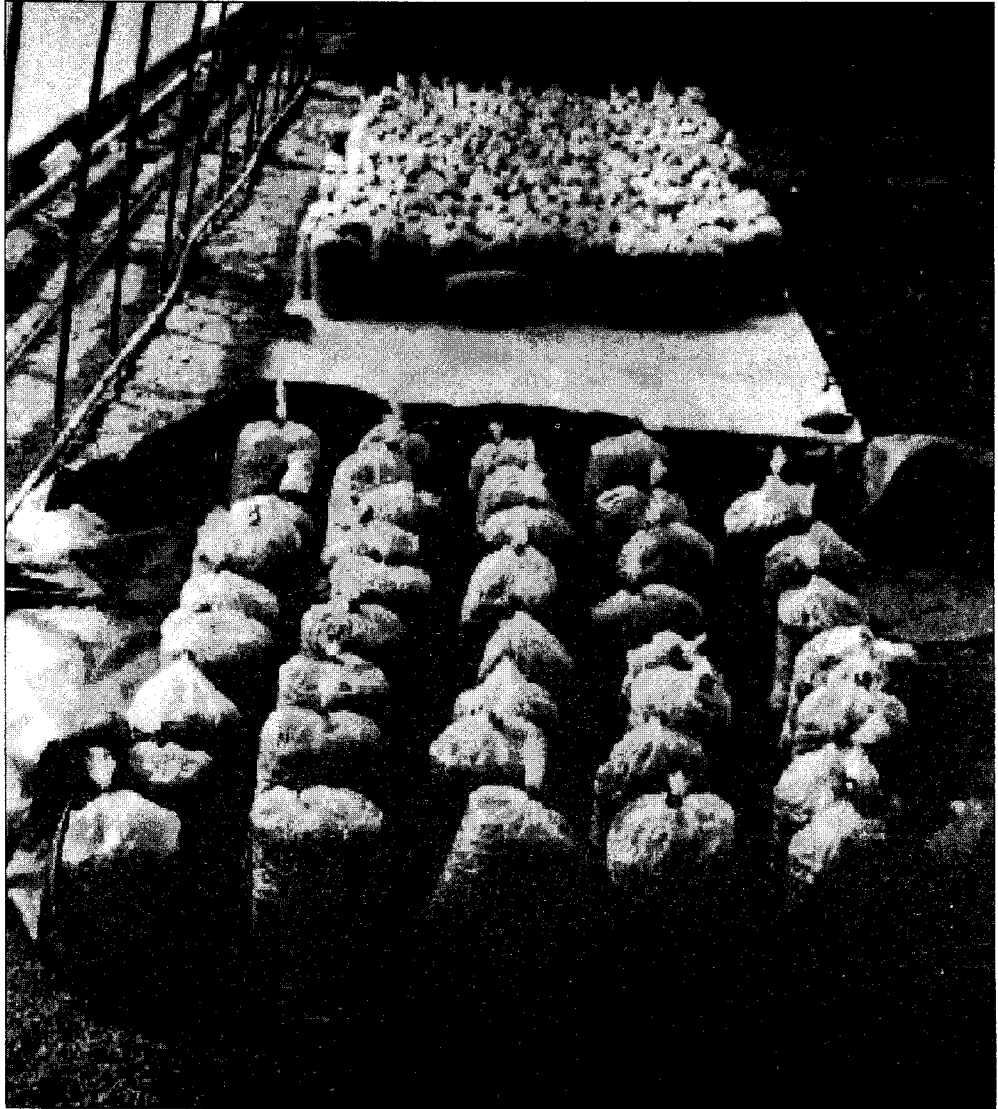
일반적인 봉지재배 또는 병재배 방식의 버섯재배에 사용하는 대형고압살균기(Autoclve)는 농가에 부담을 줄 정도로 고가장비이므로 본 연구에서는 농가에서 저렴한 비용으로 용이하게 채용할 수 있는 상압습식살균공정을 개발하고자 하였다. 그림 1은 300kg/hr 용량의 스팀보일러와 40L 용량의 용기 12개로 이루어진 상압습식살균체계의 prototype이며 이를 이용한 살균시험과 작업의 효율성을 고려하여 새로이 제작한 배지살균기는 그림 4와 같다. 그림 2와 3은 상압습식살균이 완료된 옥수수를 주재료로 한 고영양배지와 입봉이 완료된 배지상태로, 살균에 소요된 시간은 30분 이내로 기존의 살균방법에 비하여 시간 및 에너지 소모율이 매우 낮은 잇점이 있다.



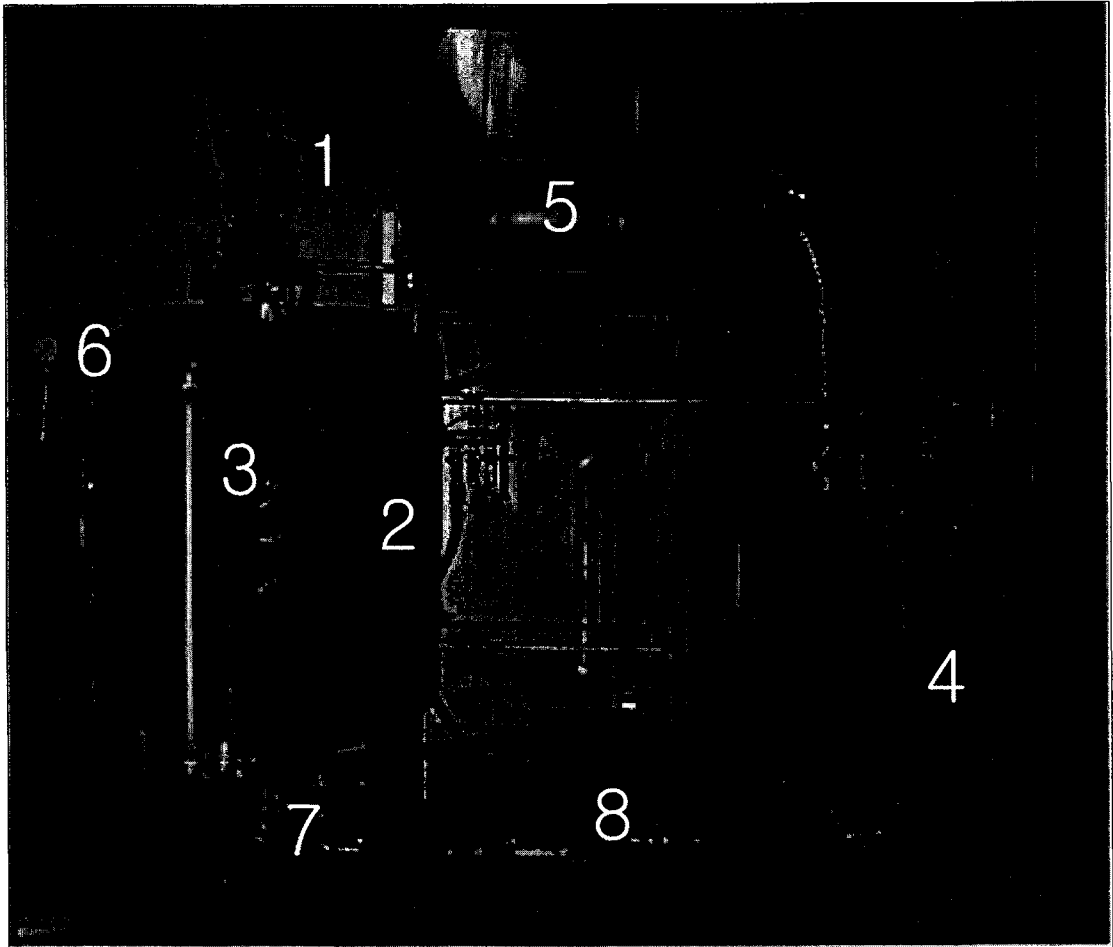
[그림 1] 간이형 상압습식살균기



[그림 2] 상압습식살균이 완료된 옥수수 배지



[그림 3] 상압습식살균, 종균혼합접종 후 입봉된 배지



[그림 4] 상압습식살균기 시제 작품 : 배지의 침수, 살균, 종균혼합, 균사초기배양 과정을 일관공정으로 수행할 수 있는 구조임.

- (1) 교반모터 : 10마력, 저속3상모터
- (2) 살균조(water jacketed) : 내벽재질은 stainless steel, 2.0입방미터 용량
- (3) water jacket inlet 배관 : 살균 후 하온 및 초기균사배양 시 향온
- (4) 스팀보일러 : 300kg/hr 스팀보일러
- (5) 주 수조 : 1 MT
- (6) 압력계 및 안전장치 :
- (7) 배수변 : water jacket 및 배지침수 완료 후 배수
- (8) 보조 수조 : 주 수조의 수량자동조절

그림 4의 설비는 그림 1의 간이형 상압습식살균기를 보완하여 농가에서 저렴한 비용으로 용이하게 채용할 수 있는 상압습식살균기를 시험제작한 것이다.

기존의 원목재배 임산버섯 재배방법은 무살균 방식으로 원목조제, 접종, 발이유도를 비롯한 재배 전반에 걸쳐 과도한 노동력이 요구되며 영지버섯의 경우 일명 노랭이병 등의 새로운 병해가 발생되어 예전과는 달리 원목의 상압 또는 고압살균을 권장하고 있는 실정이다. 이러한 과도한 노동력과 자본의 투자를 절감하기 위해서 본 연구에서는 농가에서 사용이 간편한 상압습식살균공정을 개발하였다. 사용이 간편한 상압습식살균기를 개발하기 위하여 먼저 간이형의 prototype 살균기를 제작하여 다양한 살균조건을 검정하였으며, 이를 토대로 대량의 배지를 단시간 내에 살균할 수 있는 새로운 형태의 상압습식살균기를 제작하였다. 위 그림의 상압습식살균기는 강원도 호저면의 버섯재배 농가에 설치하여 현장시험을 수행하였다. 위 설비의 상압습식살균기를 이용할 경우 1m³ 용량의 배지 살균에 소요된 시간은 60분 이내, 소요된 연료는 경유 8ℓ 정도로 기존의 살균방법에 비하여 살균시간 및 에너지 소모율이 매우 낮은 잇점이 있다. 따라서 새로이 개발한 상압습식살균기를 이용할 경우 기존 방식에 비하여 노동력 및 자본의 투여가 최소화 될 뿐만 아니라 단시간 내에 대량의 배지를 살균할 수 있으며 매일 일정량의 배지조제 또는 재배사양에 따른 주기적인 배지조제가 가능하다.

위 그림 4의 설비를 이용하여 고영양배지를 살균하는 공정과 조작은 매우 간단하므로 일반농가에서도 재현성있게 배지침수, 살균, 하온, 종균혼합, 초기배양의 공정을 일련적으로 수행할 수 있었다. 옥수수를 주재료로 하는 고영양배지의 살균공정은 계절별 외기온도의 차이에 따른 차이가 어느정도 있으나 일반적으로 침수에서 살균공정이 4시간 이내, 하온에 6시간 정도 소요되었다. 하온 시 water jacket에 냉수를 순환시키면 단시간 내에 하온할 수 있으나, 스테인레스스틸 재질의 살균조 내벽에 이슬이 맺혀 배지의 수분함량이 낮아지는 단점이 있으므로 부득이한 상황이 아니라면 살균공정을 오후로 배정하여 야간에 서서히 하온시키는 것이 바람직하며 익일의 작업효율성도 높게 나타났다. 일반적으로 권장할 수 있는 습식상압살균공정은 아래와 같다.

[표 6] 권장 습식상압살균공정

소요시간(hr)	공 정	주의사항
1	배지침수 및 배수	배지가 충분히 잠길정도로 관수한다. 수분흡수가 완료되면 충분히 배수
2		
3	배지살균	140℃ 내외의 스팀으로 배지가 호화되지 않을 만큼 살균한다.
4		
5	하온	가급적이면 서서히 하온시킨다. water jacket에 물을 주입하지 않을 경우 하온속도를 늦출 수 있다. 하온시점을 오후 늦게 설정하여 익일의 작업 효율성을 높이도록 한다.
6		
7		
8		
9		
10		
11	종균접종	분쇄된 톱밥종균 또는 액체종균을 접종
12	입봉/균사배양	교반후 입봉하거나 정치하여 균사배양

이러한 습식상압살균설비는 3평 내외의 좁은 밀폐공간에 집약적으로 설비할 수 있으며 일관공정을 통하여 오염원을 용이하게 차단할 수 있는 장점이 있다. 또한 배지의 살균에 사용된 스팀보일러는 버섯재배사의 동절기 난방에 겸용으로 사용할 수 있도록 배관설비하여 시설효율성을 높일 수 있도록 하였다.

(나) 적정 균사배양 조건 규명

아래 사진은 살균 후 종균을 접종하여 입봉한 상태의 고영양배지(그림5)와 배양기간 30일 내외의 표고와 영지의 노지(비닐하우스)에서의 균사성장 상태이다. 농가현장시험장소인 강원도 태백시 연화동은 해발 700미터 이상의 고지로 1차시험당시(2001년 4월)의 평균기온은 주간은 17℃, 야간은 -4℃ 내외로 기온이 낮고 온도편차가 심하여 노지에서 균사배양을 하였을 때 균사성장 완료시일이 실험실조건(25℃±2℃, 14일 이내)에 비하여 40일 내외로 매우 느리게 나타났으나, 기존의 원목재배에 비하여 균사성장완료기간이 매우 짧게 나타났다. 실험실조건(25℃±2℃)에서는 접종 후 원기형성이 2주 이

내로 매우 신속하였다. 표고의 경우는 영지와 달리 갈변기를 요구하므로 배양기간이 2달 정도로 길어지는 것으로 나타났다.



