

GOVP1199801722

135.8  
4293 2  
V.2

제2차년도  
최종보고서

## 표고 톱밥재배 기계화 및 시스템 개발

Development of sawdust cultivation system  
and mechanization for oak-mushroom.

연구기관  
임업연구원

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “표고 톱밥재배 기계화 및 시스템 개발” 과제의 최종보고서로  
제출합니다.

1997. 12.

주관연구기관명 : 임업연구원  
총괄연구책임자 : 이원규  
연구원 : 윤갑희  
협동연구기관명 : 신일상사  
협동연구책임자 : 고광우  
연구원 : 남상인  
협동연구기관명 : (주)세계정밀  
협동연구책임자 : 백우인  
연구원 : 김석수  
협동연구기관명 : 포천종균배양소  
협동연구책임자 : 정덕균  
연구원 : 김대오

# 요 약 문

## I. 제목

표고튐밥재배 기계화 및 시스템 개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 표고는 농산촌민의 중요한 단기 임산소득원이나 재배원목 및 인력부족으로 재배 여건이 어려워져 이를 해결하기 위하여 기계화·생력화 재배방법인 표고튐밥재배법을 '93년에 기 개발하였으며, 이의 실용화 보급을 위한 생력재배 기계화 시스템을 개발 하는데 그 목적이 있다.

2. 즉, 표고튐밥재배법을 농가에 보급하기 위하여서는 아직까지 국내에서 개발되지 못한 재배용기(P.P필름용기등)의 국산화, 표고튐밥재배에 적합한 배지입봉기, 종균접종기 등 각종 기자재의 개발 및 버섯생산성을 극대화 할 수 있는 재배사환경조절시스템 등의 개발이 긴급하다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리나라 표고재배 기계화를 위한 표고튐밥재배의 확대 보급의 필요성이 대두되어 재배시스템에 필요한 주요 재배기자재인 표고튐밥재배용 봉지, 재배용 P.P병, 튐밥배지입봉기, 종균접종 생력 시스템, 재배사 환경조절시스템 등의 국산화 개발과 이의 실연시험을 통한 검증으로 개발완료후 즉시 농산촌민에게 보급가능하도록 하고자 하였다.

## IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 표고튐밥재배 생력 자동화시스템 개발

#### 가. 튐밥재배 관련 주요기계 자료조사

(1) 튐밥제조기 : 현재까지 개발된 튐밥제조기의 3종의 유형을 조사하였다.

(2) 튐밥배지 혼합기

국외에서 개발되어 사용하고 있는 배지혼합기는 현재 14종이 있는데 이중 4종의 주요기종에 대한 규격과 성능을 조사하였다.

(3) 튐밥배지입봉기

봉지를 set하는 방법에 의한 입봉기 유형 7종을 조사하였다.

(4) 툽밥배지 살균가마

(가) 종류 : 상압식, 고압식이고 형태는 각형, 각환형, 환형.

(나) 가마의 문 : 편면, 양면형

나. 툽밥재배 주요공정 조사

(1) 배지혼합: 혼합용량 2.5kg 툽밥배지 360봉~750봉/1일1인/ 1~1.5시간/1회

(2) 배지입봉: 배지크기가 2~2.5kg일때, 2구 상하작동식은 750봉/1회/3인/3시간이었으며 로타리형은 1,200봉/1회/4인/50분이 소요 되었다.

(3) 배지살균(고압) : 2~2.5kg배지 400~450개/1인1일/1시간/1회(살균 : 약 6시간)

(4) 종균접종 : 반자동접종기의 작업공정은 750봉/3시간/3인이 소요되었다.

\* 접종작업의 접종종균준비, 소독등 1시간/1인/1일 소요됨.

다. 툽밥재배방법 개선

(1) 미이용 수종의 재배자원 개발

(가) 재배자원 : 밤나무툽밥

(나) 버섯 발생량 및 품질이 참나무툽밥과 대등하게 양호하였다.

배 지 조 성	발생량 (g/1kg배지)	버섯의 품질(cm, gr)				
		갓직경	갓두께	줄기길이	줄기직경	개체중
신갈+미강(대조)+첨가물	228.0	5.6	1.8	4.8	1.0	17.2
밤나무+미강+첨가물	229.0	5.6	1.5	4.2	0.9	16.1
신갈+밤나무+미강+첨가물	298.6	5.3	1.7	4.3	0.9	14.9

(2) 재배용 영양제 개발

신갈나무툽밥에 미강 및 밀기울을 혼합한 배지에 Xylose를 1, 2, 3% 첨가하여 생산성을 조사한 결과 미강과 혼용하여 사용할 때에는 효과가 인정되지 않았으나, 밀기울과 혼용하여 사용했을 경우에는 Xylose 2%농도에서 대조구에 비하여 약 1.3배의 증수효과가 인정 되었다.

다. 재배경영 모델조사

표고툽밥재배 방법은 새로운 재배기술로써 국내에서 이제 시도하는 단계이로 재배현장에서의 사례 조사가 불가능하였다. 따라서 일본의 재배경영 모델과 국내 배양소 조사자료(4개소)를 참고로하였으며 시설비, 기자재비, 인건비, 버섯의 판매단가등 제반 사항을 국내 재배현장 기준으로 조사하였다. 재배모델은 툽밥배지만을 배양하는 배양센타(배지생산형), 툽밥배지를 배양하여 버섯재배까지 일관 생산체제를

갖춘 재배형(일관생산형), 톱밥배지 배양센터에서 배양된 톱밥배지를 구입하여 재배하는 재배형(구입생산형)으로 3유형의 재배모델 조사 결과는 다음과 같다.

구분	톱밥재배 모델			비고	
	배지생산형	일관생산형	구입생산형		
산출기준	300,000개/년	10,000개/년	10,000개/년	① 톱밥배지: 1.2kg/개	
경영비용(원)	202,085,970	12,809,200	12,845,090		
생산물수량	300,000개	3,000kg	3,000kg	② 생표고생산	
평균단가	750원/배지	5,000원/kg	5,000원/kg		
판매가격(원)	225,000,000	15,000,000	15,000,000		
소득(원/년)	22,914,030	2,190,800	2,154,910	톱밥재배/1년	
년간 재배 적정 규모	수량	년 30만개	년 8만개	년 4만개	①1.2kg배지기준
	소득	22,914,030원	17,526,400원	8,619,640원	②자가노임 제외

## 2. 표고톱밥재배용기의 국산화 개발

### 가. 톱밥재배용 P.E필름봉지 개발

#### (1) 봉지제조 재질조건

(가) 봉지의 재질 : 고밀도 필름(High density P.E), 봉지의 두께 : 0.045mm

(나) 통기 필터의 재질 : 고밀도 P.E(HDPE)방사필터

#### (2) 봉지 접착조건

(가) 봉지 끝단부 접착 : 연속 열융착 실링방법 채택

(나) 봉지와 필터접착 : 순간발열 강제 압착접착

※ 온도 175±5℃, 압착시간 0.8Sec., 압력 3~4kg/cm<sup>2</sup>

#### (3) 봉지의 규격

봉지의 톱밥배지 입봉량은 2~2.5kg을 기준으로 하였으며 봉지의 폭은 205~210mm이고 길이는 450~460mm이며 통기필터의 내경은 49~50mm로 하였다. 또한 봉지의 양 측면을 M자로 접어서 톱밥배지입봉시 톱밥배지가 봉지내로 원활히 입봉 되도록 하였다.

(4) 개발효과 : 개발전 전량을 외국에서 수입하여 사용하였으나 국산화 개발로 외화절약과 봉지구입비의 52%를 절감(250원→120원)할 수 있게 되었다.

### 나. 표고톱밥재배용 P.P병 개발

(1) 재료명 : P.P (JT-170)포리프로필렌-투명성

(2) 용기의 구조적 특징

툽밥배지(2kg)용기는 배양이 완료되었을 때 배지를 쉽게 꺼낼수 있도록 두 부분(뚜껑과 하부몸체)으로 나뉘어 착탈 할수 있는 구조로 하였다.

(3) 개발효과

(가) 배양중 분해수가 용기 하단에 분리되므로 봉지재배 배양보다 배양기간을 약 1개월 단축시킬수 있고, 배양실의 배지 수용능력도 봉지보다 약 2배이상 증가시킬 수 있다.

(나) 용기의 재질이 단단하여 기계화와 자동화가 용이하고 배지의 이동이 편리하며 용기를 재 사용할 수 있다.

### 3. 표고툽밥재배 일관작업 자동시설 국산화 개발

#### 가. 툽밥배지입봉기 개발

(1) 입봉용량, 방식 : 배지 2kg입봉용 P.E 봉지, 배지모양은 각형, 로터리식

(2) 성능 : 입봉속도 350~400봉지/1시간

(3) 특징 : 봉지 Guide/Hoder 부착, 툽밥배지 감지센서기술 적용

(4) 개발효과 : 외제 입봉기 구입비의 28% 절감효과(2,100만원→1,500만원)

#### 나. 생력 종균접종 시스템 개발

(1) 종균접종시스템의 주요구성

(가) 접종원 분쇄 및 인출(引出)장치

(나) 피접종원에서의 분쇄접종원 투입구

(2) 접종시스템의 특징

접종작업 생력화를 위하여 접종실에서의 봉지절단, 종균투입, 봉지실링과정의 온라인화로 기존 수작업(8시간)보다 작업시간을 약 1/5로 단축(1.5시간)하므로써 오염율을 줄이고 작업의 생력화가 가능하다.