[그림 5] 혼합접종 후 입봉된 상태의 옥수수/루핀/당밀/석회석 배지

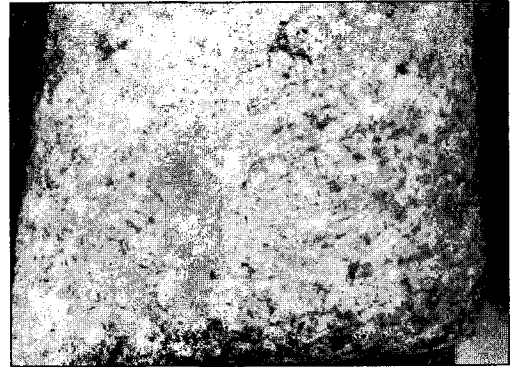
(2) 고품질 상품생산을 위한 생리조건 규명

영지나 표고 등의 임산버섯류는 품질등급에 따라 상품성이 크게 차이가 나게 되므로 가급적이면 큰 규격의 상품을 생산하는 것이 유리하다. 큰 규격의 자실체를 생산하기 위해서는 충분한 량의 영양분을 공급할 수 있어야 하며, 원기의 발이유도 및 원기 수의 제어가 요구된다. 따라서 원기형성을 조기에 유

도하여 생육기간을 연장하므로써 대형의 영지버섯 생산이 가능하다. 기존의 원



[그림 6] 접종 30일 이후의 표고균사

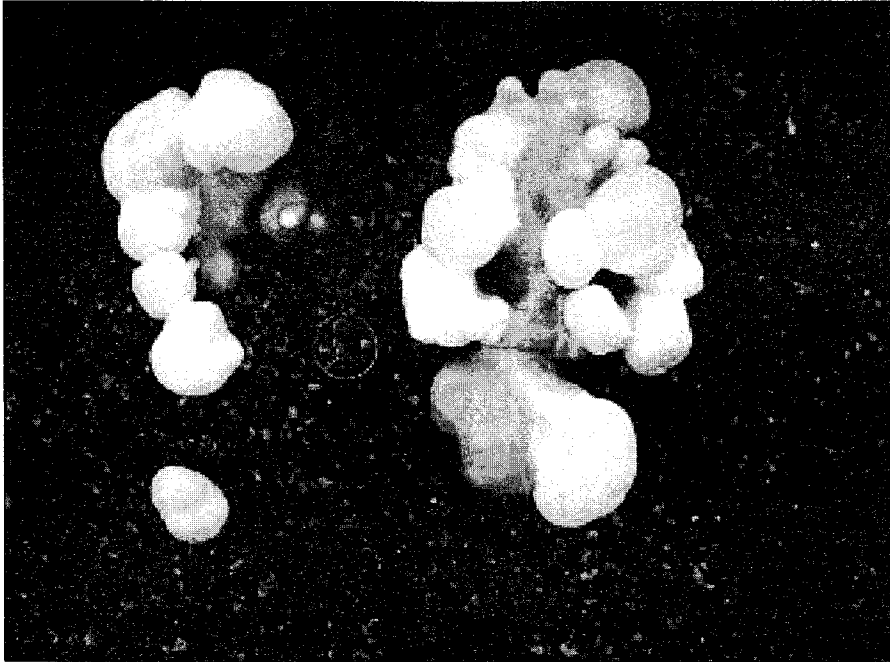


[그림 7] 접종 30일 이후의 영지균사

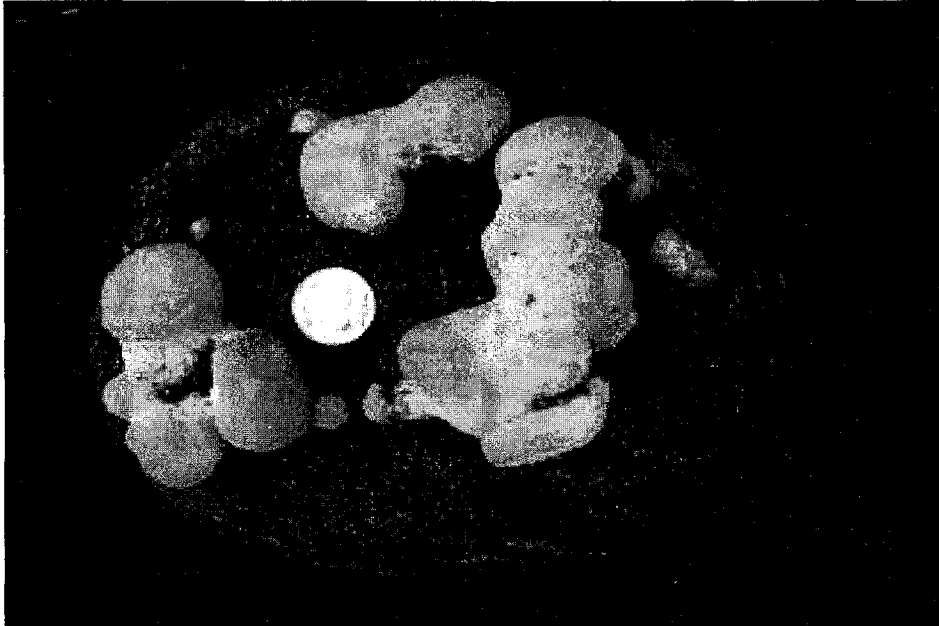
목 또는 톱밥재배와는 달리 고영양배지를 사용할 경우 영양분의 공급을 용이하게 가감할 수 있을 뿐만 아니라 물리적인 방법 등으로 발이되는 원기의 숫자를 인위적으로 제어할 수 있다. 아래 사진은 원기가 유도된 영지버섯으로 발이 후 20일 이내의 것들이다. 3.5kg 내외의 배지로부터 매우 왕성한 원기가 다량 발생하고 있다. 관행적인 슈음작업 등을 통하여 원기의 숫자를 인위적으로 제어해 준다면 고품질의 영지를 대량생산할 수 있을 것으로 사료된다.

사진은 두께 0.02mm의 HDPE봉지를 이용하여 배양한 직경 20cm, 높이 25cm 내외의 영지균사배양체로부터 원기가 발생하는 상황이다. 각 봉지별 배지중량은 약 3.0kg (건조배지중량 1.5kg)으로 관행적인 원목재배에 비하여 무게가 가벼운 편에 속하는 것들이다. 고영양배지에서 영지버섯 원기는 매우 왕성하게 발생되는데 동일한 크기의 관행적인 원목재배에 비하여 원기수 및 크기가 월등하게 나타났다. 균사배양이 완료된 배지를 토양에 매몰(그림 8)하거나 봉지의 상단부만 모래로 복토(그림 9)하였을 때 균사부위가 보이지 않을 정도로 매몰처리한 경우에 비하여 봉지의 상단부만 모래로 복토처리하였을 때 더 많은 원기가 형성되었는데 이는 광선을 받는 봉지상단 외곽부위로부터 다수의 원기가 광선의 자극에 의하여 발생된 것에 기인하는 것으로 보이며, 매몰

또는 복토처리 이전에 원기가 이미 형성되어 있었던 것에 기인하는 것으로 나타났다.



[그림 8] 원기 발생과정의 영지버섯 (토양에 매몰)
* 동전직경 : 23mm



[그림 9] 원기 발생과정의 영지버섯 (봉지상단부 복토)

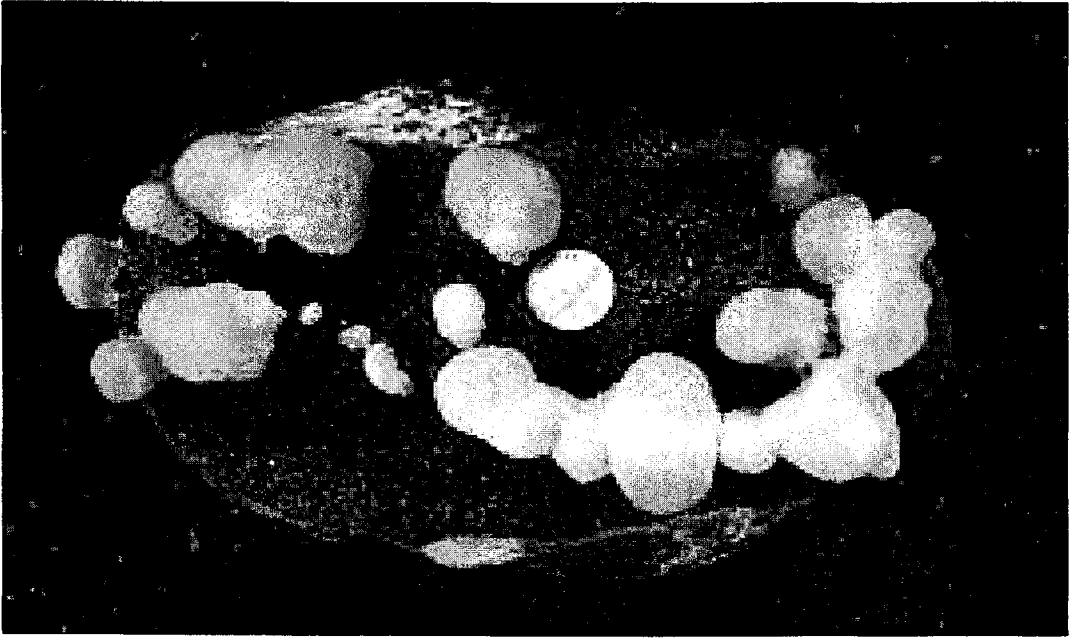
따라서 HDPE봉지를 사용하여 군사배양을 수행할 경우 암상태에서 배양하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 검은색 HDPE봉지의 사용을 고려해 볼 수 있으나 0.02mm 정도의 검은색 HDPE비닐로는 광차단이 불완전하므로 다발적인 원기형성을 억제하기에는 불완전한 면이 있는 것으로 나타났다.

농가현장에서 재배를 실시할 경우 가급적이면 매물재배 보다는 봉지 상단부만 모래로 복토하는 것이 작업이 용이하고 노동인력이 적게 소요되므로 복토시기를 잘 조정하여 적정 수의 원기를 유지시키는 것이 유리하다. 그림 10은 암배양 후 산광조건에서 약1주일 간 원기를 유도한 후 모래를 복토한 경우이며 그림 11은 암배양 후 모래를 복토하고 이를 산광조건 하에서 원기를 유도하였을 경우이다. 암배양이 완료되면 군사가 활착된 배지를 산광조건에 내어 놓고 즉시 모래로 복토하는 것이 상대적으로 소수의 충실한 원기를 유도할 수 있었으나 20cm 내외의 배지직경에서 키울 수 있는 영지의 숫자는 3개 미만이므로 추가적인 속음작업이 요구되었다.

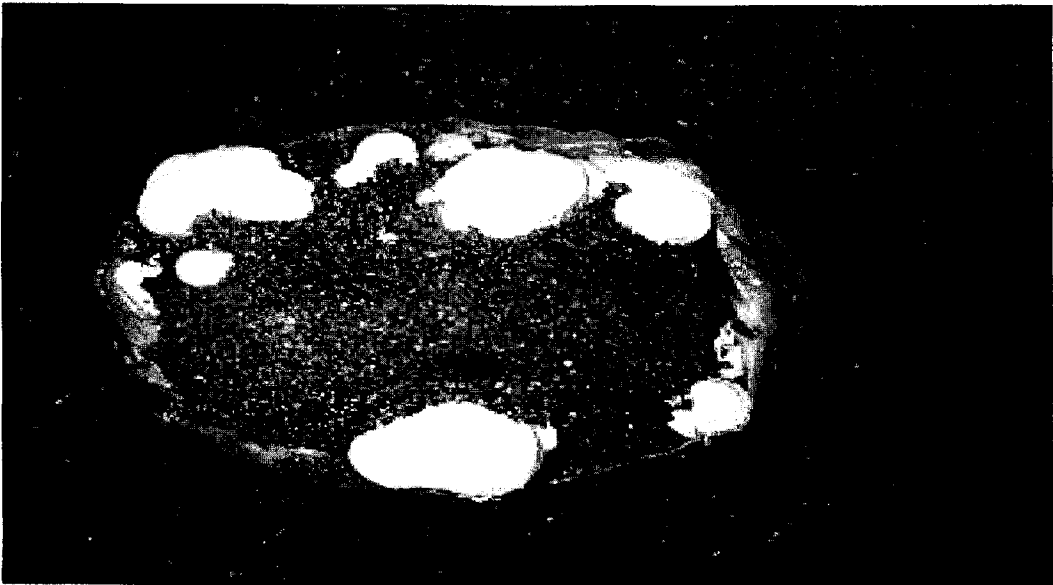
발생되는 원기의 수는 암배양 후 산광조건에서 약1주일 간 원기를 유도한 후 모래를 복토한 경우 9.0 ± 4.3 개, 암배양 후 모래를 복토하고 이를 산광조건 하에서 원기를 유도하였을 경우 6.0 ± 3.7 개로 고품질의 영지상품을 생산하기 위한 1-3개 내외의 원기 수에 비하여 높은 원기유도를 보였다.

그림 12, 13에서와 같이 토양과 닿는 HDPE봉지의 하단부 피복만 제거하고 상단부를 모래로 복토하거나, HDPE봉지를 제거한 후 토양에 배지 전체를 매몰하거나 발생원기의 수는 별다른 차이가 없었으나 관수, 숙음작업, 병충해 관리 등의 측면에 있어 HDPE봉지의 하단부 피복만 제거하고 상단부를 모래로 복토하는 방법이 보다 유리한 것으로 나타났다.

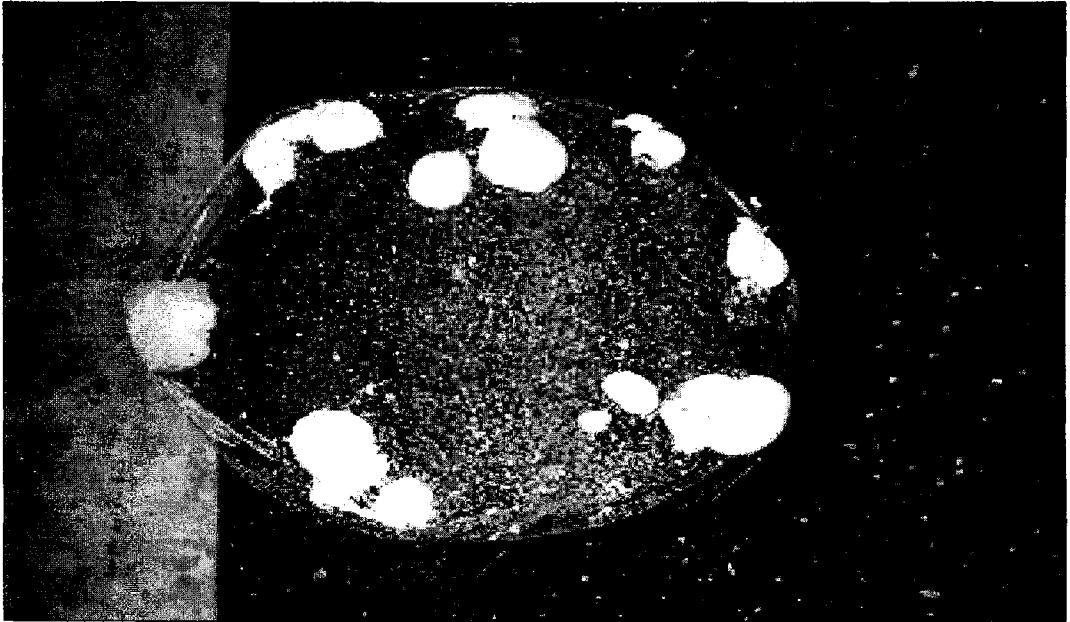
본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 배지와 피복재료간의 물리적 공간을 제한하고 일정한 크기의 원기유도구를 통하여 원기를 유기시킴으로써 일정한 수의 원기를 유도할 수 있도록 하였다 (그림 16). 이에 대하여서는 뒷 장에 상술하였다.



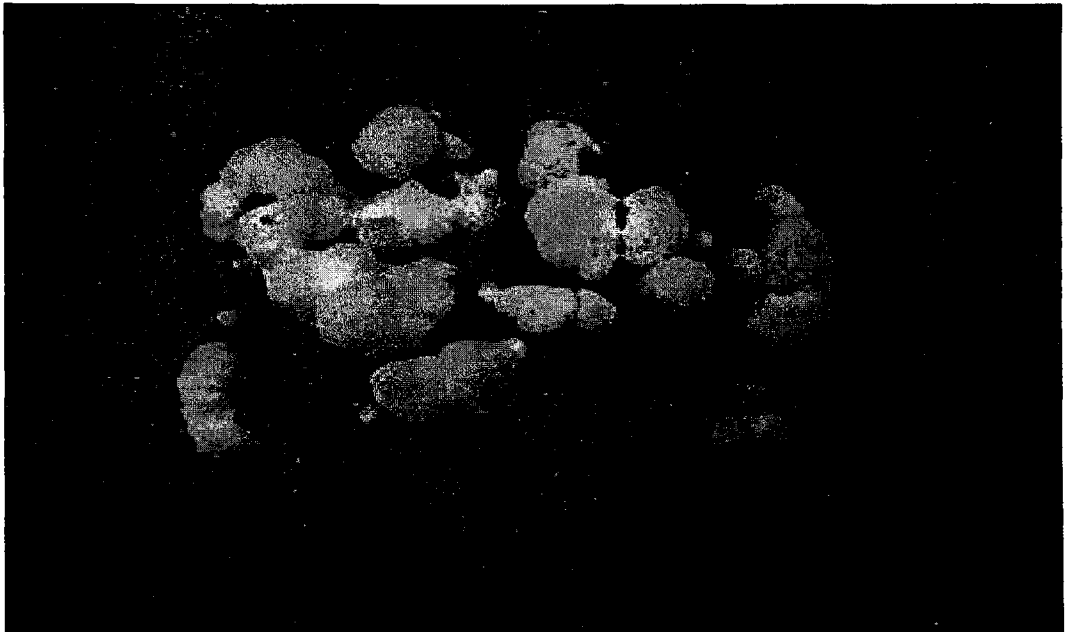
[그림 10] 암배양 후 산광조건에서 원기를 유도한 후 모래를 복토한 경우



[그림 11] 암배양 후 모래를 복토한 후 산광조건 하에서 원기를 유도한 경우



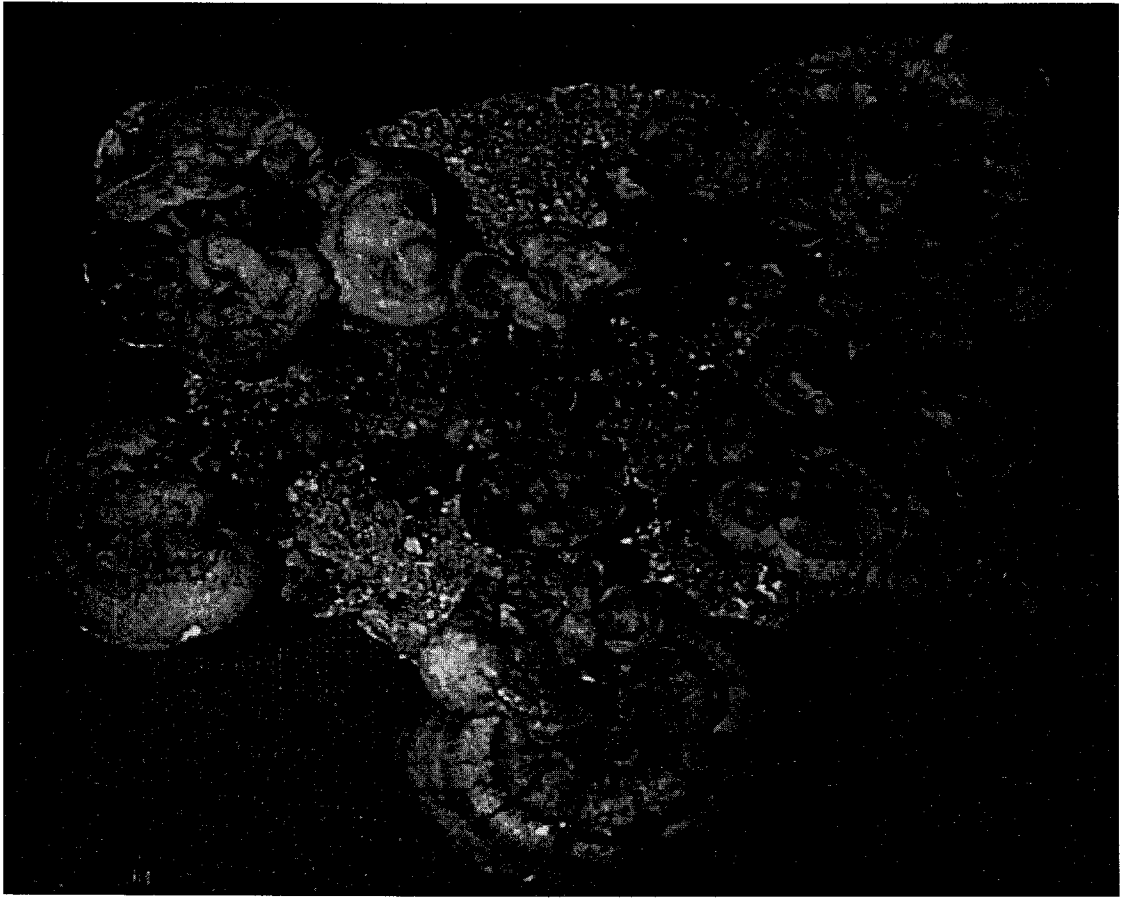
[그림 12] 산광조건에서 1주일 간 원기유도 후 모래를 복토한 경우



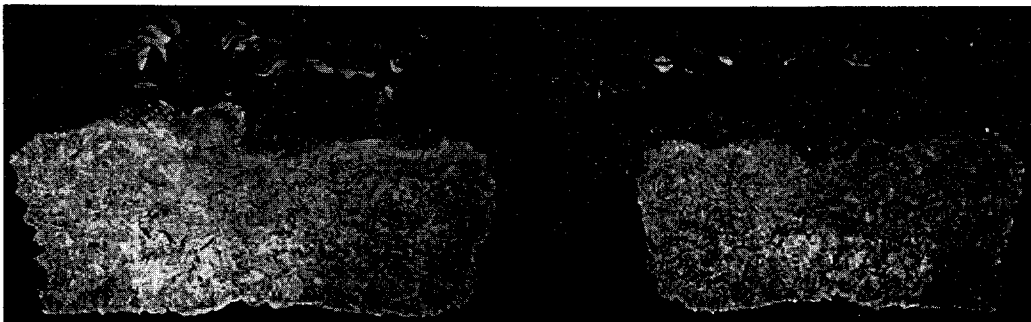
[그림 13] 산광조건에서 1주일 간 원기유도 후 매몰한 경우

성장 중인 배지 전체를 건조한 것으로 사용된 건조배지의 중량은 1kg이다. 상온건조 후 배지무게감량은 248g으로 약 25%의 감량을 보였다. 성장이 완료되어 수확하였을 때의 평균 배지무게감량은 약 48%로 자실체의 무게는 건조배지중량 1kg (보습배지중량 : 약 2.5kg) 당 약 78g(BE=7.8%)이었다. 그림 14에서 보이는 바와 같이 원기발생이 과다하여 성장이 완료되지 않은 상태임에도 불구하고 인접한 자실체들이 상호융합하여 상품성이 낮은 버섯을 생산하는 경향을 보여주고 있다. 그림 14의 건조배지를 톱으로 절단한 그림 15를 보면 거의 모든 배지 내부의 공극이 균사체로 메워진 상태이며 배지 상층부는 두꺼운 균사막이 형성되어 있는 것을 관찰할 수 있다. 영양의 고갈상태에 이르러 더 이상 자실체가 성장하지 않을 때 까지 성장을 시킨 후 배지를 절단해

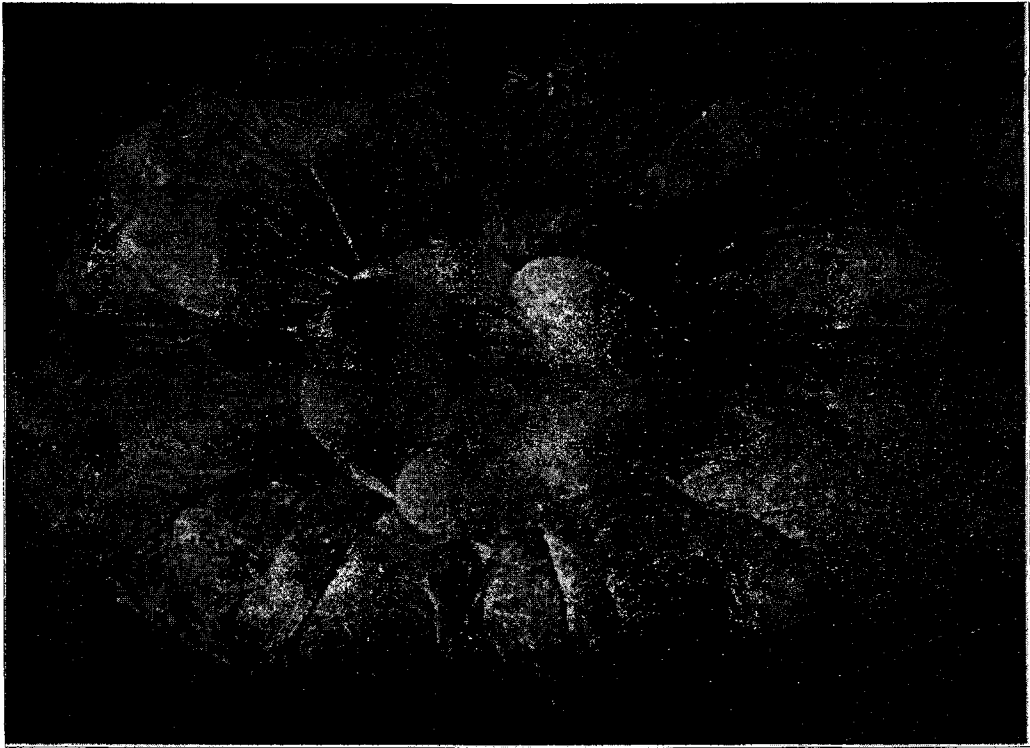
아래의 그림 14는 발이 후 30-40일 내외의 자실체가 보이면 이러한 현상은 더욱 두드러지게 나타나는데 옥수수(corn flake)/루핀/당밀/석회석을 주재료로 하는 고영양배지의 경우 옥수수 알곡의 각질층과 루핀의 종피를 제외한 거의 모든 유기물이 분해된 상태임을 알 수 있다. 따라서 영지버섯의 원형을 유지해야하는 단순가공상품이 아닌 유용물질추출액 등의 2차상품 가공시 자실체 뿐만 아니라 배지 내부의 균사로 부터도 물질추출이 가능할 것으로 예상된다. 퇴비나 화목 등으로 처분되는 기존의 원목재배나 병재배 방식에 비하여 고영양배지를 이용하는 영지버섯 폐배지는 물질추출 또는 동물사료첨가물 등으로 재가공하여 농가소득 증대에 보탬이 될 수 있을 것으로 기대되는 바이다.



[그림 14] 발이 후 영지버섯 자실체 성장 : 건조된 상태임
 건조배지 1kg용량의 것으로 원기를 숨아주지 않은 상태로 다수의
 원기가 성장하여 자실체들이 서로 융합하고 있음.