#### 다. 재배사 환경조절시스템 국산화 개발

(1) 환경조절시스템의 주요구성

(가) 약전(弱電)부 Hardwere 및 Softwere (나) 강전부(냉동기 구동부)

(2) 성능 : 콘트롤 온도범위 0~25℃, 습도범위 10~90%, 환기 콘트롤방식

(3) 개발효과

(가) 1개의 콘트롤러로 여러 냉동기를 동시에 콘트롤하여 냉동기설치시 콘트

를러가 차지하는 비용을 약 16%절감(5대설치 기준)할수 있고 환경제어가 편리하다.

(나) 콘트롤 조작판넬부를 버섯재배사 전용으로 설계하여 재배농가가 편리하게 사용할수 있도록 하였다.

#### 4. 톱밥재배 생력 자동화시스템 실연시험

##### 가. 톱밥재배용 P.E봉지개발 실연재배

(1) 공시봉지 종류에 따른 표고톱밥배지에서 배양초기(접종후 30일)의 균사만연율은 97% 이상으로 양호하며 처리간의 차이는 나타나지 않았다.

(2) 배양중의 톱밥배지 중량감소율을 조사하여 각 통기필터별 균사의 분해력을 비교해 본 결과 1073D 봉지가 배양 90일째 13.3%의 분해율을 보여 가장 우수하였다.

(3) 공시봉지 6종의 톱밥배지에 배양, 발생처리하여 약 70일간 버섯발생량을 조사한 결과 1073D, 1085D가 비교적 양호하였으나 모든 처리가 23~26%의 버섯발생수율을 보여, 공시봉지 6종이 모두 톱밥재배용으로 사용 가능함을 확인 하였다.

##### 나. 톱밥재배용 P.P병의 표고균 톱밥배양 실연시험

(1) 배양 60일까지 P.P병배지가 봉지의 배지분해율(5.4%)의 약 2배(10~11.6%)로 양호하였다.

(2) 배양중 P.P배양병내 분해수가 고이는 공간이 작아서 배양병 필터의 일부가 분해수에 침수되어 분해수가 고이는 공간의 확장이 필요하다.

##### 다. 톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발기계 실연

(1) 개발이 완료된 톱밥배지혼합기, 배지이송콘베아, 톱밥배지입봉기의 배지제조실연시험을 실시한 결과 온라인 생산시스템의 가동결과가 양호하였다.

(2) 배지입봉기의 작업공정은 2kg배지를 1시간당 220봉지를 입봉하고, 입봉후 봉지를 밀봉하고 배지를 운반하는데 3인이 소요 되었다.

(3) 종균접종기는 기존의 접종기 보다 작업량이 1.5배가 되는 생력화 효과가 있었다.

(4) 재배사 환경조절시스템은 이 시스템 하나로 3개의 냉동기를 제어 할수 있어 냉동기별로 시스템을 설치하는 기존의 방법에 비하여 약 16%의 설치비 절감효과가 있으며 컴퓨터에 연결하면 실내에서 종합적인 자동제어가 가능하도록 개발하였다.

#### 5. 연구결과 활용에 대한 건의

##### 가. 표고재배 기계화-표고톱밥재배의 필요성

(1) 우리나라의 표고재배 방법은 원목을 이용한 재배가 주종으로 전국의 재배

농가는 약 7,700여호이고 농산촌의 중요한 단기소득 작목으로 각광을 받아 계속 증가 추세이다. 그러나 농산촌인력의 급격한 감소와 노령화, 원목재배의 기계화 한계와 중노 동성, 원목자원의 부족등으로 재배에 큰 어려움이 도출되고 있다.

(2) '93년도 임업연구원이 기 개발한 "표고톱밥재배 방법"은 재배과정이 대부분이 기계화, 생력화 할수 있고, 재배원목을 톱밥화하여 재배하므로써 원목자원 절약효과도 2~3배에 달할수 있으므로 이의 적극적인 확대보급 필요성이 대두되었고, 재배자의 반응도 매우 양호 하였다. 그러나 재배시스템에 필요한 주요 재배기자재가 개발되어있지 않고, 기계화.생력화 재배시스템이 정립되지 않아서 이 기술보급의 활성화에 장애가 되어 왔다.

(3) 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 '95년 10월부터 '97년 11월까지 "표고톱밥재배 기계화 및 시스템 개발"연구에 착수하여, 표고톱밥재배에 필요한 주요 기자재인 표고톱밥재배용 봉지, 재배용 P.P병, 톱밥배지입봉기, 종균접종 생력시스템, 재배사 환경조절시스템등의 국산화 개발에 성공 하였다.

#### 나. 표고톱밥재배 기술의 정책적 확대보급의 긴급성

(1) 우리나라의 표고 연간생산액은 약 540억원('95)이며 생산량은 2,824톤(건표고 기준, '95)으로 수출액 1,500만불('95)로 농산촌민의 커다란 소득원이었으나 국제시장의 개방화로 중국산 표고가 들어오면서 생산량은 3,435톤('96)으로 증가하였으나 수출량은 940만불로 급감하게 되었다.

(2) 따라서 표고재배의 생력.기계화 시스템인 표고톱밥재배시스템의 보급은 현안과제로, 일시에 많은 투자가 요구되는 톱밥배지배양센타등은 표고 주산지별로 국가나 지방자치단체에서 지원.육성하여 정책적으로 확대보급 할 필요가 있다.

이러한 기계화 생력 재배시스템이 활성화 되지 않으면 금후 앞에서 언급한 여러 가지 문제점으로 표고재배와 국제경쟁력 향상에 크게 지장을 받을것으로 예상된다.



# S U M M A R Y

I. Title : Development of sawdust cultivation system and mechanization for oak mushroom.

## II. Purpose of the study

Oak mushroom is an important forest income sources for farmers and mountain village people in short-term. But, the lack of logs and labor for the cultivation became a big problem, which resulted in limited cultivation in Korea.

The mechanization and labor-saving cultivation technique such as sawdust-based cultivation had been developed to solve the situational problem. In this study, we tried to make a scheme for general use of the labor-saving cultivation system with automation so that the system contribute productivity improvement which is competitive to international cultivation techniques and ultimately profits farmers.

## III. Context of the study

1. Fundamental studies for the development of labor-saving automation system with sawdust-based cultivation technique of oak mushroom
  - (1) Survey of the major tools for sawdust-based oak mushroom cultivation
  - (2) Survey of the major processes for sawdust-based oak mushroom cultivation
  - (3) Exploitation of good resources for the cultivation
  - (4) Survey of typical management model for the cultivation
2. Development of proper container for sawdust-based oak mushroom cultivation
  - (1) Suitable P·E bag for general use
  - (2) Suitable P·P bottle for automatic system with saving labor

3. Development of major mechanics for sawdust-based oak mushroom cultivation by domestic industry
  - (1) Mixer of sawdust medium, Sawdust medium filler, Spawn inoculation system
  - (2) Environment controlling system for the cultivation house
4. Practical exercise of the developed mechanics and cultivable containers.
  - (1) Cultivation exercise of the developed P·E-bags and P·P-bottles
  - (2) Cultivation exercise of the major mechanics developed in this study

#### IV. Results and Suggestions

1. Development of labor-saving automation system with sawdust-based cultivation technique of oak mushroom
  - (1) Survey of the major tools for sawdust-based oak mushroom cultivation  
: The international techniques of sawdust maker, mixer of sawdust medium, sawdust medium filler, autoclave(sterilizer) of the sawdust medium and others were surveyed from literature and the spot.
  - (2) Survey of the major processes for sawdust-based oak mushroom cultivation
    - a. Medium mixing : in bag of 2.5kg medium, 360~750 bags of the sawdust media/person/day, 1~1.5 hours/cycle
    - b. Medium filling : in bag of 2~2.5kg medium, up & down type produces 750 bags of the sawdust media/3 persons/3 hour/cycle, while rotary system produces 1,200 bags of the media/4 persons/50 minutes/cycle
    - c. Sterilization(high pressure) : a bag of 2~2.5kg medium, 400~450 bags of the sawdust media/person/day, 1 hour/cycle
    - d. Spawn inoculation : semi-automatic system produces 750 bags of the sawdust media/3 persons/3 hours
  - (3) Exploitation of good resources for the cultivation
    - a. Exploitation of unused tree species

- resource : sawdust from the tree of chestnut(*Castanea crenata* S. et Z.)
  - yield and quality : similar to those from the sawdust medium of oak species
- b. Development of nutritional addition technique for cultivation
- : the addition of wheat bran to the sawdust medium of *Quercus mongolica* Fisch. with 2% of xylose resulted in 1.3 times higher yield compared to the control medium
- (4) Survey of typical management model for the cultivation
- : The technique of sawdust-based oak mushroom cultivation is in the starting point in Korea. So, the typical model of Japanese and 4 domestic models were surveyed to suggest 3 types of models such as medium-culture, medium-culture and fruiting, fruiting of medium.

## 2. Development of proper container for sawdust-based oak mushroom cultivation

### (1) Development of P·E bag for sawdust-based oak mushroom cultivation

#### a. Condition of material for P·E bag manufacture

- Characteristics of P·E bag material : high density poly-ethylene, 0.045mm in thickness
- Characteristics of aeration filter : radial filter of high density poly-ethylene

#### b. Cementing condition of the P·E bag

: Temperature  $175 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , pressing time 0.8 seconds, pressure  $3 \sim 4\text{kg/cm}^2$

#### c. Size of the P·E bag

: For the 2~2.5kg medium, width 205~210mm, length 450~460mm, inside diameter of aeration filter 49~50mm

#### d. Advantage of the development

: Domestic manufacture was 52% of cost down for a bag

### (2) Development of suitable P·P bottle for sawdust-based oak mushroom cultivation

#### a. Material : poly-propylene (P·P ; JT-170)

- b. Structural specialties of the container
    - : The sawdust medium container(2kg) has two parts(top and body) which is helpful for removing the medium by opening the top when the culture is complete
  - c. Advantage of the development
    - : The container can be reused continuously and it was 50% of cost down for a bottle
3. Development of automation system for sawdust-based oak mushroom cultivation in domestic scale
- (1) Development of proper sawdust medium filler
    - a. Capacity and style : 2kg, rotary style
    - b. Performance : 350~400 envelopes/hour/person
    - c. Advantage of the development
      - : Curtails 28% of purchasing fee of foreign product
  - (2) Development of spawn inoculation system for labor saving
    - : The system reduces contamination and saves labor cost since the system takes 1.5 hours for the procedure while the routine manual system takes 8 hours for the procedure (5 times more compared to the developed system)
  - (3) Environment controlling system for the cultivation house in domestic scale
    - a. Capacity : temperature range 0~25℃, humidity 10~90%, capable of aeration control
    - b. Advantage of the development
      - : One controller controls several freezer simultaneously, which curtails 16%(in case of 5 freezers) of establishment fee and is useful for environmental control
4. Practical exercise of the developed mechanics and container for sawdust-cultivation of oak mushroom *in situ*.
- (1) Cultivation exercise by use of the P·E bags.

: The cultivation of sawdust medium by use of 6 kinds of experimental P-E bags produced fruit bodies with 23~26% of the medium weight for about 70 days, which manifested that the P·E bags were useful for the cultivation

(2) Cultivation exercise by use of the P·P bottle

: 60 days of cultivation produced 10~11.6% of decomposition rate of the medium which is 2 times higher than the P-E bags(5.4% of the rate)

(3) Cultivation exercise of the whole automation system developed in this study

a. The on-line system with the developed medium mixer, medium transferring conveyor and medium filler showed good manufacturing system from the medium preparation exercise

b. The medium filler produced 220 P·E bags of 2kg medium an hour by one person and showed good performance for the filling

c. The spawn inoculator reduced the labor charge down to 20% of the manual system, and the environmental controlling system for the

d. cultivation house also took good performance

# CONTENTS

<b>Chapter I . Introduction -----</b>	<b>16</b>
Section 1. Background of the Study -----	16
Section 2. Trends of the Study -----	16
Section 3. Purpose and Context of the study -----	17
<b>Chapter II . Development of labor-saving automation system with           sawdust-based cultivation technique of oak mushroom ----</b>	<b>21</b>
Section 1. Introduction -----	21
Section 2. The system processes of sawdust-based cultivation for oak mushroom -----	22
Section 3. The present condition of sawdust cultivation for oak- mushroom in Korea -----	36
Section 4. Fundamental studies for the development of labor-saving automation system with sawdust cultivation technique of oak mushroom -----	37
Section 5. Conclusion -----	59
<b>Chapter III . Development of proper container for sawdust-based oak           mushroom cultivation -----</b>	<b>60</b>
Section 1. Introduction -----	60
Section 2. Development of P·E bag for sawdust-based oak mushroom cultivation -----	60
Section 3. Development of suitable P·P bottle for sawdust-based oak mushroom cultivation -----	63
Section 4. Conclusion -----	67

<b>Chapter IV. Development of automatic mono-line system for sawdust-based oak mushroom cultivation by domestic industry -----</b>	<b>68</b>
Section 1. Introduction -----	68
Section 2. Development of proper sawdust medium filler for the cultivation -	68
Section 3. Development of spawn inoculation system for labor saving ----	69
Section 4. Development of environment controlling system for the cultivation house by domestic industry -----	72
Section 5. Conclusion -----	73
 <b>Chapter V. Practical exercise of the developed mechanics and container for sawdust-cultivation of oak mushroom <i>in situ</i> -----</b>	 <b>96</b>
Section 1. Introduction -----	96
Section 2. Cultivation exercise of the proper container for the system -----	96
Section 3. Cultivation exercise of the whole automation system developed in this study -----	98
Section 4. Conclusion -----	101
 <b>Chapter VI. Summary -----</b>	 <b>102</b>
 <b>References -----</b>	 <b>107</b>

# 목 차

제 1 장 서론 -----	16
제 1 절 연구배경 -----	16
제 2 절 연구동향 -----	16
제 3 절 연구목적 및 내용 -----	17
제 2 장 표고톱밥재배 생력 자동화시스템 개발 -----	21
제 1 절 서론 -----	21
제 2 절 표고톱밥재배 시스템 및 재배과정 -----	22
제 3 절 우리나라의 표고톱밥재배시스템 현황 -----	36
제 4 절 생력 자동화시스템 개발을 위한 기초연구 -----	37
제 5 절 결과요약 -----	59
제 3 장 표고톱밥재배용기의 국산화 개발 -----	60
제 1 절 서론 -----	60
제 2 절 표고톱밥재배용 P·E봉지 개발 -----	60
제 3 절 표고톱밥재배용 P·P병 개발 -----	63
제 4 절 결과요약 -----	67
제 4 장 표고톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발 -----	68
제 1 절 서론 -----	68
제 2 절 표고톱밥재배용 배지입봉기 개발 -----	68
제 3 절 표고톱밥재배용 집종시스템 개발 -----	69
제 4 절 표고톱밥재배용 환경조절시스템 개발 -----	72
제 5 절 결과요약 -----	73
제 5 장 표고톱밥재배 생력 자동화시스템 실연시험 -----	96
제 1 절 서론 -----	96
제 2 절 표고톱밥재배용기 실연시험 -----	96
제 3 절 표고톱밥재배 일관작업 자동화시설 실연시험 -----	98
제 4 절 결과요약 -----	101
제 6 장 요약 -----	102
참 고 문 헌 -----	107



## 제 1 장 서론

### 제 1 절 연구배경

표고톱밥재배는 원목재배에 비하여 ①활엽수자원을 거의 100% 이용 할 수 있으며, ②재배기간이 대단히 짧아 자금회전이 빠르고, ③재배과정의 많은 부분이 기계화 할수있고, ④톱밥재료에 대한 버섯 수확량도 원목의 2-3배 이상으로 표고 원목재배의 단점을 보완할수있는 장점도 갖고 있다. 현재 일본, 중국, 대만등에서는 이 재배방법으로 많은량의 표고를 생산하고 있다.

우리나라에서도 80년대부터 본격적으로 표고 톱밥재배연구에 착수하여 재배품종의 개발, 톱밥배지의 다양화, 배양조건및 버섯의 발생방법등을 구명하여 왔으며 1993년 임업연구원에서 표고톱밥재배기술 개발에 성공하였고 지금도 표고톱밥재배 생산성향상을 위한 연구가 활발하게 진척되고 있다.

여러가지 여건상 앞으로 우리나라에서도 톱밥재배방법에 의한 표고생산이 불가피 할것으로 예상되는바 이의 실용화 보급이 당면과제로 부상되고 있는 것이 현실이다.

따라서 본 연구는 표고톱밥재배방법의 실용화 보급을 위하여 표고톱밥재배용 P.P봉지, P.P병등의 재배용기와 표고톱밥배지입봉기, 표고톱밥재배용 절종기, 재배사 환경 조절시스템등의 국산화 개발로 표고톱밥재배 기계화 및 시스템 개발을 위하여 실시하였다.

### 제 2 절 연구동향

우리나라의 표고재배는 1905년부터 시작된 원목재배가 그 주종을 이루어 왔다. 현대적인 표고의 원목재배는 1956년에 표고종균을 순수분리 및 배양하여 여러 지방에서 시험재배한 것이 최초로써 현재까지 계속되고 있다. 그후 표고의 원목재배기술은 크게 발전하여 세계 표고시장에서의 한국산 표고가 고급품으로 취급되고 있는 실정이다.

그러나 표고톱밥재배는 1970년대 후반부터 국가연구기관에서는 농림업부산물의 활용법개발과 톱밥배지를 이용한 표고품종 선발시험 과정을 통하여 시작하게 되었고, 1980년대 중반에서부터 연구가 활성화되어 배지(培地) 재료(톱밥의 종류), 첨가물의 종류, 배양조건, 버섯발생방법등에서 커다란 성과를 거두었다.한편 몇개소의 민간 종균배양소를 중심으로 표고톱밥재배가 시도된바 있으나 성공적인 보급에는 이르지 못하였다.