[그림 15] 그림 14의 단면 : 배지 내부의 공극이 균사체로 모두 메워진 상태이며
 배지 상층부는 두꺼운 균사막이 형성되어 있음.
 성장 중인 상태로 무게감량은 약25%(248g)



[그림 16] 원기유도구를 이용한 원기발생 수 제한

2) 환경조건 및 제어기술 개발

가) 배양 및 생산 환경조건 제어기술 개발 :

실험실 조건이 아닌 생산농가 현장에서 직접 적용가능한 방법을 강구하기 위하여 폭설피해와 누전화재로 시설이 부분적으로 손괴되었고 동절기 난방비의 과도한 부담으로 현재 기능을 상실한 상태인 강원도 태백시 연화동 소재의 유리온실(총12,000평, 그림 17)과 강원도 원주시와 인접한 호저면의 단열패널 느타리버섯 재배시설을 이용하여 다양한 군사배양방법 및 환경제어기술을 개발하였다. 연구의 주목적은 농가현장에 직접적용 가능한 임산버섯 생산체계를 구축하는데 있으며, 온실 조합원들이 잔존시설(온실, 저온저장고, 보일러 시설 일부, 관수장치, 자동차광 및 환기장치, 지게차 등)을 이용하여 손쉽게 운용할 수 있는 버섯재배공정을 개발하고 연구가 성공적으로 수행되었을 경우 기존시설을 별도의 투자 없이 경제성 있는 버섯재배 시설로 전환할 수 있는지 가능성을 타진해 보는 한편, 과도한 투자와 재배 실패로 공매처리된 느타리버섯재배시설의 재활용 가능성을 알아보기 위해서이다.

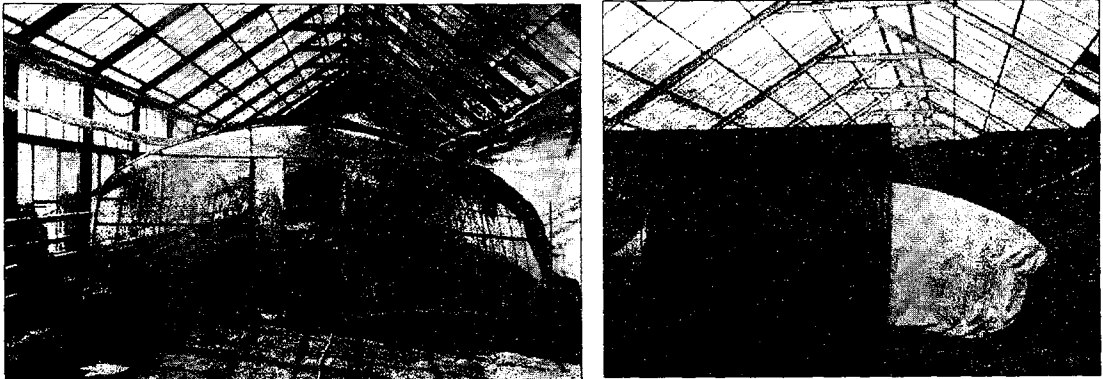


그림 17. 온실 내부에 조립한 간이 버섯재배사
(좌) 차광망(접촉) + 간이비닐하우스 (2001년 4월)
(우) 차광망(상부) + 스프링클러/분수호스 + 마포 + 간이비닐하우스(2001년 8월)

나) 원기형성 및 자실체 성장의 제어기술 개발 :

자연상태에서는 광조건과 온도 등에 의하여 조절되는 임산버섯의 원기형성과 자실체 성장을 제어하기 위하여 원기형성은 균사배양의 성숙도와 차광이 가능한 피복물질을 이용하고 자실체 성장은 무포자 균주와 온습도, 관수조절로 제어하여 고품질 임산버섯을 생산할 수 있는 공정을 개발하고자 하였다.

3) 발이유도기술 개발

가) 환경조건 제어에 의한 발이유도 :

저온저장고를 이용한 균사의 성숙도 조절 및 온도, 광도 및 광질조절을 통하여 원기형성을 조절하고자 실험실 수준의 연구를 수행하였으며 10월 이후에 농가현장에서 동절기 저온충격에 의한 발이유도 시험을 수행될 예정이다.

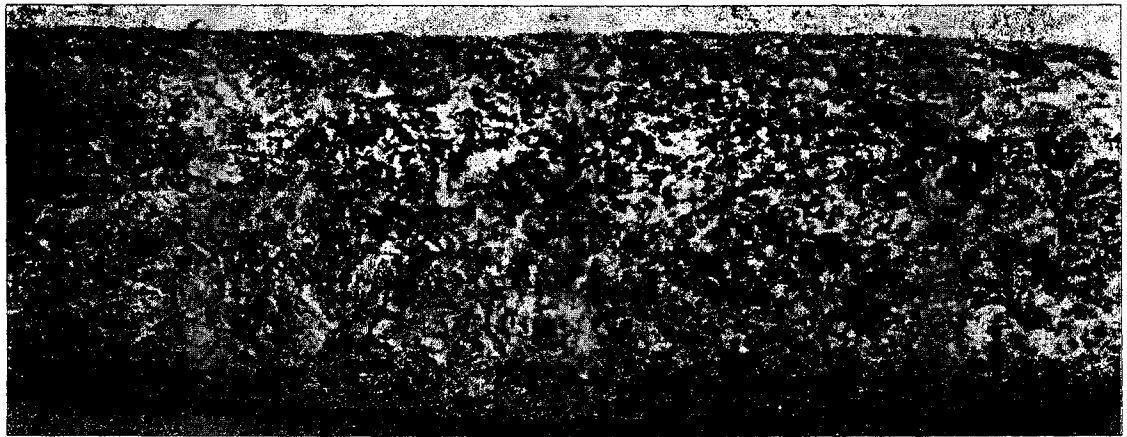
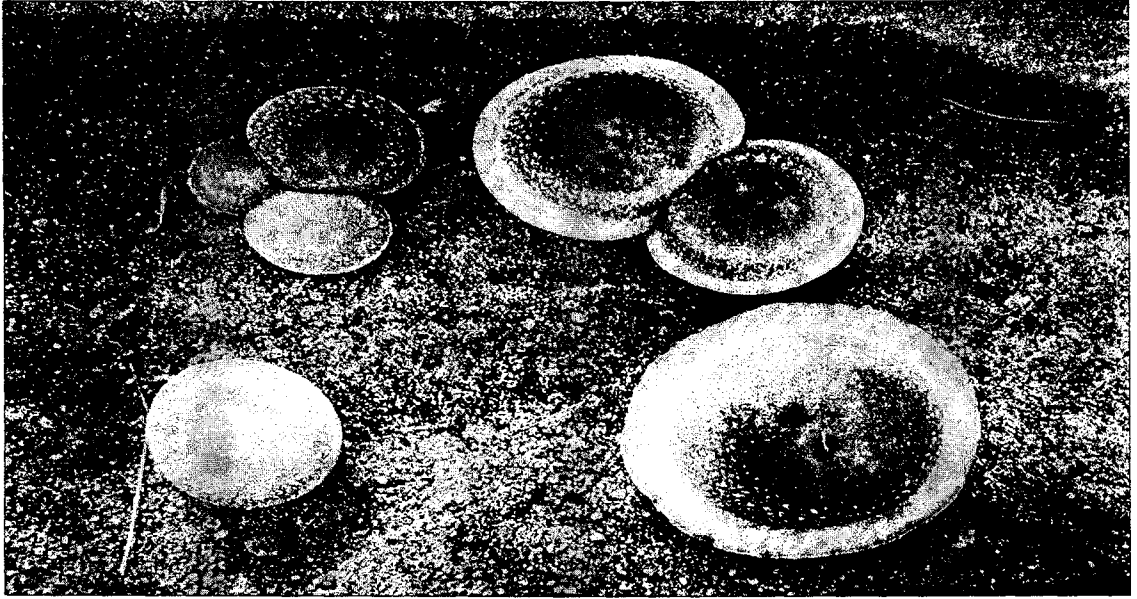
나) 생화학적, 물리적 제어에 의한 발이유도 :

재배농가가 원하는 시기에 배양된 배지로부터 필요한 수의 원기를 형성시킬 수 있도록 하기 위하여 arginine, glutamic acid 등의 아미노산류 등을 이용한 원기형성유도를 시도하였다. 1,000 ppm 농도의 Amino acid 수용액을 균사 성장이 완료되어 비닐피복을 제거한 영지에 분무한 후 매몰재배하였을 때, 동절기인 4월의 경우 Control에 비하여 처리구의 원기형성 및 자실체 생장이 양호한 것으로 나타났으나, 6월 이후에는 처리구와 대조구 간의 일관된 경향을 볼 수 없었다. 이러한 현상은 동절기라 할 수 있는 태백시 지역의 4월의 저온과 심한 주,야간 온도변화에 의하여 균사의 성장 및 자실체 형성이 장애를 받고 있는 상태에서 처리된 결과에 기인하는 것으로 사료되는 바이다.



[그림 18] Amino acid spray에 의한 원기 유도 및 자실체 성장효과 : 균사성장이 완료되어 비닐피복을 제거한 후 amino acid solution을 분무 (2001년 4월, 처리 후 35일)
 (상) Control : 지하수
 (중) Arginine 1,000 ppm
 (하) Glutamic acid 1,000 ppm

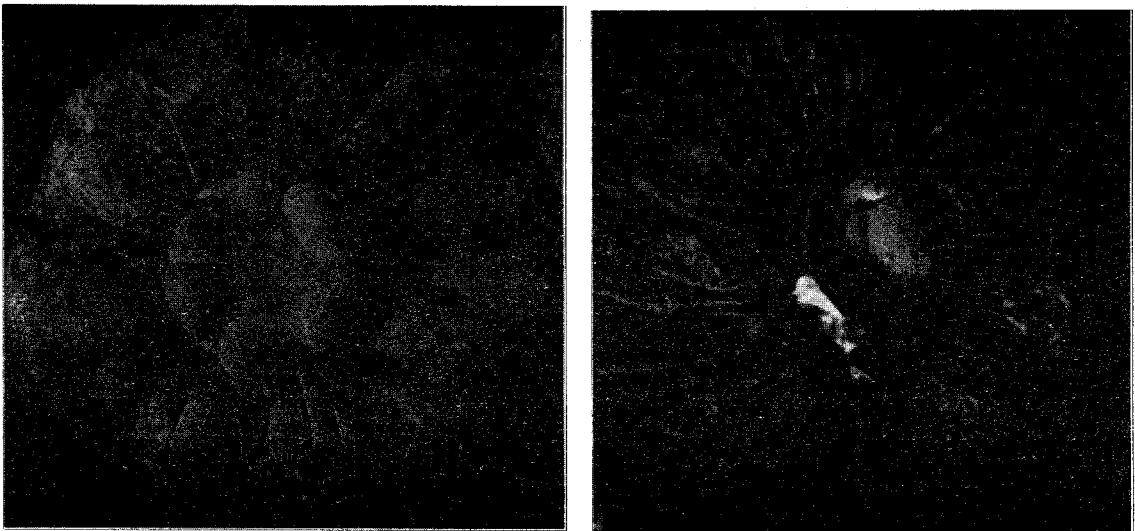
표고의 경우 건조배지원료를 침수할 때 100 ppm 농도의 glutamic acid 또는 arginine 수용액을 사용하였을 때 arginine 처리구의 인공골목의 갈변화가 대조구에 비하여 신속히 발생하였으나 이후의 원기형성과는 직접적인 연관이 나타나지 않았음. Arginine에 의한 갈변화와 아울러 인공골목의 탈수화 현상이 병행되어 균사막이 고밀도 PE 재질의 피복재와 박리되는 현상이 관찰되었으며, 추후 이들 현상에 대한 원인 및 이용방안에 대한 부수적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.



[그림 19] 표고 인공골목 제조 시 100 ppm의 arginine solution
 (상) 매물밭이 (중) Control (하) arginine 100 ppm

첨가 효과 :

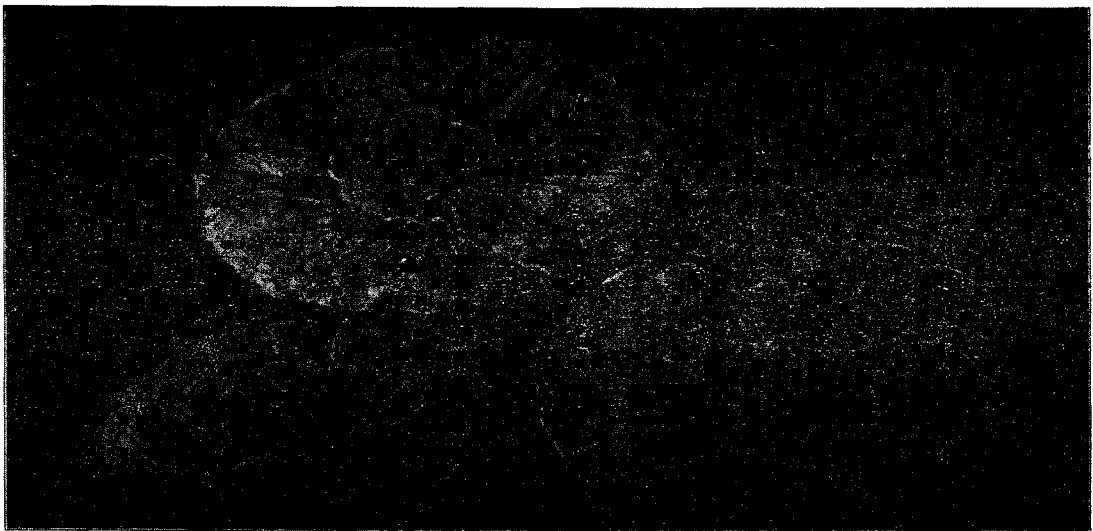
고품질 임산버섯재배를 위해서는 보다 큰 규격의 자실체를 생산하는 것이 유리하므로 다수의 가느다란 원기를 발생시키기 보다는 1개의 굵은 원기를 발생시켜야 한다. 본 연구에서는 피복재료 봉입부의 직경을 조절함으로써 원기 발생 수를 조절하고자 내경 25mm와 50mm의 PVC pipe 절편을 이용하여 고밀도 PE tubing위 말단부 직경을 조절하였다. 아래 그림 20, 21, 22, 23에서와 같이 고밀도 PE 봉지와 저밀도 PE tubing의 말단 통기구의 직경을 제한하였을 때 원기발생이 국부적으로 제한되어 보다 충실한 자실체 성장을 기대할 수 있었다.