우리보다 버섯재배기술에서 한발 앞서있는 일본에서는 원목자원의 부족등 여건변

화로 공립연구기관을 중심으로 연구가 추진되어 왔으며 현재는 표고톱밥재배의 각종 기계화설비도 시판되고 있는 실정이다.

즉, 일본에서는 표고톱밥재배에 상당한 시설을 갖춘 배양업소에서 톱밥배지에 종균을 접종하여 일정한 기간동안 배양한후 일반 재배자에게 분양판매하고, 일반재배자는 이 배지(균사배양이 완료된 배지)를 구입하여 오직 짧은기간동안 버섯을 발생시켜 수확만하는 일종의 생산공정 일부를 담당하는 방법이 성행 하고 있다.

특히 표고톱밥재배는 팽이버섯,맛버섯 생산과 시기적인 보완 작목으로 재배하여 왔으나 요즘은 기존의 유희시설을 이용한 새로운 지역특화사업으로 활기를 띠고 있다. 또한 일부에서는 년중재배를 위하여 표고전용파이프하우스등의 개발을 서두르고 있다.

중국에서는 인력확보가 용이하며 인건비가 저렴한 잇점을 십분 이용하여 시설재배가 아닌 자연기상조건에 맞춘 재배방법으로 톱밥표고를 생산하여 생표고 및 건표고로 국제시장에 다량 염가로 출하하고 있다.

시설을 이용한 표고톱밥재배는 원목재배와는 달리 년중 언제나 생산이 가능 할 뿐만 아니라 원목재배로써는 버섯을 발생시킬 수 없는 단경기(端耕期)에 생산 및 출하를 할 수 있으며, 또 도시근교에서는 생표고 출하를 목표로하는 유망한 재배기술이다.

### 제 3 절 연구목적 및 내용

#### 1. 연구목적

표고는 농산촌민의 중요한 단기 임산소득원이나 재배원목 및 인력부족으로 재배여건이 어려워져 이를 해결하기 위하여 기계화.생력 재배방법인 표고톱밥재배법을 개발하였으며, 이의 실용화 촉진을 위한 생력재배 기계화 시스템을 개발하는데 그 목적이 있다.

#### 2. 연구개발의 필요성

##### 가. 기술적인 측면

임업연구원에서는 1993년에 표고톱밥재배기술을 개발하였다. 이 기술은 표고 재배시 원목을 이용치 않고 톱밥과 영양제를 혼합하여 P.P필름등 재배용기에 투입하여 살균하고 종균을 접종한후 일정기간 배양하여 배지를 침수 시킨다음, 버섯을 발생시키는 방법으로 막대한 시설과 기자재가 필요한 고도의 재배기술을 요한다.

표고 톱밥재배법을 농가에 보급하기위해서는 아직까지 국내에서 개발되지 못한 재

배용기(P.P필름용기등)의 국산화, 표고톱밥재배에 적합한 배지혼합기, 배지입봉기, 중간접종기등 각종 기자재의 개발 및 개선과 생산성을 높이고 버섯생산량을 극대화 할 수 있는 운습도 조절시설, 작업시스템의 구조개발등 생력 시스템 개발이 필요하다.

#### 나. 경제·사회적인 측면

우리나라에서는 표고원목재배가 주종을 이루고 있으며, 전국적으로 7,650여 농가에서 연간 약 2,000여톤의 표고를 생산, 450억원의 수익과 1,800만불의 외화를 얻고 있는 표고 원목재배는 고소득 작목으로 각광을 받고 있으나 인력난 및 작업여건이 어려워 재배경영조건이 열악해지고 있다.

표고 톱밥재배법은 기계화·생력화가 가능하여 이 방법이 전국 농가에 보급되어 생산성의 향상으로 저렴한 가격으로 대량 생산할 경우 중국산 저급품 표고수입을 억제할뿐만아니라 연간 1,600억엔(약 1조3천억원)에 달하는 일본 표고시장에서 충분히 일본 표고와 경쟁력을 갖춰 수출물량을 현저히 신장 시킬수 있을 것으로 전망된다.

#### 다. 사회적 측면

표고는 우리나라의 전지역에서 재배할수 있는 수익성이 높은 소득작목일 뿐만 아니라 맛과 향이 독특하고 항암, 항종양, 항바이러스등 약리학적 효능이 입증된 것으로 무공해 건강식품으로써 국민건강증진에 크게 기여 할것으로 보이며 소비량도 점차 증가 할것으로 예상 됨. UR협상으로 경쟁력 있는 농산물의 소득작목 개발에 어려움을 겪고 있는 현실에서 표고톱밥재배는 최적의 농가 고소득 작목으로 기대되고 있으며 이로 인한 농촌 소득이 증대되어 이농현상을 크게 억제시킴과 동시에 농촌의 사회적 문화적 발전에 미치는 영향이 클것으로 전망 된다.

### 3. 연구개발의 목표 및 내용

#### 가. 연구개발의 최종 목표

- (1) 표고톱밥재배용기의 국산화개발
- (2) 표고톱밥재배 생력 자동화기계의 국산화 개발
- (3) 표고톱밥재배 생력 자동화 시스템 개발

#### 나. 연구개발목표의 성격

영농어현장의 애로타결을 위한 기술개발

다. 연구개발 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 톱밥재배 생력 자동화시스템 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 톱밥재배 생력 자동화기계 개발을 위한 기초조사</li> <li>- 톱밥재배공정의 공정별 생력 시스템화 개발을 위한 조사</li> <li>- 톱밥재배방법 개선</li> </ul> </li> <li>◦ 재배용기의 국산화 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배용 P.E필름봉지의 개발</li> </ul> </li> <li>◦ 톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배지혼합기, 배지콘베어, 배지입봉기의 생력화 시스템</li> <li>- 배지입봉기의 국산화 개발</li> </ul> </li> <li>◦ 톱밥재배 생력 자동화시스템의 실연시험                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발된 기자재의 재배실연</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국산화 개발을 위한 기종별 자료조사</li> <li>- 주요 재배공정의 생력 시스템화 모색</li> <li>- 생산성 향상을 위한 배지재료 개발</li> <li>- 생산성 향상을 위한 배지 첨가제 개발</li> <li>- 재료조사 및 선정</li> <li>- 구조설계 및 모델정립</li> <li>- 시작품 제작 및 성능 검사, 개선</li> <li>- 재료조사 및 선정</li> <li>- 구조설계 및 모델정립</li> <li>- 시작품 제작</li> <li>- 성능검사 및 개선</li> <li>- 개발된 기자재를 이용한 생력 자동화시스템 구축</li> <li>- 개발된 기자재에 의한 재배실연으로 현장 적용성 검토 및 개선점 제시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 톱밥재배용 P.P봉지</li> <li>◦ 배지혼합기, 배지콘베어, 배지입봉기의 생력 시스템 재배실연</li> <li>◦ 배지입봉기의 재배실연</li> </ul> </li> </ul>

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 톱밥재배 생력 자동화시스템 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 톱밥재배 경영모델 조사</li> <li>- 톱밥재배방법 개선</li> </ul> </li>   <li>◦ 재배용기의 국산화 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배용 P.P병 용기의 개발</li> </ul> </li>   <li>◦ 톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생력 종균접종시스템 개발</li> <li>- 재배사 환경조절시스템 개발</li> </ul> </li>   <li>◦ 톱밥재배 생력 자동화시스템의 실연시험               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발된 기자재의 재배실연</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배유형별 재배경영모델 조사</li> <li>- 생산성 향상을 위한 배지재료 개발</li> <li>- 생산성 향상을 위한 배지 첨가제 개발</li>   <li>- 재료조사 및 선정</li> <li>- 구조설계 및 모델정립</li> <li>- 시작품 제작 및 성능 검사, 개선</li>   <li>- 재료조사 및 선정</li> <li>- 구조설계 및 모델정립</li> <li>- 시작품 제작</li> <li>- 성능검사 및 개선</li>   <li>- 개발된 기자재를 이용한 생력 자동화시스템 구축</li> <li>- 개발된 기자재에 의한 재배실연으로 현장 적용성 검토 및 개선점 제시               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 톱밥재배용 P.P병 용기</li> <li>◦ 종균접종기</li> <li>◦ 재배사 환경조절시스템</li> </ul> </li> </ul>

## 제 2 장 표고톱밥재배 생력 자동화시스템 개발

### 제 1 절 서론

표고톱밥재배는 원목재배에 비하여 ①활엽수자원을 거의 100% 이용 할 수 있으며, ②재배기간이 대단히 짧아 자금회전이 빠르고, ③재배과정의 많은 부분이 기계화할수있어 재배의 생력화와 재배인력난 해소가 가능하며, ④톱밥재료에 대한 버섯 수확량도 2-3배에 달하여 재배원료에 대한 생산성이 높아 고도의 재배원목자원 절약효과가 있는등 기존의 원목재배 단점을 보완할수있는 많은 장점을 갖고 있다. 현재 일본, 중국, 대만등에서는 이 재배방법으로 많은량의 표고를 생산하고 있다.

우리나라의 표고재배는 1905년부터 시작된 원목재배가 그 주종을 이루어 왔다. 현대적인 표고의 원목재배는 1956년에 표고종균을 순수분리 및 배양하여 여러 지방에서 시험재배한 것이 최초로 현재까지 계속되고 있다. 그후 표고의 원목재배기술은 크게 발전하여왔으며 현재 세계 표고시장에서 한국산 표고는 고급품으로 취급되고 있는 실정이다.

그러나 표고톱밥재배는 1970년대 후반부터 국가연구기관에서는 농림업부산물의 활용법개발과 톱밥배지를 이용한 표고품종 선발시험 과정을 통하여 시작하게 되었고, 1980년대 중반에서부터 연구가 활성화되어 배지(培地) 재료(톱밥의 종류), 첨가물의 종류, 배양조건, 버섯발생방법등에서 커다란 성과를 거두었다.한편 몇개소의 민간 종균배양소를 중심으로 표고톱밥재배가 시도된바 있으나 성공적인 보급에는 이르지 못하였다.

우리보다 버섯재배기술에서 한발 앞서있는 일본에서는 원목자원의 부족등 여건변화로 공립연구기관을 중심으로 연구가 추진되어 왔으며 현재는 표고톱밥재배의 각종 기계화설비도 시판되고 있는 실정이다.

즉, 일본에서는 표고톱밥재배에 상당한 시설을 갖춘 배양업소에서 톱밥배지에 종균을 접종하여 일정한 기간동안 배양한후 일반 재배자에게 분양판매하고, 일반재배자는 이 배지(균사배양이 완료된 배지)를 구입하여 오직 짧은기간동안 버섯을 발생시켜 수확만하는 일종의 생산공정 일부를 담당하는 방법이 성행 하고 있다.

특히 표고톱밥재배는 팽이버섯,맛버섯 생산과 시기적인 보완 작목으로 재배하여 왔으나 요즘은 기존의 유희시설을 이용한 새로운 지역특화사업으로 활기를 띠고 있다. 또한 일부에서는 년중재배를 위하여 표고전용파이프하우스등의 개발을 서두르고 있다.

중국에서는 인력확보가 용이하며 인건비가 저렴한 잇점을 십분 이용하여 시설재배가 아닌 자연기상조건에 맞춘 재배방법으로 톱밥표고를 생산하여 생표고 및 건표고로 국제시장에 다량 염가로 출하하고 있다.

시설을 이용한 톱밥재배는 원목재배와는 달리 년중 언제나 생산이 가능 할 뿐만 아니라 원목재배로써는 버섯을 발생시킬 수 없는 단경기(端耕期)에 생산 및 출하를 할 수 있으며, 또 도시근교에서는 생표고 출하를 목표로하는 유망한 재배기술이다.

우리나라에서도 80년대부터 본격적으로 표고 톱밥재배연구에 착수하여 재배품종의 개발, 톱밥배지의 다양화, 배양조건 및 버섯의 발생방법등을 구명하여 왔으며 1993년에 임업연구원에서 이 재배기술 개발에 성공하였고 이의 실용화 보급을 위한 노력을 계속해 왔다. 그러나 표고톱밥재배에 필요한 재배용기, 주요 기계화 시스템의 국산화 개발이 이루어지지 않아서 이를 시도하려는 재배자가 고가로 외국에서 수입하여야 하고 이들 기자재에 대한 「아프터 서비스」 또한 어렵기 때문에 실용화 보급에 커다란 장애가 되어왔다.

여러가지 재배 여건상 앞으로 우리나라에서도 톱밥재배방법에 의한 표고생산이 불가피할것으로 예상되는바, 이의 실용화 보급이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구는 표고톱밥재배 기계화 생력 재배시스템의 실용화 보급을 촉진하기위하여 국산화 개발하고자 하는 표고톱밥재배용기, 입봉기등 주요 기자재에 대한 선진국의 개발현황을 조사하여 이들 기자재 개발의 기초자료로 제공하고자 실시하였다. 또한 그외에도 표고톱밥재배 실용화 촉진 및 생산성 향상을 위하여 새로운 재배수종 및 영양제의 개발, 표고톱밥재배경영모델 조사, 우리나라의 표고톱밥재배 사례조사등에 관한 연구도 수행하였다. 또한 본 장에서는 새로운 표고재배방법인 표고톱밥재배기술의 이해를 돕기위하여 앞에서 논술한 연구내용이외에 이에 대한 재배연혁과 지금까지 개발된 주요 재배시스템 및 재배기술을 종합하여 정리하였다.

## 제 2 절 표고톱밥재배 시스템 및 재배과정

### 1. 표고톱밥재배 유형

#### 가. 년중발생재배

일본의 기업형 전업재배를 목표로하는 경영형태에 많이 쓰이는 방법으로 종균의 접종을 위한 무균실(無菌室), 균사배양을 위한 항온배양실, 버섯을 발생시키는 항온항습실등 상당한 시설을 필요로 한다. 이와같은 시설을 이용한 표고톱밥재배는 계획적인 생산과 출하로 년중 안정된 생산과 소득을 가능하게 한다. 년중재배에

서 표고종균을 접종하여 버섯을 생산하기까지의 기간은 표고 품종에 따라 다소 차이가 있으나 1kg 톱밥배지의 경우 배양기간은 80-100일, 버섯발생 및 채취회수 3회(90일)로 총 170-190일을 잡고있다.

#### 나. 자연발생재배

표고의 톱밥재배환경요인을 잘 이해하게되면 농가에서 공기조화시설(空氣調和施設)을 하지않고도 계절적인 기상조건을이용하여 봄과 가을에 자연재배로 버섯을 생산할수 있다. 현재 중국에서 많이 실행되고 있는 방법으로 시설비를 절감한다는 면에서 대단히 유용한 방법이다. 표고 접종시기는 야외의 일평균기온이 20℃정도가 되는 시기로부터 약 2개월전으로 표고 균사가 성장할 수 있는 5℃ 이상인 때에 접종하여 창고나 옥내에서 배양한다. 균사배양이 완료된 톱밥배지는 봉지(P.E袋)를 벗겨서 그늘진 야외에 일정한 간격으로 배열하고 물을 공급(관수 또는 침수)하면서 자연기온에 맡겨 버섯이 형성되도록 하는 방식이다. 이 경우 종균접종에서 버섯수확까지의 기간은 품종과 지역에 따라 다소 차이가 있으나 2kg 톱밥배지의 경우 균사배양기간은 90~100일, 갈변처리(皮膜形成)30~50일, 버섯발생 및 채취회수 4~6회(42~60일)로 하였을때 총 160~210일이 소요된다.

### 2. 표고 톱밥재배에 적합한 품종

현재 우리나라에서 종균으로 판매되고있는 품종은 산림청에 등록된 품종으로 원목재배용 종균이 11종이 있으며, 톱밥재배용종균은 모두 3종으로 산림청 임업연구원에서 개발하여 '94. 7. 21. 신품종으로 등록한 산림5호,산림6호 2종과 농촌진흥청 농업과학기술원에서 개발하여 등록한 농기3호 1종이 등록되어 일반에 보급되고 있다.

### 3. 표고 톱밥재배 과정

표고 톱밥재배는 년중발생 재배법과 자연발생 재배법으로 구분되나 두가지 방법 모두 표고 톱밥배지를 만들어 종균을 접종하고 배양시키는 과정(제1과정)과 톱밥배지의 배양이 완료된후 이를 발생처리하여 버섯을 발아시키고 성장시키는 과정(제2과정)으로 나눌수 있다. 제1과정은 배지재료인 톱밥에 영양제를 첨가하여 혼합한 후 수분을 조정하여 봉지에 톱밥배지를 넣고, 봉지를 밀봉하여, 살균, 냉각한후 종균을 접종, 배양관리(전기 및 후기)하는 것으로 구분된다.

제2과정(버섯의 발아와 성장과정)은 배양이 완료된 배지를 발생처리한 다음 배지에서 발생하는 버섯의 발아 및 성장관리등 제1기관리와 수확후의 소독, 휴면처리등 제2차 또는 3차수확을 위한 제2기 관리로 구분된다.



#### 4. 표고톱밥재배기술과 재배시스템

##### 가. 톱밥배지 재료

##### (1) 톱밥

톱밥재료로는 보통 표고의 원목재배에 이용되는 수종이 좋으나 외국수종 중 라왕은 좋지 않다. 톱밥재료로 적합한 수종을 열거하면 상수리나무, 물참나무, 졸참나무, 갈참나무, 물갈참나무, 호도나무, 자작나무, 오리나무, 가시나무류, 모밀잣밤나무류, 서어나무류등이 좋다. 펄프제조용 참나무칩을 만들때 부산물로 발생하는 파인칩은 그대로 톱밥재배에 이용하면 톱밥배지충진용기인 P.E봉지에 바늘구멍(pin hole)이 생기므로 1차 분쇄하여 사용하여야 하며 참나무톱밥사용량 80%중 절반인 40%까지 혼입하여 사용 할 수 있으며 이때의 버섯 생산성은 참나무톱밥 단용구와 대등한것으로 밝혀졌다.

침엽수톱밥을 이용할 경우에는 장기간 야외에 퇴적하였다가 활엽수톱밥과 혼합하여 사용하면 품종에 따라서 좋은 수확을 기대할수 있다. 침엽수톱밥 혼합비율은 20%가 좋으며, 품종에 따라서는 그 이상 혼합하여도 재배는 가능하나 수확량이 감소한다. 톱밥은 입자크기가 고운것, 중간크기, 거치른 것 등이 혼합된 것이 통기상 좋다.