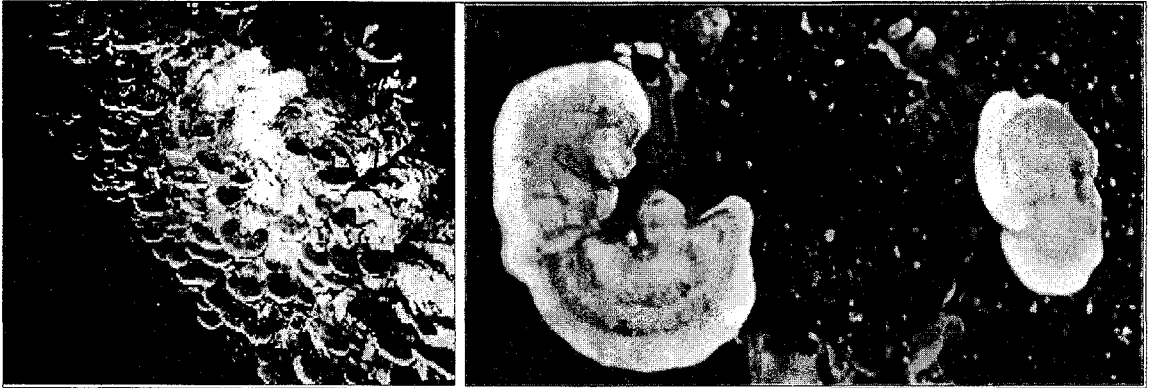
[그림 20] PVC pipe 절편을 이용한 인공골목 말단 통기구 직경 조절에 의한 원기발생
 (좌) 직경 25cm 고밀도 PE 봉지재배의 50mm 통기구 직경 (봉지 당 1개)
 (우) 직경 15cm 저밀도 PE tubing 재배의 25mm 통기구 직경 (tubing 당 1-2개)



[그림 21] 저밀도 PE tubing(통기구 직경:25mm)의 적층재배 : 통기구 2개



[그림 22] 고밀도 PE 봉지 (통기구 직경:25mm/50mm)의 평면재배 : 통기구 1개
통기구 직경이 큰 것의 균사성장 속도가 신속하고 원기가
충실한 반면 원기가 성장함에 따라 분지되는 비율이 높고
병원균의 감염이 소구경에 비하여 상대적으로 높다.



[그림 23] 저밀도 PE tubing의 적층재배 및 매몰재배 (통기구 직경:25mm, 말단 2개소)

- (좌) 적층재배 : 평면재배방법에 비하여 단위면적당 생산성이 높으므로 좁은 면적을 활용하여 단기간 내에 집약적인 재배관리로 고품질 생산이 가능해짐.
 (우) 매몰재배 : 봉지재배와 동일한 방법으로 매몰하였을 때 인공골목의 양말단으로부터 2개 자실체를 성장시킬 수 있으나 봉지재배에 비하여 매몰작업이 어려우며 수확량이 낮음.

2. 고영양배지 개발 및 Solid Fermentation System 개발

가. 임산버섯 집약재배를 위한 고영양배지 개발

- 1) 곡물류의 C/N Ratio, Mineral composition 등 임산버섯 배지로서의 영양성 분석
 현재 국내에 대량으로 수입되고 있는 650여종의 곡물류 및 농림부산물 중 사료용 황색 옥수수(황옥)를 비롯한 40여 품목에 대한 C/N ratio, 무기질 조성 등 버섯재배 배지로서의 영양성을 분석한 결과는 아래 표 7, 8와 같다.

가) 인공골목 성형용 고영양 버섯배지 재료의 일반 성분

(1) 건물율(DM) :

배지 재료 구입 후 이들을 110℃의 drying oven에서 10시간 건조한

상태를 100%로 기준하고 감량수분을 측적하여 구입 당시의 건물율(%)을 구하였다. 40종의 배지재료들은 84-90% 내외의 높은 건물율을 나타내었다. 모든 조사대상 배지 재료의 함수율이 15% 미만으로 나타나 장기보관 시 흡습을 차단할 경우 저온저장과 같은 별도의 조치 없이도 배지재료의 장기보관이 가능할 것으로 예상된다.

(2) 조단백질(CP) :

건조 시료 기준으로 옥수수, 수수, 화본과 곡물류들은 10% 내외의 조단백질 함량을 가진 것으로 나타났으며, 콩과식물인 루핀(lupine, 야생콩류)의 경우 조단백질 함량이 34%에 달하였다. 밀기울을 비롯한 강피류는 14-19% 내외의 조단백질 함량을 보여 주었으며, 면실박을 제외한 유박류에서는 용매추출 또는 기계식 압착추출에 관계없이 43-52%의 매우 높은 조단백질 함량을 지니고 있었다. 면실박의 경우 섬유질인 종피의 높은 함량에 기인하여 32% 내외의 함량이 나타났다. 이에 반하여 기준 버섯재배의 주배지 재료인 벧짚과 톱밥의 경우 각각 5% 및 0.7% 미만으로 곡물류 등에 비하여 매우 낮게 나타났다.

(3) 조지방(EE) :

건조 시료 기준으로 곡물류에서는 호밀을 제외하고는 3-5%, 호밀류 1-1.5%, 루핀 5% 내외의 조지방 함량을 보여주었으며, 강피류와 유박류의 대부분은 3-8% 범위의 함량을 보였다. 강피류의 생미강, 유박류 중 기계식 압착추출 공정의 깻묵류의 일부에서는 11-17% 이상의 높은 조지방 함량을 보이기도 하였다. 조지방은 조단백질과 함께 버섯의 품질과 2차대사산물의 함량을 결정하는 주요 구성성분으로 배지 중 적절한 함량을 유지하여야 고품질의 상품을 생산할 수 있다. 영지버섯 관행재배의 주재료인 상수리 나무의 경우 조지방 함량이 1% 내외로 낮게 나타났다.

(4) 가용무질소물(NFE) :

전조 시료 기준으로 옥수수, 수수, 화본과 곡물류들은 80% 내외의 가용성 무질소물(carbon sources) 함량을 가진 것으로 나타났으며, 콩과 식물인 루핀(lupine, 야생콩류)의 경우는 40% 내외였다. 밀기울을 비롯한 강피류는 60% 내외의 가용성 무질소물 함량을 보여 주었으며, 유박류에서는 들깨묵, 참깨묵을 제외하고는 30% 이상의 가용성 무질소물 함량을 지니고 있었다. 기존 버섯재배의 주배지 재료인 볏짚은 44% 내외, 참나무 톱밥의 경우 30%의 가용성 무질소물 함량을 지니고 있었다. 가용성 무질소물은 버섯 균사의 생장에 필요한 에너지원 및 균사구성물질의 합성에 사용되는 배지 구성성분으로 함량이 높을 수록 양질의 버섯배지라 할 수 있다. 따라서 곡물류는 볏짚이나 목재에 비하여 2-3배에 달하는 양질의 carbon source를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 곡물류의 가용성 무질소질의 대부분은 균사에 의하여 분해되기 쉬운 전분이 대부분이나 목재의 추출성분 함유량은 같은 수종에서도 수령, 입지, 영양 등의 조건과 병해충의 유해 및 벌채 기간 등에 따라서 다르며 같은 나무에서는 수직방향으로 볼 때 원구(butt end)보다 말구(top end)로 갈수록 함유량이 감소하고 수평방향에서 볼 때는 변재부보다 심재부로 갈수록 증대된다. 따라서 원목의 source에 따라서 많은 변화가 있을 수 있다. 본 시험에 사용된 참나무 시료는 직경 5cm 정도의 4년생 맹아지로 추출물의 함량이 일반적으로 버섯재배에 사용되는 15-25년생 성숙목에 비하여 추출물 함량이 매우 높은 시료임을 감안 하여야 할 것이다. 일반적으로 성숙목재의 추출성분 함유량은 2-5% 내외이다. 참나무의 추출물에는 가수분해형 탄닌 (hydrolyzable tannins), 축합형 탄닌(condensed tannins)과 flavonoids, lignan, stilbenes, fatty acids, resin acids 외에 terpenoids, waxes, sterol, sugars, cyclitols, starch 등이 있다.

(5) 조섬유(CF) :

건조 시료 기준으로 귀리와 루핀을 제외한 옥수수, 수수, 화본과 곡물류들은 3% 미만의 매우 낮은 조섬유(crude fibers, cellulose/hemicellulose) 함량을 가진 것으로 나타났으며, 콩과식물인 루핀(lupine, 야생콩류)의 경우는 15% 내외였다. 밀기울을 비롯한 강피류는 7-10% 내외의 조섬유 함량을 보여 주었으며, 유박류에서는 콩깻묵은 7% 이하, 들깻묵, 참깻묵은 13-20% 범위의 조섬유 함량을 지니고 있었으며 면실박은 35% 내외의 조섬유 함량을 가지고 있었다. 기존 버섯재배의 주배지 재료인 벚짚은 30% 내외, 참나무 톱밥의 경우 65%의 조섬유 함량을 지니고 있었다. 조섬유는 대부분의 재배버섯류를 구성하는 백색부후균류가 분해흡수 하지 못하는 cellulose로 구성되어 있으므로 버섯 배지 구성성분으로는 함량이 낮을수록 양질의 버섯배지라 할 수 있다. 따라서 곡물류는 벚짚이나 목재에 비하여 30-60%에 달하는 가용성분을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 벚짚이나 목재에 함유된 조섬유는 영양성분으로서의 기능보다는 수분저장물질로 작용하는 기능이 인정된다. 따라서 곡물류를 기본재료로 삼는 고영양배지에서는 함수율이 목재나 벚짚에 비하여 낮은 단점이 있지만 이는 vermiculite나 starch conjugated hydro-gel과 같은 저가(1,800원/kg, 흡수율 60-250배)의 고흡수성폴리머를 혼용하므로써 보완할 수 있을 것으로 예상된다.

(6) 조회분(Ash) :

건조 시료 기준으로 귀리와 루핀을 제외한 모든 조사대상 곡물류의 조회분 함량은 3% 미만이었다. 곡물류 이외의 강피류, 유박류는 6-13.5%이었으며 벚짚류는 14-17% 내외로 조회분 함량이 상당히 높게 나타났다. 이는 벚짚에 대량으로 함유되어 있는 규산(silicic acid)에 기인하는 것으로 사료된다. 참나무 톱밥의 조회분 함량은 2.2%로 나타났다. 조회분은 미량원소, 버섯배지의 pH 조절 및 완충작용 등의 작용을 가지며 각종 효소의 활성유지에 필수적이다. 특히 구리원소(Cu)는 리그닌의 분해와 자실체 발생에 관여하는 polyphenol oxidase에 필수적인 원소이다. 일반적으로 조회분은 1% 이상이면 버섯재배에 있어 결핍현상

을 일으키지 않는다. Ca의 경우는 산도조절 뿐만 아니라 배지의 과습에 의한 입단구조 파괴 등을 막기 위하여 저순도의 석고, 석회석 또는 생석회의 형태로 배지 무게의 2-20%를 첨가하기도 한다. 이때 다른 미량원소들이 불순물로서 첨가되므로 버섯재배에 있어 미량원소의 결핍은 극단적인 경우를 제외하고는 발생하지 않는다. 시험대상 곡물류 및 기타 배지원료의 무기물 조성은 표 8에 정리하였다.

[표 7] 고영양 버섯배지 재료의 일반 성분표

구 분	건물율(%)		조단백질(%)		조지방(%)		가용성 무질소물(%)		조섬유(%)		조회분(%)	
	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건
[1] 곡물류												
옥수수 황색 미국산 1등급	86.70	100	9.50	10.88	3.70	4.28	69.20	80.00	2.20	2.54	1.90	2.20
옥수수 황색 미국산 2등급	85.77	100	8.64	10.07	3.72	4.34	70.65	82.37	1.49	1.74	1.27	1.48
옥수수 황색 미국산 3등급	84.30	100	8.21	9.81	3.58	4.12	68.72	81.40	2.01	2.36	1.35	1.56
옥수수 황색 중국산	86.58	100	8.56	9.89	3.90	4.50	70.81	85.79	1.86	2.15	1.45	1.67
옥수수 황색 뉴질랜드산	86.23	100	7.22	8.37	3.70	4.29	71.64	82.50	1.18	1.37	2.99	3.47
옥수수 황색 미국산 Flake	84.36	100	8.26	9.79	2.80	3.32	70.54	83.64	1.47	1.74	1.29	1.53
옥수수 국내산 수원19호	88.14	100	8.93	10.13	3.75	4.25	71.26	80.85	2.59	2.94	1.61	1.83
옥수수 국내산 수원29호	90.19	100	9.10	10.29	4.30	4.77	73.23	81.20	1.90	2.11	1.66	1.84
옥수수 국내산 수원67호	90.37	100	9.56	10.58	4.76	5.27	72.19	79.88	2.21	2.45	1.65	1.83
수수 태국산	86.43	100	7.61	8.80	2.62	3.03	73.10	84.58	1.72	1.99	1.38	1.60
수수 중국산	86.02	100	9.73	9.90	3.56	3.71	80.74	82.53	2.06	1.02	1.87	1.84
수수 국내산	87.30	100	9.40	10.69	4.13	4.72	69.44	79.63	2.29	2.61	2.07	2.36
호밀 미국산	86.03	100	9.46	11.00	1.06	1.23	71.67	83.31	1.50	1.74	2.34	2.72
호밀 국내산	87.15	100	11.57	13.37	1.53	1.80	68.78	78.49	3.06	3.62	2.30	2.71
호밀 캐나다산	85.89	100	7.99	9.30	1.59	1.85	72.35	84.24	2.17	2.53	1.79	2.08
귀리 미국산	88.90	100	10.65	11.98	3.31	3.72	65.74	73.94	5.32	5.98	3.89	4.38
귀리 캐나다산	87.40	100	11.67	13.35	3.98	4.55	53.23	60.87	14.38	16.45	4.18	4.78
귀리 호주산	86.51	100	11.41	13.33	3.90	4.56	58.45	68.27	9.35	10.92	2.50	2.92
루핀 호주산	87.80	100	29.70	34.00	5.16	5.88	37.57	41.68	7.77	15.46	2.57	2.97
루핀 호주산 Flake 박피	86.90	100	21.53	34.49	4.63	6.06	46.45	40.75	11.33	15.61	2.97	3.09