톱밥의 저장온 활엽수에서는 비가 맞지 않도록 보관하며, 침엽수의 톱밥은 6~12개월동안 살수하여주고, 가끔 뒤집어 쌓아주면서 숙성시키며 비가 올 때에는 덮어주는 것이 좋다고 한다. 이것은 침엽수톱밥이 함유하고 있는 표고의 균사 생장에 나쁜 영향을 주는 물질을 제거하기 위함이다. 일반적으로 활엽수류의 톱밥은 침엽수류의 톱밥에 비하여 입자가 고우므로 칩(Chip)을 체로 걸른 가루를 30%정도 혼합하는것이 좋다. 그러나 톱밥이 너무 거칠면 쉽게 건조하여 균사의 발육이 불량하여지고 자실체(버섯)발생에도 영향을 주게된다.

버섯재배용으로 많이 제조되고 있는 톱밥입자의 크기는 1.0~2.0mm이다.

톱밥제조기로 제조한 톱밥은 거치른 것이 많이 혼합되기 때문에 배지조제에 들어가기전에 보통 톱밥선별기(톱밥체)로 선별하여 사용하는데 톱밥이 선별기를 통과하여 혼합기에 들어가는것과 톱밥선별기만 별도로 있는것이 있다.

우리나라는 여러겹의 톱날이 재편을 깎아 톱밥을 제조하는 방식의 톱밥제조기가 보급되고 있으며, 입자크기별로 제조하는 톱밥제조기는 아직 개발되어 있지 않다.

##### (2) 영양제

영양제로는 주로 쌀겨(米糠)를 사용하나 그외에도 밀기울, 옥수수가루등이

사용되기도 한다. 이들 영양제의 효과는 비슷하나 품종에 따라서 차이가 있으며, 우리나라에서는 자원이 많은 쌀겨를 사용하는 것이 무난하다. 영양제로써의 미강은 오래되지 않은 신선한 것을 사용하여야 하며 묽은것, 변질된것, 습기를 흡수하거나 유리지성분이 흘러나온 것등은 절대로 사용하지 않도록 하여야 한다.

#### 나. 배지조제 및 충전

##### (1) 재료의 혼합

톱밥과 영양제의 적정 혼합비율은 용적비로 10:1 ~ 10:1.5정도이며 많이 사용하는경우에도 10:2를 넘지 않도록 한다. 재료에 따라서는 10:2 에서도 양분 과잉으로 자실체(버섯)형성이 저해되거나 균사의 생장을 느리게하고, 해균 발생을 촉진하는등 좋지않은 영향을 주므로 혼합비에 주의하여야 한다. 톱밥, 밀기울, 쌀겨, 옥수수기울등 배지재료는 건조하여 있는 상태에서 혼합할 때에는 완전히 혼합한 후에 물을 넣어서 함수율이 65%정도되게 조절한다. 수분함량은 수분측정기로 측정하면 되지만이 기구가 없을 때는 손으로 톱밥을 한주먹 꼭 짜서 손가락 사이로 물방울이 비칠때가 적정 함수율로 대략 65% 내외가 된다. 함수율은 균사의 생장과 자실체발생에 큰 영향을 준다. 이와같은 톱밥배지속에서 표고균사가 톱밥중에 함유된 셀룰로스를 분해하는데는 오랜 시간이 걸린다. 이를 보완하여 주기위하여 톱밥과 미강으로 조제된 배지의 중량비로 탄산칼슘 0.6%, 질산카리 0.4%, 설탕 3%내외를 물에 용해시켜 첨가하면 생육이 크게 촉진된다. 이상과같이 조제된 톱밥배지는 특이한 성분의 첨가가 없는한 pH는 5.5~6.0정도로 된다.

조제가 완료된 톱밥배지는 병 또는 P.E봉지에 필요한 양을 넣어 지체없이 살균한다. 배지를 조제한 후 오랫동안 방치하면 기온이 높은 여름철에는 곧 부패하여 배지로써의 역할을 할수없게 되므로 주의하여야 한다.

우리나라의 톱밥배지 배양소 및 재배현장에서의 톱밥배지 혼합공정을 보면, 혼합기의 1회 혼합용량은 2.5kg톱밥배지를 기준으로 할때 360봉~750봉 수준이며 작업공정은 1일 1인 1~1.5시간이 소요되고 있다.

##### (2) 배지 채우기

(가) 용기 : 표고톱밥배양에 쓰이는 용기는 병과 P.E봉지(袋)등이 있으나 주로 많이 이용되는 것은 사용하기에 간편하고 내열성이 강한 P.E봉지이다. 이 봉지는 제조회사에 따라서 다르나 기본적으로는 통기구멍이 크고, 수가 많은 것이 좋다. 한 실험에 따르면 통기구멍이 없는 봉지에의 버섯발생량을 100으로하였을때 20mm크기

의 통기구멍이 있는 것은 148로써 더 많이 발생하였다고 한다.

일반적으로 봉지재배인 경우 봉지 1개당 배지의 중량은 1.0~3.0kg으로, 봉지의 형태는 둥근기둥형(圓柱型)과 벽돌형(煉瓦型)의 2가지가 있다. 둥근 기둥형은 직경 12~15cm, 높이 20~30cm 정도의 봉지선단에 마개를 하기위하여 길이 5cm정도의 파이프를 묶어서 솜마개를 하여 사용하거나 또는 P.P 마개에 특수 종이필터를 삽입하여 밀봉하기도 한다. 봉지옆에 필터를 붙여 놓은것도 있는데 이는 주로 벽돌형배지를 충전하는 봉지에 사용한다.

병배양을 하고자 할 경우에 병 그대로는 군사생장기에는 상관없으나 버섯발생시에는 불편하므로 병을 깨뜨려 제거하여야 한다. 병의 크기는 용적이 800~1,500cc용량의 것을 사용한다. 군사배양이 완료되었을때 병을 제거하는 불편때문에 표고톱밥재배에서는 종균생산용 이외에는 거의 사용하지 않는다.

톱밥배지를 봉지 또는 병에 넣고, 마개를 하는 것은 상당히 번거로운 일이다. 현재 우리나라에서는 P.P봉지에 벽돌형톱밥배지를 채워주는 배지충진기가 개발되어 실용화단계에 있으며, 일본에서는 기업형 표고톱밥 재배업소에서 원형 및 벽돌형배지를 채워주는 배지충진기를 사용하고있으나 표고전용병재배용 톱밥충진기는 개발되어 있지 않다.

우리나라에서 국산화되어 표고톱밥재배용으로 사용하고 있는 봉지는 톱밥배지 입봉량 2~2.5kg을 기준으로 하였으며 봉지 폭은 205~210mm이고 봉지길이는 450~460mm이며 통기필터의 내경은 49~50mm이다.

#### (나) 배지 넣기

재료 배합이 완료된 톱밥배지를 소요량만큼 넣고 가볍게 다져준 다음, 직경1.0~1.5cm 되는 봉으로 배지 윗면의 면적에따라 1~6개의 집중구멍을 만들어 준다. 톱밥을 넣을때 너무 허술하게 넣으면 배지량이 적어 버섯수확량이 적어지고, 또 너무 단단하게 다져주면 균사의 생장이 늦어지므로 집중구멍이 무너지지않을 정도로 알맞게 다져준다. 둥근기둥형은 통기공 입구를 솜 또는 P.P마개로 막아 준다. 벽돌형은 측면에 공기필터구멍이 붙어 있으므로 봉지를 접어서 호치키스로 꺾던가 고무밴드로 묶거나 열접착하여 해균의 침입을 방지하여 준다.

표고톱밥재배는 배양기간이 길고, 특히 버섯이 형성될 즈음에는 매우 많은량의 공기가 필요하므로 마개의 공기투과성은 버섯발생에 크게 영향을 준다.

표고톱밥배지입봉기의 기본공정은 봉지에 배지를 충전하고 성형, 윗면을 압박, 통

기구멍을 뚫는 방법으로 봉지를 장착하고, 여기에 배지를 충전하는 것인데 지금까지 개발된 입봉기는 봉지를 장착하는 방법에 의하여 다음과 같이 7종이 있다.

- ① 사람이 손으로 봉지를 1매씩 잡고 기계의 배지출구에 장착 하는 것
- ② 롤(Roll)에 장착시켜 연속하에 1매씩 봉지를 절단하고 분리하여 장착 하는 것
- ③ 기계가 봉지를 1매씩 흡인하고 잡아주며 나와 밑바닥 네 귀퉁이까지 봉지를 열어주는 것

④ 평면필름을 사용하여 밀면 및 측면을 열(熱)접착 하는 동시에 필름을 잘라 분리한 다음 배지를 충전.성형하는 것

※ 구동방식(2종) : 콤프레서의 공기압을 사용하는 방식, 모타방식

⑤ 배지를 충전하고 사각틀이 환등기식으로 하방(下方)에 장착한 봉지에 배지를 낙하(落下)하여 충전.압착.구멍뚫는 것

⑥ 스크류가 일정시간 회전하여 배지를 누르고 나오며 전방(前方)에 set한 봉지에 낙하하여 충전.압착.구멍뚫기 하는 것

⑦ 로타리식의 사각틀에 set한 봉지에 상방(上方)으로부터 배지를 낙하, 충전하고 로타리가 회전하며 압착.구멍뚫기 하는 것

우리나라의 표고툽밥배지입봉기의 모델은 2구 상하 작동식과 로타리형 작동식으로 제조배지 형태는 주로 부르크형이고 크기는 2~2.5kg이며 1회 작업공정은 2구 상하 작동식의 경우는 750봉으로 1일 1회/3인/3시간이고, 로타리형은 1일 1회 1,200봉/4인/50분이다.