<뒷면에 계속>

[표 7] 고영양 버섯배지 재료의 일반 성분표

구 분	건물율(%)		조단백질(%)		조지방(%)		가용성 무질소물(%)		조섬유(%)		조회분(%)	
	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건
[2] 강피류												
밀기울 중국산	87.22	100	15.20	17.43	3.36	3.85	55.14	63.22	6.95	7.79	6.57	7.53
밀기울 인도네시아산	87.67	100	14.95	17.05	3.82	4.63	55.64	63.47	7.42	8.46	5.84	6.66
밀기울 스리랑카산	87.22	100	15.20	17.43	3.36	3.85	55.14	63.22	6.95	7.97	6.57	7.53
밀기울 국내산 조섬유 10%	87.61	100	14.13	16.13	3.87	4.42	54.62	62.34	10.17	11.61	4.82	5.50
쌀겨 국내산 생미강	88.31	100	12.48	14.13	17.21	19.49	39.05	44.22	10.16	11.52	9.40	10.64
쌀겨 국내산 탈지강	88.19	100	17.08	19.37	2.20	2.49	46.95	53.24	10.15	11.51	11.81	13.39
[3] 유박류												
콩깻묵 브라질산 용매추출	86.85	100	42.76	48.86	2.11	2.38	30.05	34.55	5.52	6.28	6.41	7.93
콩깻묵 중국산 압착추출	87.33	100	41.88	50.55	1.93	2.51	32.81	35.00	5.27	5.76	5.65	6.18
콩깻묵 호주산 압착추출	89.38	100	47.12	52.72	1.39	1.56	27.04	30.25	7.55	8.45	6.28	7.03
콩깻묵 브라질산 압착추출	87.93	100	42.55	48.59	3.24	4.64	27.36	31.33	3.82	6.97	6.79	8.47
들깻묵 국내산 용매추출	88.30	100	39.14	44.33	2.10	2.38	17.33	20.08	20.47	23.18	8.86	10.03
들깻묵 국내산 압착추출	89.22	100	38.98	43.69	11.93	13.37	13.77	15.43	16.80	18.83	7.74	8.68
참깻묵 국내산 용매추출	88.34	100	46.26	52.07	2.68	3.02	14.22	16.01	13.62	15.33	12.06	13.57
참깻묵 국내산 압착추출	89.22	100	42.25	47.35	9.09	10.10	11.89	13.33	14.21	15.93	11.78	13.20
면실박 중국산 용매추출	86.69	100	28.43	31.70	1.55	1.73	31.71	35.36	17.90	19.96	10.10	11.26
면실박 중국산 압착추출	89.05	100	29.80	33.46	6.81	7.65	30.04	33.73	15.51	17.42	6.89	7.74
[4] 농립부산물												
벼짚 국내산 추청	88.10	100	4.50	5.11	1.90	2.16	39.60	44.95	27.70	31.44	14.40	16.35
벼짚 국내산 오대	87.90	100	4.95	5.11	2.27	2.39	42.93	43.18	31.86	32.16	16.47	17.16
벼짚 국내산 밀양23호	89.70	100	5.20	5.80	2.30	2.56	40.20	44.82	25.40	28.32	16.60	18.51
톱밥 상수리나무	89.30	100	0.60	0.67	0.90	1.01	27.80	31.13	58.01	64.95	2.02	2.24

[표 8] 고영양 버섯배지 재료의 무기물 성분표

구 분	Ca (%)		P (%)		K (%)		Na (%)		Fe (%)		Mg (mg/kg)		Mn (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)	
	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건
[1] 곡물류																		
옥수수 황색 미국산 1등급	0.16	0.19	0.27	0.32	0.33	0.39	0.02	0.02	0.11	0.13	47	55	5	6	22	26	7	8
옥수수 황색 미국산 2등급	0.03	0.04	0.26	0.30	0.44	0.2	0.03	0.04	0.12	0.14	98	115	12	14	26	30	8	9
옥수수 황색 미국산 3등급	0.16	0.19	0.27	0.32	0.33	0.39	0.02	0.02	0.11	0.13	47	55	5	6	22	26	7	8
옥수수 황색 중국산	0.03	0.04	0.29	0.32	0.28	0.32	0.01	0.01	0.10	0.12	109	126	9	10	28	32	9	10
옥수수 황색 미국산 Flake	0.16	0.19	0.27	0.32	0.29	0.33	0.02	0.02	0.12	0.13	48	56	5	6	22	26	7	8
옥수수 국내산 수원19호	0.02	0.02	0.33	0.38	0.54	0.62	0.02	0.02	0.10	0.11	111	127	28	32	45	52	8	9
옥수수 국내산 수원29호	0.02	0.02	0.61	0.69	0.62	0.70	0.02	0.02	0.20	0.23	139	157	18	20	42	47	3	3
옥수수 국내산 수원67호	0.02	0.02	0.21	0.23	0.50	0.55	0.01	0.01	0.09	0.10	57	63	9	10	37	41	3	4
수수 중국산	0.02	0.02	0.30	0.35	0.60	0.71	0.02	0.02	0.11	0.13	93	109	19	22	24	28	8	9
수수 국내산	0.04	0.05	0.29	0.34	0.88	1.02	0.03	0.03	0.30	0.35	204	236	36	42	60	70	9	10
호밀 미국산	0.04	0.05	0.29	0.33	0.52	0.60	0.07	0.08	0.11	0.13	142	163	29	33	37	43	12	14
호밀 국내산	0.05	0.06	0.26	0.30	0.53	0.61	0.03	0.03	0.26	0.30	127	146	27	31	48	55	30	35
호밀 캐나다산	0.04	0.05	0.35	0.41	1.22	1.42	0.08	0.09	0.11	0.13	173	201	44	51	50	58	13	15
귀리 미국산	0.19	0.21	0.39	0.44	0.42	0.47	0.07	0.08	0.18	0.20	123	139	35	40	45	51	3	3
귀리 캐나다산	0.07	0.08	0.35	0.41	1.22	1.44	0.07	0.08	0.13	0.15	178	206	4	5	46	52	7.5	8.7
귀리 호주산	0.08	0.09	0.48	0.54	0.69	0.81	0.08	0.09	0.15	0.18	157	183	46	54	50	58	20	23
루핀 호주산	0.05	0.06	0.80	0.90	0.65	0.74	0.01	0.01	0.03	0.03	387	438	99	112	86	97	10	11
루핀 호주산 Flake 박피	0.07	0.08	0.30	0.34	0.85	0.97	0.08	0.09	0.13	0.15	104	118	13	15	35	40	6	7

<뒷면에 계속>

[표 8] 고영양 버섯배지 재료의 무기물 성분표

구 분	Ca (%)		P (%)		K (%)		Na (%)		Mg (%)		Fe (mg/kg)		Mn (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)	
	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건	생	건
[2] 강피류																		
밀기울 중국산	0.07	0.08	0.80	0.91	1.14	1.29	0.02	0.02	0.35	0.44	274	311	100	113	91	103	6	7
밀기울 스리랑카산	0.06	0.07	0.92	1.05	1.05	1.2	0.03	0.03	0.30	0.34	254	291	104	119	93	107	10	11
쌀겨 국내산 생미강	0.03	0.03	1.67	1.94	1.66	1.93	0.05	0.05	0.68	0.79	145	168	236	274	31	35	15	17
쌀겨 국내산 탈지강	0.11	0.12	1.87	2.11	2.05	2.32	0.02	0.02	0.78	0.88	252	285	90	102	88	97	21	24
[3] 유박류																		
콩깻묵 브라질산용매추출	0.16	0.18	0.55	0.63	1.70	1.95	0.06	0.07	0.24	0.27	453	519	39	45	68	79	7	8
콩깻묵 중국산 압착추출	0.16	0.18	0.46	0.53	2.05	2.36	0.06	0.07	0.27	0.31	299	344	35	40	58	67	16	18
콩깻묵 호주산 압착추출	0.18	0.21	0.45	0.51	1.91	2.18	0.05	0.06	0.24	0.27	223	254	33	38	65	74	6	7
콩깻묵브라질산압착추출	0.16	0.18	0.37	0.42	2.39	2.74	0.04	0.05	0.26	0.30	257	294	38	44	46	53	27	31
들깻묵 국내산 용매추출	0.61	0.69	1.43	1.62	1.30	1.47	0.03	0.03	0.41	0.46	288	326	93	105	57	64	15	17
들깻묵 국내산 압착추출	0.65	0.73	1.18	1.38	1.51	1.72	0.06	0.07	0.44	0.51	312	352	89	99	49	55	31	36
참깻묵 국내산 용매추출	1.41	1.54	1.09	1.19	1.34	1.46	0.07	0.08	0.70	0.76	904	985	52	57	103	112	53	58
참깻묵 국내산 압착추출	0.75	0.85	1.34	1.52	1.18	1.39	0.14	0.16	0.55	0.62	601	682	44	50	108	122	59	67
면실박 중국산 용매추출	0.24	0.27	0.85	0.96	1.09	1.23	0.11	0.12	0.50	0.57	287	325	22	25	86	97	11	12
면실박 중국산 압착추출	0.13	0.15	0.87	0.98	1.62	1.82	0.03	0.03	0.42	0.47	753	846	31	35	99	111	15	17
[4] 농림부산물																		
벼짚 국내산 추정	0.27	0.29	0.12	0.13	1.99	2.17	0.37	0.40	0.10	0.11	530	578	426	465	48	52	10	11
벼짚 국내산 오대	0.34	0.37	0.13	0.14	2.35	2.55	0.12	0.13	0.11	0.12	930	972	612	673	134	147	12	13
벼짚 국내산 밀양23호	0.31	0.35	0.12	0.14	2.52	2.85	0.06	0.07	0.10	0.11	383	433	382	432	57	64	9	10
톱밥 상수리나무	0.17	0.19	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.06	0.02	0.02	13	15	6	7	5	6	1	1

나) 배지 원료 구득 용이성 및 경제성 조사

상기한 수입 곡물류 및 농업부산물 40종에 대하여 연간 수입량, 국제시세동향, 국내산과의 가격대비 등의 자료를 분석하였다.

(1) 배지 원료 구득 용이성 :

미국농업부(USDA)는 최근 「농업관측회의」에서, 2009/2010년도까지의 농업 전반의 수급에 관한 장기 전망을 발표했다. 이 중 본 연구에 있어서 고영양 임산버섯배지의 주원료로 배지가격 결정에 절대적인 영향을 미치는 미국산 사료용 옥수수에 관한 내용을 요약하면 아래와 같다.

(가) 2009/ 10년도까지 10년간 옥수수 생산량 16% 증가 :

옥수수의 작부면적은 2002/03년도까지 감소 추세에서 그 뒤는 증가하여 2009/10년도에는 3,240만 헥타르가 될 것으로 전망된다. 단위면적 당 수확량은 2000년도의 8.4톤/헥타르로부터 2009/10년도에는 9.5톤/헥타르로 12% 증가한다고 예상되고 있다. USDA에서는 단위 수확량 증가요인으로 유전자재조합 옥수수 등, 바이오테크놀러지의 발전과 보급, 생산자의 작물 생산기술의 향상을 들고 있다. 이러한 작부면적 증가 및 생산성 향상요인으로 생산량은 2000년도의 2억 4,220만톤으로 부터 2009/10년도에는 2억 8,120만톤으로 16% 증가할 것으로 전망하였다.

(나) 옥수수 소비량은 10년간 18%증가 예상 :

USDA는 옥수수의 국내소비는 예측기간 중 연율 1~2%씩 증가해 갈 것으로 전망하고 있고, 2009/2010년도에는, 2000년도와 비교하여 18% 증가한 2억 2,190만톤이 된다고 예측하고 있다. USDA에서는 소비증가의 요인으로 브로일러 및 돼지의 생산 확대 등의 축산

부문으로부터의 수요 증가와 에탄올 등 공업원료용으로부터의 수요 증가를 들고 있다.

(다) 수출량은 10년간 29% 증가 :

미국의 옥수수 수출은 아시아국가의 경제위기 등의 영향으로 근년에 감소를 계속해 왔지만, 이들 국가들의 경제 회복으로 동반 증가세로 변하고, 앞으로는 계속 확대될 것으로 예상되고 있다. 2009/2010년도의 수출량은 2000년도와 비교하여 29% 증가한 6,290만톤에 달한다. 또한, 세계의 옥수수 무역량 전체가 확대되어 미국산이 차지하는 비율은 현재 상태의 7% 내외를 계속 유지할 것으로 예측되고 있다. 한편, USDA가 예측한 주요 국가별 옥수수 수입 전망을 보면, 한국은 1999/2000년도의 830만톤으로부터 점차 증가하여 2009/2010년도에는 920만톤으로, 중국은 세계무역기구(WTO) 가맹에 따라 시장개방 조치로 1999/2000년도의 30만톤 수입에서 2009/2010년도에는 240만톤까지 수입량이 크게 증가할 것으로 전망하였다. 일본은 1999/2000년도 이후 1,600만-1,700만톤의 안정적 추세가 전망되고 있다.

(라) 옥수수 가격은 상승 일로 :

2009/2010년도까지의 전망에서 생산 및 소비가 함께 확대 추세 전망이지만 소비성장율이 생산성장율을 상회할 것으로 보여 수급은 서서히 여유가 없어지고, 재고는 해마다 줄어들 것으로 예상되고 있다. 기말재고는 2000년 8월말 4,560만톤으로 부터 점차 감소하여, 2010년에는 1,480만톤까지 감소할 것으로 보인다. 이러한 빠빠한 수급 전망이 가격에 반영되어, 옥수수 가격은, 1999/2000년도의 부셸(8 gallon, ≒35ℓ) 당 1.80달러에서 2009/2010년도에는 3.10달러까지 상

승할 것으로 전망되고 있다.