#### (다) 톽밥배지 크기

재배경영목적에 따라 소형인 경우는 1kg, 중형인 경우는 2kg~3kg등으로 조제하여 사용하는데 단기간 배양하여 수확할때에는 소형배지를 사용하나 버섯품질이 떨어진다. 일반적으로 재배하는데는 2kg툽밥배지를 사용하는 것이 무난하다.

#### 다. 배지의 살균

살균의 목적은 배지내에 섞여 있는 잡균을 모두 제거하고 배지내에 있는 성분을 표고균이 이용하기쉬운 형태로 변화시키고 물리성을 연화(軟化)시켜 표고균의 균사가 잘 자라도록 하는데 있으며, 표고의 전 재배과정을 통하여 가장 중요한 작업이다.

살균방법은 증기, 건열, 약제살균방법등이 있으나 표고는 증기살균 방법으로 살균한다. 증기살균방법 중에도 살균술 내부 압력을 대기압과 같은 상압(常壓) 아래에서

98~100℃로 살균하는 상압살균법과 살균술을 완전히 밀폐하여 살균내부의 압력을 1.0~1.2kg/cm<sup>2</sup>로 하여 118~121℃의 고온에서 살균하는 고압(高壓) 또는 가압(加壓)살균방법이 있으며, 실용적으로는 상압살균방법을 많이 사용하고 있으나 대규모재배시설에서는 고압살균방법이 효과적이다.

#### (1) 상압살균방법

이 방법은 박테리아등 해로운 미생물이 쉽게 죽지 않으므로 장시간 살균하여야 한다. 따라서 연료비와 시간이 많이 걸리는 결점이 있으나 톱밥, 쌀겨, 기타 첨가물등의 연화(軟化)상태가 좋아 표고균사 생장이 양호한 잇점이 있다.

살균순서는 먼저 톱밥배지가 들어 있는 봉지 또는 병을 운반하기 적당한 크기의 내열성상자에 담는다. 이 상자를 살균술내에 넣은후 문을 닫는다. 살균술의 용적이 8~9m<sup>3</sup>이면 술내부가 98~100℃에 도달하는데 약 150분 내외가 걸린다. 그리고 배지내부의 온도가 98℃까지 도달하는 시간은 약 60~80분이 소요된다. 동근기동형으로 직경이 12cm(약1.2kg), 접종구멍 1개(직경22mm)인 경우에는 60분이면 배지전체가 고르게 98℃에 도달한다. 살균시간은 이때부터 즉, 배지전체가 고루 98~100℃에 도달한후로부터 4시간 30분이면 완료된다. 즉, 증기를 공급하기 시작하여 살균완료까지는 8시간내지 8시간 30분이 소요된다. 총 살균시간이 12시간 이상이 되면 배지소성(素性)에 변화가 생긴다.

배지를 살균할때 배지를담은 봉지를 술내에 무리하게 많은량을 넣어서 밀착되는 과밀상태일경우는 배지봉지나 배지병은 약간의 간격을 띄어 놓아야 한다.

또한 박테리아는 포자상태인 때에는 열에 대한 저항성이 강하지만 균사나 발아한 포자는 저항성이 약한 점을 이용하여 상압살균을 수회 반복하므로써 완전한 살균을 하는 간헐살균(間歇殺菌)방법도 있다.

이 방법은 첫번째 살균을 약 2시간 30분 실행한 후 하루를 걸러서 두번째 살균을 실행하고, 다시 하루를 걸러서 세번째 살균하면 거의 완벽한 살균을 할수 있다.

#### (2) 고압살균방법

살균시간이 단축되어 연료비가 절감되고, 박테리아등 상압(常壓)에서 잘 죽지않는 해균을 확실하게 죽일수있기 때문에 대규모 재배장에서 가장 많이 사용되고 있다. 이 방법은 배지를 살균가마내에 넣고 문을 단단히 잠근후 증기를 서서히 넣어주어 살균가마내의 압력이 0.7kg/cm<sup>2</sup> 정도 되었을때 배기발브를 열어 살균가마와 배지내의 공기를 제거하고 배기발브를 닫고, 서서히 압력을 높여서 압력을 1.0~1.2kg/

㎤ 되게하면 온도는 121℃에 달하게 된다. 이때부터 40~90분간 살균한다.

살균중에는 계속 살균가마내의 압력이 올라가므로 가끔 배기밸브를 열어 압력이 1.2kg/㎤을 유지하도록 한다. 살균이 끝난후에는 살균가마내의 압력을 서서히 떨구어 압력계의 바늘이 0을 가르킬 때 문을 열어야 한다.

고압살균과 상압살균의 연료소비를 비교하면 고압살균이 연료절약면에서 큰 잇점을 갖고 있다. 상압살균에서는 살균시간이 오래일수록 배양기 소성(素性)변화가 좋게 변화함을 알 수 있다.

툽밥배지 살균가마의 종류는 위에서 언급한바와 같이 상압식, 고압식이 있으며 형태는 각형, 각환형, 환형이고 가마의 문은 편면, 양면형이다.

우리나라의 표고툽밥배지 살균가마의 용량은 1회 2~2.5kg배지 360봉~1,080배지로 다양하나 많이 사용하고 있는 규모는 400~450배지이다. 살균방법은 고압살균으로 작업공정은 1인 1일 1시간으로 살균에만 소요되는 시간은 약 6시간이다.

#### 라. 배지의 냉각

살균이 끝난 배지는 뜨거울때(배지온도 85℃) 꺼내어 냉각시킨다. 이는 배지 내부의 습기를 제거하고 봉지내로 들어가는 공기에 의한 오염을 방지 할 수 있기 때문이다. 특히 봉지배양인 경우에는 병 배양인 때보다 해균의 침입이 많으므로 빨리 이동시킨다. 또 냉각실의 창문을 열어 외부공기에 의하여 배지온도가 45℃가 될때까지 자연히 냉각시킨다. 작업진행상 시간을 단축코저 할 때에는 배지내부의 온도가 45℃ 전후가 될때까지 냉동기로 강제냉각을 하기도 한다. 접종하기 적합한 배지의 온도는 18℃ 내외이므로 접종실에 옮겨서 접종을 한다.

#### 마. 접 종

##### (1) 접종실의 구비조건

접종실은 될수있는대로 무균상태를 유지하는 것이 매우 중요하다. 따라서 접종실의 규모는 접종작업에 필요한 최소면적으로 만든다. 접종실 입구는 준비실을 두어 출입시에 외부의 오염된 공기가 직접 들어오지 않도록 한다. 천정에는 자외선 살균등을 설치하여 접종하지 않을 때에는 늘 살균등을 켜놓도록한다. 또 접종하기 직전에 접종대, 천정, 벽등에 우스판 100배액이나 다이젠 300배액 또는 벤레이트 1,000배액등 살균제를 살포하여 살균을 완전히 한다.

툽밥배지등을 접종실내외로 입출시킬때는 배지조제실과 접종실 양쪽에 문이 달린 살균술을 설치하면 외부공기의 혼입을 최소화할수 있다. 또 준비실에서는 완전히 소

독된 위생복을 착용함은 물론 실험도구도 완전히 소독하여 사용함으로써 사람을 통하여 외부의 해균이 접종실내로 침입하지 못하도록 하여야 한다.

## (2) 접종방법

접종기가 전자동 또는 반자동식이 개발되어 이용되고 있으나 표고툽밥배지 전용 접종기는 아직 개발되어 있지 않다. 현재는 병재배용 접종기를 그대로 사용하고 있는 실정이다. 접종은 표고툽밥재배에서 가장 중요한 과정의 하나이며 일반적인 무균작업에 준하여 실행한다. 2인1조로 접종작업시에는 한사람은 알콜램프의 불꽃 위에서 툽밥배지봉지 통기공마개를 빼고, 다른 사람은 살균된 접종 손칼로 종균병에서 종균을 떼어 툽밥배지봉지 속에 넣는다. 접종할 종균의 양은 툽밥배지의 크기에 따라 다르나 약 10g정도의 종균을 배지표면에 골고루 분산되도록 접종한다. 접종할때의 실내온도는 18℃정도를 유지하는 것이 좋다.

우리나라에서는 종균제조용 반자동접종기를 사용하고 있으며 작업공정은 750봉/3시간/3인이며 접종작업 이외에도 접종종균 준비, 접종후 소독 및 정리 등에 각각 1시간/1인/1일이 소요되고 있다.