[표 9] 미국 옥수수 수급 예측 (1999/2000-2009/2010년도)

구 분	99/2000	2000/01	2001/02	2004/5	2009/10
작부면적(백만 ha)	31.4	31.2	31.0	30.2	32.4
수확면적(백만 ha)	28.7	28.5	28.3	29.3	29.7
단위면적당 수확량(톤/ha)	8.4	8.5	8.6	8.9	9.5
생산량(백만톤)	242.2	241.9	243.6	261.7	281.2
소비량(백만톤)					
- 미국내	187.5	193.5	198.8	209.8	221.9
- 수출량	48.9	48.9	49.5	55.2	62.9
기말재고(백만톤)	51.8	51.5	47.1	30.6	14.8
산지옥수수 가격(\$/부셸)	1.80	1.85	1.95	2.40	3.10

주) 1 : USDA 자료

2 : 99/2000년도는 전망값, 2000/01년도이후는 예측값

3 : 곡물년도 기준달은 9~8월

(2) 배지 원료 경제성 조사 :

곡물을 주재료로 하는 고영양배지의 운용에 있어서 배지 원재료 수급안정성과 아울러 구입가격의 경제성은 매우 중요하다. 현재 국내산 사료용 벵짚의 가격이 1톤당 16만원 내외이고, 참나무 톱밥의 경우 1톤당 13-15만원 정도임을 대비해 본다면 수입곡물의 비용이 상당한 경쟁력이 있음을 알 수 있다. 특히 버섯배지로서의 가용성분비율을 감안한다면 수입곡물의 가격이 기존의 국내산 조재료에 비하여 3배 이상의 비교우위에 있는 것으로 나타나고 있다. 여기에 덧붙여 물류비용 및 배지 조제 가공공정을 계상하면 수입곡물류의 비교우위는 더욱 커지게 될 것이다.

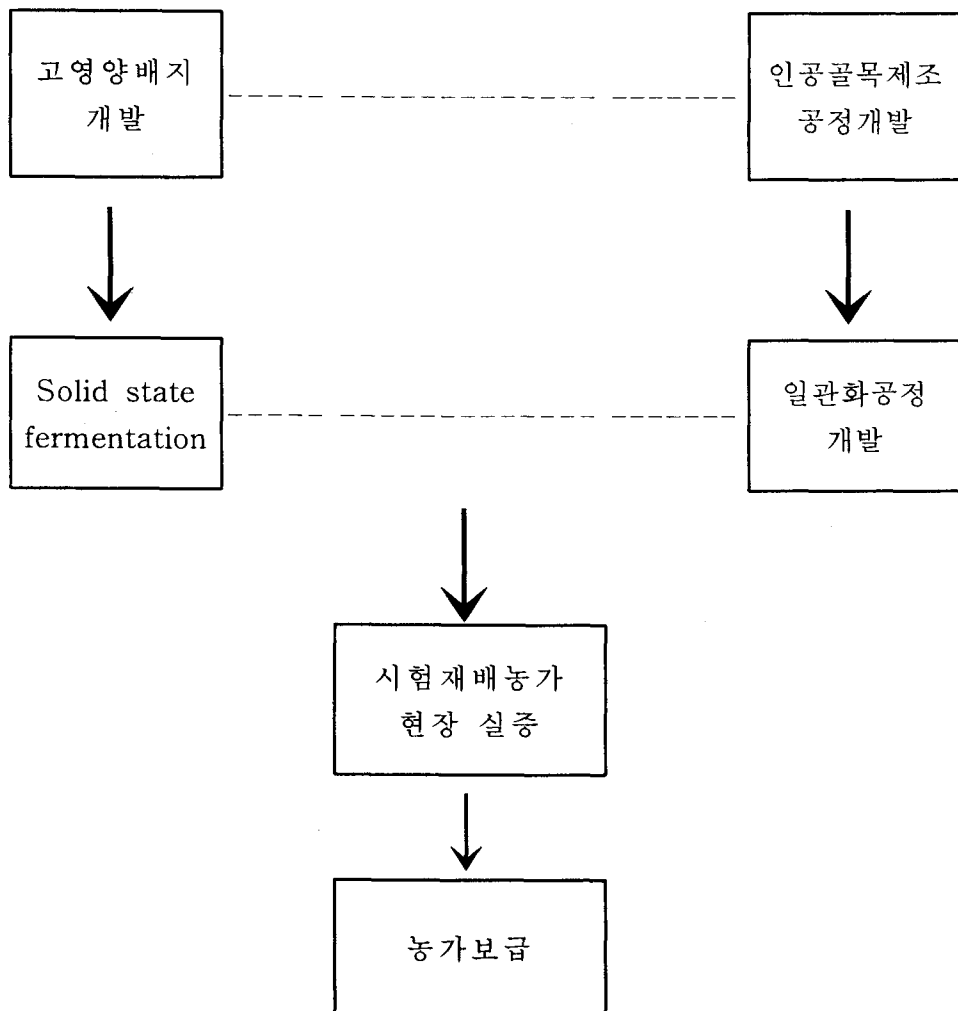
[표 10] 고영양 버섯배지 재료의 FOB 수입가격

구 분	당 월 (2000년 9월)			누 계 (2000년 1-9월)		
	수량(kg)	금액(\$)	kg당금액 (\$/kg)	수량(kg)	금액(\$)	kg당금액 (\$/kg)
옥수수	747,043,664	80,679,690	0.108	5,695,797,410	608,544,074	0.107
수수	294,460	63,306	0.215	5,661,724	1,361,228	0.240
호밀	53,135,266	5,553,535	0.104	350,474,146	29,515,917	0.084
귀리	363,746	160,908	0.442	513,236	225,933	0.440
루핀	33,191,450	4,612,215	0.139	246,963,960	32,565,290	0.132
밀기울	18,349,121	1,750,869	0.095	193,159,506	16,955,476	0.088
쌀겨	43,133,713	3,437,805	0.080	450,610,576	39,563,377	0.087
면실박	13,369,404	1,658,839	0.124	125,774,217	14,157,117	0.113
벼짚	653,596	126,099	0.193	12,574,781	1,817,225	0.145
톱밥	3,676,217	194,271	0.053	33,368,275	1,645,130	0.049

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

본 연구의 목표는 아래와 같다.



고영양배지의 개발에서부터 인공꿀목의 제조 및 이들 공정의 일관화를 달성하였으며 연구기간 중에 개발된 기술들을 강원도 태백시 및 원주시의 버섯재배 농가에 보급하여 시험생산을 완료한 상태이다.

제 2 절 관련분야에의 기여도

현재 국내 농촌경제는 존폐의 위협이라고 할 수 있을 정도로 고비용 저효율 영농이 계속되고 있다. 이러한 현상이 지속될 경우 농촌, 특히 산촌의 경제는 빠르게 붕괴될 것이다. 느타리, 양송이 등의 농산버섯류에 비하여 상대적으로 낙후된 임산버섯류들의 생산은 관행재배의 방식으로는 손익분기점 내외를 벗어 날 수 없는 현실이므로 산촌경제를 지속해 나아가갈 만한 적당한 작목이 부재되어 있다. 현재 국내 산촌경제가 국가경제에 미치는 영향력은 미미하나 산촌부락이 소멸될 경우 산촌에 뿌리를 둔 많은 국민들의 상실감과 산촌과 관련된 다양한 지방문화의 멸실이 우려되는 바이다. 이러한 무형적인 손실은 눈에 보이는 실물경제 이외의 과급효과를 끼치게 될 것이다.

본 연구에 의하여 임산버섯류의 재배기술이 활성화된다면 우선적으로 산촌 및 노령농가, 노령농가에 우선적으로 기술을 보급하여 산촌의 경제뿐만 아니라 산촌문화를 지키는 데에도 크게 일조 할 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

가. 기술적 측면

본 연구를 통하여 얻어지는 제반 기술들은 임산버섯의 재배 뿐만 아니라 길항 미생물의 배양 등에 직접적으로 적용이 가능한 기술이므로 타분야에 미치는 파급 효과가 있다.

나. 경제 · 산업적 측면

우리 나라는 과거 버섯류 수출국가에서 이제는 수입국가로 변신하게 되었다. 이는 노동집약적인 버섯재배기술과 인건비의 상승에 크게 기인하는 것으로 보이며, 관행적인 버섯재배 방식의 비효율성에도 크게 기인한다. 본 연구를 통하여 얻어지는 제반 생산기술을 통하여 임산버섯의 생산성이 크게 향상되게 되므로 연간 200억원 가량의 건조버섯, 통조림버섯, 버섯 엑기스 등의 대체효과가 크게 기대되는 바이다.

다. 활용분야 및 활용방안

생활수준의 향상에 따라 표고, 영지, 잎새버섯, 상황버섯 등 식약용 임산버섯류의 소비가 급격히 늘어나고 있는 실정이다. 이는 버섯이 독특한 맛뿐만 아니라 다양한 약리효과를 부가적으로 나타내는데 기인하고 있다. 기술개발에 성공하였을 시, 세부개발기술과 생력화 집약재배 공정에 대한 국내외 특허를 출원한다.

이와 아울러 농산촌 농가 및 버섯생산자 조직이 요구 시 무상으로 기술이전을 실시한다.

제 6 장 경제성분석

농산물표준소득 표고버섯 3년(1999, 2000, 2001)간, 영지버섯 3년(1996, 1997, 1998)년간의 자료를 이용하여 조수입, 경영비, 자기노력비, 소득, 부가가치, 소득률을 비교·분석하였다.

가) 표고버섯의 경제성 분석

(1) 표고버섯 골목재배시 표준소득 현황(4년 1기작/1,000본)

3년간의 표준소득을 이용하여 3년간의 평균소득을 산출하였다(표 10). 3년간 평균표준소득을 살펴보면 조수입은 6,302,542원, 경영비에 있어서 중간재비는 2,562,759원으로 재배시 가장많은 비중을 차지하고, 중간재비 중에서 종균비와 주재료비(배지)는 중간재비 중 70%를 차지하는 것으로 나타났다. 임차료 및 고용노력비는 460,187원, 자가노력비는 823,455원으로 조사되었다. 소득은 3,279,596원, 생산과정에서 창출된 부가가치는 3,739,783원, 소득률은 52.1%로 조사·분석되었다.

(2) 연구결과에 의한 표고버섯 골목재배시 표준소득과 비교분석

3년간의 표고버섯 표준소득 평균을 가지고 연구결과의 경제성을 분석하였다(표 11).

농간소득의 증감을 대변하는 경영비를 집중적으로 비교·분석(그림 24)한 결과 종균비는 140,436원에서 112,349원 감소하였고, 중간재비 중

가장 큰 비중을 차지하고 있는 주재료비(배지)는 1,631,006원에서 244,651원으로 1,386,355원 감소하였고, 농약비는 4,967원, 제재료비가 218,370원 감소하여 경영비 중 중간재비는 2,562,759원에서 1,722,040원 감소한 840,719원 으로 산출되었으며 감소 부분은 곧 농가 소득으로 직결된다. 경영비 중 고용노력비에 있어서도 무거운 골목 등의 원목을 다루는 작업에 비해 노동 강도가 약하므로 고용노력비, 자가노력비의 절감이 이루어져 고용노력비는 398,460원에서 199,230원 감소하였고, 자가노력비는 823,455원에서 411,727원 감소하는 것으로 나타났다. 이에 소득은 3,279,596원에서 1,921,444원 증가한 5,201,040원으로 산출되었고 소득률은 82.5%로 기존방식 대비 30.4% 증가되는 결과를 보였다. 자기노력비를 포함하는 순이익률에서는 기존대비 37% 증가한 76%의 높은 수준을 보였으며 자본회전기간이 0.62로서 기존방식보다 자본 운용의 효율성이 높은 것으로 산출되었다.

그림 24. 연구결과와 농가표준소득 경영비 비교분석

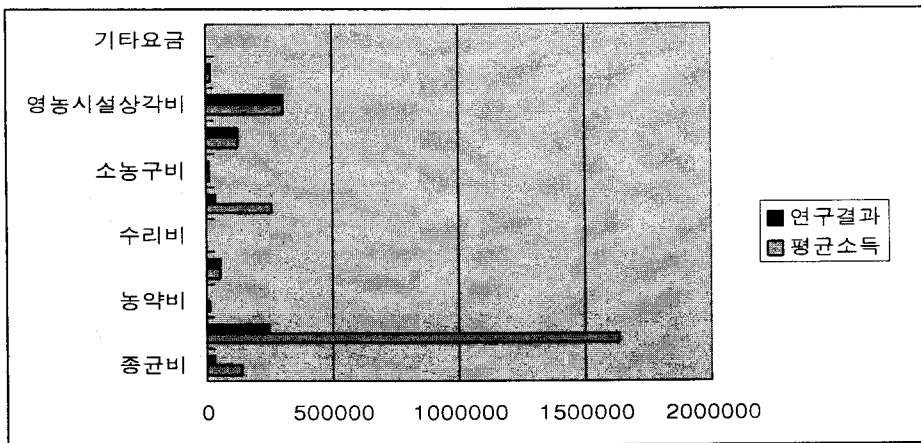


표 10. 골목재배를 이용한 표고버섯 농가표준소득 현황

(단위:원)

비 목 별		1999년도	2000년도	2001년도	3차년도평균	
조 수 입	주산물 가액	5,916,910	6,445,519	6,449,100	6,270,510	
	부산물 가액	49,338	23,547	23,212	32,032	
	계	5,966,248	6,469,066	6,472,312	6,302,542	
경 영 비	중 간 재 비	중균비	120,519	136,629	164,160	140,436
		주재료비	1,610,569	1,678,889	1,603,560	1,631,006
		농약비	5,868	9,726	14,205	9,933
		광열동력비	48,752	62,573	51,704	54,343
		수리비	6,317	1,848	3,788	3,984
		제재료비	253,763	237,622	279,333	256,906
		소농구비	6,913	8,094	13,782	9,596
		대농구상각비	88,882	112,540	176,616	126,013
		영농시설상각비	128,934	202,617	590,720	307,424
		수리비	18,052	18,984	19,939	18,992
	계	2,291,353	2,472,274	2,924,649	2,562,759	
비	위탁영농비			521	174	
	임차료(농기계,시설)	1,896	9,574	6,508	5,993	
	임차료(토지)	133,778	13,333	19,570	55,560	
	고용노력비	375,804	403,252	416,325	398,460	
	계	511,478	426,159	442,924	460,187	
자가노력비		690,248	834,682	945,434	823,455	
소 득		3,163,417	3,570,633	3,104,739	3,279,596	
부 가 가 치		3,674,895	3,996,792	3,547,663	3,739,783	
소 득 률(%)		53.0	55.2	48.0	52.1	

표 11. 연구결과에 의한 표고버섯 표준소득과 비교 현황

(단위:원)

비 목 별		3차년도평균	연구 결과	비 고	
조 수 입	주산물 가액	6,270,510	6,270,510		
	부산물 가액	32,032	32,032		
	계	6,302,542	6,302,542		
경 영 비	중 간 재 비	종균비	140,436	28,087	-112,349
		주재료비	1,631,006	240,651	-1,386,355
		농약비	9,933	4,967	-4,967
		광열동력비	54,343	54,343	
		수리비	3,984	3,984	
		제재료비	256,906	38,536	-218,370
		소농구비	9,596	9,596	
		대농구상각비	126,013	126,013	
		영농시설상각비	307,424	307,424	
		수리비	18,992	18,992	
	기타요금	4,126	4,126		
	계	2,562,759	840,719	-1,722,040	
	비	위탁영농비	174	0	-174
임차료(농기계,시설)		5,993	5,993		
임차료(토지)		55,560	55,560		
고용노력비		398,460	199,230	-199,230	
계		460,187	260,783	-199,404	
자가노력비		823,455	411,727	-411,727	
소 득		3,279,596	5,201,040	1,921,444	
부 가 가 치		3,739,783	5,461,824	1,722,040	
소 득 률(%)		52.1	82.5	30.4	
순이익률(%)		39	76	37	
자본회전기간		0.81	0.62		

나) 영지버섯의 경제성 분석

(1) 영지버섯 원목재배시 표준소득 현황(2년 1기작/100평)

3년간의 표준소득을 이용하여 3년간의 평균소득을 산출하였다(표 12). 3년간 평균표준소득을 살펴보면 조수입은 9,404,081원, 경영비에 있어서 중간재비는 3,205,557원으로 재배시 가장많은 비중을 차지하고, 중간재비 중에서 종균비와 주재료비(배지)는 중간재비 중 약 60%를 차지하는 것으로 나타났다. 임차료 및 고용노력비는 596,984원, 자가노력비는 1,412,698원으로 조사되었다. 소득은 5,607,273원, 생산과정에서 창출된 부가가치는 6,204,257원, 소득률은 59.0%로 조사·분석되었다

(2) 연구결과에 의한 영지버섯 원목재배시 표준소득과 비교분석

3년간의 영지버섯 표준소득 평균을 가지고 연구결과의 경제성을 분석하였다(표 13).

버섯재배시 영농비의 대부분이 투입되는경영비를 중심으로 집중 분석한 결과(그림 25) 종균비는 320,337원에서 256,270원 감소하였고, 중간재비 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 주재료비(배지)는 1,549,419원에서 232,413원으로 1,317,006원 감소하였고, 농약비는 8,431원, 제재료비가 570,866원 감소하여 경영비 중 중간재비는 3,205,557원에서 2,152,573원 감소한 1,052,985원으로 산출되었으며 감소 부분은 곧 농가 소득으로 직결된다. 경영비 중 고용노력비에 있어서도 무거운 골목 등의 원목을 다루는 작업에 비해 노동 강도가 약하므로 고용노력비, 자가노력비의 절감이 이루어져 고용노력비는 571,040원에서 285,520원 감소하였고, 자가노력비는 1,412,698원에서 706,349원 감소하는 것으로 나타났다. 이에 소득은 5,607,273원에서 2,438,092원 증가한 8,045,364원으로 산출되었고 소득

률은 26.0% 증가되는 결과를 보였다. 자기노력비를 포함하는 순이익률에서는 기존대비 33% 증가한 78%의 높은 수준을 보였으며 자본회전기간이 0.61로서 기존방식보다 자본 운용의 효율성이 높은 것으로 산출되었다.

표 12. 원목 재배를 이용한 영지버섯 농가 표준소득 현황 (단위: 원)

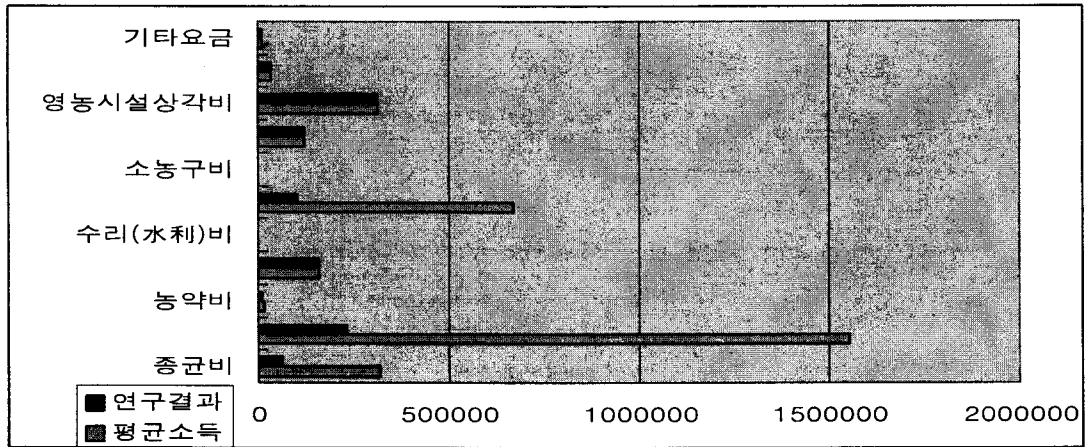
비 목 별		1996년도	1997년도	1998년도	3차년도평균	
조 수 이	주산물 가액	10,211,134	9,199,180	8,801,928	9,404,081	
	부산물 가액	11,536	2,673	2,992	5,734	
	계	10,222,670	9,201,853	8,804,920	9,409,814	
경 영 비	중 간	종균비	320,173	30,152	337,687	320,337
		주재료비	1,735,617	1,617,990	1,294,651	1,549,419
	재 비	농약비	16,042	18,356	16,190	16,863
		광열동력비	138,159	137,177	195,746	157,027
		수리비	5,419	3,121	2,742	3,761
		제재료비	686,611	606,108	722,102	671,607
	영 비	소농구비	7,213	5,924	5,054	6,064
		대농구상각비	88,477	178,002	98,359	121,613
		영농시설상각비	243,455	421,307	273,323	312,695
		계	3,309,990	3,325,620	2,981,062	3,205,557
비	위탁영농비					
	임차료(농기계,시설)			31,301	10,434	
	임차료(토지)	12,954	20,065	13,513	15,511	
	계	562,224	611,945	616,784	596,984	
자가노력비		1,609,635	1,378,671	1,249,788	1,412,698	
소 득		6,350,456	5,264,288	5,207,074	5,607,273	
부 가 가 치		6,912,680	5,876,233	5,823,858	6,204,257	
소 득 률(%)		62.1	57.2	59.1	59.0	

표 13. 연구결과에 의한 영지버섯 농가 표준소득 비교분석

(단위: 원)

비 목 별		3차년도평균	연구결과	비고	
조 수 입	주산물 가액	9,404,081	9,404,081		
	부산물 가액	5,734	5,734		
	계	9,409,814	9,409,814		
경 영 비	중 간 재 비	종균비	320,337	64,067	-256,270
		주재료비	1,549,419	232,413	-1,317,006
		농약비	16,863	8,431	-8,431
		광열동력비	157,027	157,027	
		수리비	3,761	3,761	-570,866
		제재료비	671,607	100,741	
		소농구비	6,064	6,064	
		대농구상각비	121,613	121,613	
		영농시설상각비	312,695	312,695	
		수리비	36,140	36,140	
	기타요금	10,032	10,032		
	계	3,205,557	1,052,985	-2,152,573	
	비	위탁영농비			
임차료(농기계,시설)		10,434	10,434		
임차료(토지)		15,511	15,511		
고용노력비		571,040	285,520	-285,520	
계	596,984	311,465	-285,520		
자가노력비		1,412,698	706,349	-706,349	
소 득		5,607,273	8,045,364	2,438,092	
부 가 가 치		6,204,257	8,356,829	2,152,572	
소 득 률(%)		59.0	85.5	26.0	
순이익률(%)		45	78	33	
자본회전률		0.78	0.61		

그림 25. 연구결과와 영지버섯 농가 표준소득 비교분석



제 7 장 참고문헌

1. 정덕균. 1997. 식이버섯 자실체 및 균사체를 이용한 가공제품 개발. 현장애로기술 개발사업연구성과보고서 1994-1996 pp.28-29.
2. 김순재, 이해길, 남윤우, 심상우. 1996. 버섯경영농가의 경영경제적 연구 : 버섯재배 형태별 경영개선방안 연구. 연구사업보고서:1995/ 농촌진흥청농업경영관실, pp.429-461.
3. 이두원, 이환기, 박정식. 1998. 버섯류가 생산하는 면역강화 기능성소재 개발 및 응용연구. 연차보고서 첨단기술개발사업 1997, p.92.
4. 이영석. 1996. 버섯산업의 정책과제와 육성방향. 연구결과요약집 1996. 한국농촌경제연구원 pp.41-44.
5. 박상훈. 1998. 버섯재배의 주요 실패원인과 극복방안. Research and extension, Vol.39(10) pp.15-16.
6. 박무현, 오국용, 이병우. 1998. 표고버섯과 느타리버섯의 항암효과. 한국식품과학회지, Vol.30(3) pp.702-708.
7. Ham, S. S., D. H. Kim, D. S. Lee. 1997. Antimutagenic effects of mythyl alcohol extracts from *Auricularia auricula* and *Gyrophora esculenta*. Korean Journal of food science and technology, Vol.29(6), pp.1281-1287.
8. Lee, G. D., H. G. Chang, H. K. Kim. 1997 Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. Korean Journal of food science and technology, Vol.29(3), pp.432-436.
9. Song, C. H., H. Y. Moon, C. H. Ryu. 1997. Artificial cultivation of *phellinus linteus*. Korean journal of mycology, Vol.25(2), pp.130-132.

10. 이태수. 1998. 표고 원목재배 기계화 및 시스템 개발. 현장애로기술개발사업연구성과보고서, pp.451-452.
11. 유익동. 1997. 버섯류가 생산하는 면역강화 기능성 소재개발 및 응용연구. 연차보고서 첨단기술개발사업 1996. p.201.
12. 조우식, 윤영석, 류영현. 1996. 버섯류 재배법 개발 연구 : 구름버섯(운지) 재배법 개발에 관한 시험. 농사시험연구보고서 1995 I권(농업경영, 작물, 원예, 식환분야) pp.651-653.
13. 윤영석, 조우식, 류영현. 1998. 버섯류 재배법 개발연구 : 영지 병재배시 푸른곰팡이병 경감에 관한 시험. 농사시험연구보고서 1997 I권 농업경영·작물·원예·식환분야, pp.490~492.
14. Han, M. J., E. A. Bae, Y. K. Rhee, D. H. Kim. 1996. Effect of mushrooms on the growth of intestinal lactic acid bacteria. Korean Journal of food science and technology, vol.28(5), p.947-952.
15. 이택철. 1997. 버섯재배 수조식 종합관리 및 재배상 이동장치. 현장애로기술개발사업연구성과보고서, 1994-1996, pp.74-75.
16. 최광재, 오권영, 김승희, 전종길, 이공인. 1997. 버섯재배의 생력기계화 연구 : 버섯재배사 환경조절시스템 개발. 농업기계화시험연구보고서 1996/ 농촌진흥청 농업기계화연구소, pp.424-431.
17. Min, J. Y., E. M. Kim, T. J. Min. 1997. Development of antibiotics in mushroom - The screening of antifungal activities in basidiomycetes. Korean journal of mycology, Vol.25(4), pp.354-361.
18. 양한철. 1998. 버섯함유 항혈전물질의 기능성 식품화 : 구름버섯의 항혈전 활성물질의 함황성 다당류. 대형공동연구성과 1996 기관공동연구·농업특정연구 p.182.

19. 박정훈. 1996. 산업 부존자원을 이용한 표고, 영지버섯 재배 기술개발. 내고장새 기술개발사업결과 요약/농촌진흥청 1994-1995, pp.118-119.
20. 임재현, 김동현, 김정봉, 김양섭. 1997. 신기능성 소재 탐색 및 이용 연구 : 생리 활성물질 탐색 및 생물검정기술 개발. 시험연구사업보고서 생물자원부 1996/ 농업과학기술원, pp.354-362.
21. 이희덕, 김홍규, 김용균, 장현유. 1998. 약용버섯 재배법 개발 연구 : 목질진흙 버섯속 버섯 인공재배 가능성 검토 시험. 시험연구보고서 1997/ 충청남도농촌진흥원, pp.613-615.
22. 이두원, 정호근, 박정식, 이동철. 1998. 여건변화에 대응한 전업농의 경영안정화에 관한 연구 : 느타리버섯 재배농가의 경영안정화에 관한 연구. 연구사업보고서 1997/ 농촌진흥청농업경영관실, pp.299-318.
23. Kim, S. W., E. S. Kim. 1997. Studies on the immunomodulating effects of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum* on macrophage. *Journal of the Korean society of food science and nutrition*, Vol.26(1), pp.148-153.
24. 홍인표, 석순자, 강안석, 장현우, 김광포. 1997. 유용균류 자원개발 연구 : 진흙버섯의 생산기술 개발 연구. 시험연구사업보고서 생물자원부 1996/ 농업과학기술원, pp.735-745.
25. Kim, H. K., Y. S. Kim, S. J. Seok, G. P. Kim, D. Y. Cha. 1998. Artificial cultivation of *tricholoma giganteum* collected in Korea(I) - Morphological characteristics of fruitbody and environmental condition in habitat of *T. giganteum*. *Korean journal of mycology*, Vol.26(2), pp.182-186.
26. Chang, H. Y. 1998. Mycelial properties of *Tremella fuciformis* and *Hypoxyylon* sp.. *Korean journal of mycology*, Vol.26(3), pp.321-326.