## 바. 배 양

### (1) 배양전기(培養前期)

#### (가) 배양실의 설비

툽밥배지재배는 공기조화시설을 이용한 년중재배가 많으며, 배양실의 온도를 15℃에서부터 25℃까지 조절이 가능하여야 한다. 따라서 군사배양에 필요한 온도와 습도를 유지하기 위하여 냉, 난방기 및 가습기를 설치하여야 한다. 또한 군사생육에 따라서 발생하는 배양실내의 탄산가스를 제거하기 위한 환풍시설도 반드시 필요하다. 시설을 이용한 표고툽밥재배는 단위 면적당 생산량을 극대화 시키는 것이 필요하므로 배양실내에 선반을 설치, 많은양의 배지봉지 또는 배양병을 넣을수 있도록 한다.

#### (나) 배양실의 소요면적

배양실내에 얼마나 많은양의 툽밥배지를 넣을수 있는가는 그 구조에 따라서 차이가 있으나 1~1.2kg의 툽밥배지 점유면적은 밀바닥직경이 약 12cm, 높이 30cm이면 충분하므로 1.8m×5cm인 선반에 60개의 배지를 넣을수 있다. 따라서 천정높이가 3m인 배양실이라면 8~9층의 선반을 90cm통로 양편에 설치할수 있다.

보통 바닥면적의 50%를 작업공간으로 하면 배양실 1평(3.3m<sup>2</sup>)에 960~ 1,080개의 배

지를 넣을 수 있다. 2.5kg배지는 평면적 1평당 72개를 8~9층으로 넣으면 576~648개를 넣을 수 있다. 흔히 천장 높이에서 70~80cm는 작업편의상 배지를 넣지 않는다.

#### (다) 배양조건

① 온도: 표고균이 자라는 온도범위는 품종에 관계없이 5~32℃ 이지만 특히 22~26℃에서 생장이 좋다. 일반적으로 목재부후균을 균사의 생장온도에 따라 저온성균, 중온성균, 고온성균으로 분류하고 있으며 표고균사는 35℃에서 3일이상 배양한후 생장에 적합한 25월에 옮기면 생장은 극히 불량하게 된다. 또 40℃이상에서는 수시간내에 죽어버리게 된다. 따라서 표고톱밥배양도 22~26℃범위에서 배양하여야 하지만 배양중에 있는 배양봉지내의 온도는 균사의 호흡열(톱밥을 분해 할 때 생김)로 배양실내의 온도보다 2~3℃ 높아지게되므로 배양실 온도는 20℃ 내외가 되도록 유지하고 후기에는 20~23℃로 관리하면 접종후 50~60일만에 균사가 완전히 자라게 된다.

② 습도: 봉지재배의 경우 배지내의 습도를 60~80%로 유지하는 것이 필요하며 심한 건조와 과습은 피하여야 한다. 가습할때에는 연무형(煙霧型)가습기가 좋다. 그러나 공기조화시설로 60~80%의 습도를 유지토록 시설된 배양실에서는 별도로 가습할 필요가 없다.

③ 환기: 재배용 봉지나 병을 이용한 표고톱밥배지 배양에서는 균사생장에 호흡열외에 상당한 탄산가스가 배양봉지 또는 병속에 생기게 된다.팽이버섯 등에서는 배양병속의 탄산가스농도가 18~20%전후에서도 자실체(버섯)의 형성이나 발생에 전혀 지장이 없다고 한다. 그러나 표고에서는 탄산가스의 농도가 10%이하에서 버섯의 원기(原基)형성과 자실체가 충분히 발생하므로 배지속의 탄산가스를 강제로 배출시키기 위하여 배양실내의 환기에 유의하여야 한다.

④ 빛(光): 빛은 균사배양전기(前期)중에는 필요하지않으나 작업 또는 배양실관리를 위하여 필요하다.

⑤ 배지 뒤집기: 배양전기 30~40일 사이에 1회정도는 뒤집어놓기를 하여야 하며 선반 상단과 하단, 그리고 선반속의 배지를 겉으로 위치를 바꾸어 배지내의 탄산가스농도를 균일하게 되도록 한다. 또 배지사이에 약간의 간격을 띄어 배지내부에 균사가 균일하게 성장하도록 한다.

#### (2) 배양후기(培養後期)

표고균사가 자라서 톱밥배지에 만연하게 되면 배지의 표면이 갈색~흑갈



색의 피막으로 덮히게 된다. 약 60일간의 배양전기가 완료되는 시기부터 톱밥배지를 약 50~150 룩스의 빛이 있는 곳에서 명배양을 30~40일간 계속하면 배지표면에 갈색피막이 형성된다. 이 피막이 형성되면 이제까지 P.E봉지나 병으로 보호되던 표고균이 만연된 배지덩이는 외부공기와 접촉시켜도 다른균에 잘 오염되지 않을 뿐만 아니라 배지내의 수분 증발을 억제하게 된다.

#### (가) 원기형성

후기배양이 완료될 즈음에 표고균사가 충분히 성숙한부분에서부터 자실체원기(原基)가 형성되기 시작한다. 이때의 배양실 환경조건을 살펴보면 아래와 같다.

① 온도: 자실체의 원기형성온도는 품종에 따라 다소 차이는 있으나 15℃에서 25℃ 범위이고, 대부분의 품종은 20℃ 내외가 적온이다. 동일한 배양시간중의 여러단계 온도변화처리는 적산온도가 다르며 표고수량에도 영향을 미친다. 자실체의 원기가 가장 잘 발생하는 온도는 20℃에서 93일간 즉 적산온도로 1,860℃정도로 알려져 있다.

② 광(光) : 자실체의 원기형성에는 빛이 절대로 필요하다. 배양후기 중에 필요한 광량은 250~350룩스정도면 충분하다.

③ 환기: 탄산가스 농도가 10%이하의 양호한 상태를 유지 하도록 한다. 봉지재배에서 가끔 갈색의 피막이 형성되지 않는 경우가 있는바, 이때에는 배양후기 관리시 배양봉지의 마개를 잠깐 열어서 통기를 시켜주면 피막형성을 촉진시킨다.

#### ④ 침수처리

숙성이 끝난 톱밥배지는 버섯발생실로 옮기기전에 P.P봉지의 윗부분을 제거하고 반드시 침수처리를 하여 준다. 침수처리의 목적은 첫째, 톱밥배지상에서 표고균이 성장, 숙성하기까지 많은 수분을 소비하였기 때문에 배지의 수분을 보충하여주고, 둘째, 침수함으로써 낮은 온도에서 균사에 자극을 주어 원기형성및 자실체형성을 촉진하기 위함이다. 따라서 완숙한 톱밥배지를 침수할때에는 5~15℃ 정도의 찬물에 담근다. 침수시간은 보통 24시간 정도면 충분하다. 이때 완숙한 톱밥배지는 물에 뜨므로 무거운 돌로 눌러 놓는다.

#### (3) 배양기간

같은 품종에서는 배양기간에 따라 발생량과 품질에 차이가 크다. 大賀등(1992)의 연구결과를 보면 배양기간 70~95일 사이에 85일간 배양하였을때 발생량이 제일 많았고 버섯개체수는 배양기간이 길수록 많았으나 버섯의 무게는 85일 배양에

서 제일 무거웠다. 같은 균상에서 3회까지 발생시킨 수확량 합계는 85일 배양이 제일 많았으나 1회 발생량은 배양기간이 길수록 많았고, 2회 발생은 75일 배양에서 최고이며 배양기간이 길수록 수량이 감소하였으며, 3회 발생은 합계수량과 같은 경향으로 85일 배양에서 발생량이 가장 많았다.

#### 사. 버섯발생

##### (1) 발아실(發芽室)

최근에 사용되고있는 표고톱밥재배용 배양실은 파이프하우스가 많으며 그중에는 공기조화시설은 완벽하게 갖춘 곳도있다. 표고 재배중 어떤 과정도 실내의 고온다습과 탄산가스의 고농도를 피하여야 한다. 따라서 버섯발생실도 이런 환경이 되지 않도록 유의하여야 한다. 파이프하우스로 발생실을 만들 경우, 2중 또는 3중터널로 중간공기층을 만들어 온도, 습도, 환기를 조절할 수 있도록 고안하여야 한다.

건설비를 고려하면 파이프하우스 방식이 좋으나 눈이 많이오거나, 무더운 지방에서는 이 시설로는 불충분하다. 최근 유럽에서 많이 이용되는 자연동굴, 광산의 폐갱을 이용하면 적은 비용으로 충분한 시설을 할 수 있다. 우리나라에서도 과거에 만들어진 방공호, 간이 움을 이용하면 좋을 것으로 생각된다. 그러나 기업형표고톱밥재배시설로는 안정된 생산을 연중하여야 하므로 완전한 공조시설을 이용한 재배가 일반화 될것 같다.

##### (2) 발생실의 소요면적

발생실면적은 배양실에 비하여 톱밥배지당 점유면적을 많이 차지하게 된다. 1~1.2kg의 톱밥배지 밑바닥 직경은 10~12cm이므로 배지측면으로 갖의 직경이 10cm되는 자실체가 발생한다면 완숙한 톱밥배지를 배열할 때 각 톱밥배지 둘레에 10cm의 여유를 두고 배치하여야 한다. 따라서 1개의 톱밥배지가 점하는 면적의 직경은 30~32cm가 된다. 따라서 60×180cm되는 선반에 배열할수 있는 톱밥배지 수는 12개로 평면적 1평에 24개, 선반을 8층으로 하였을때 190개 내외의 배지를 수납 할 수 있다. 2.5kg의 톱밥배지는 밑바닥 직경이 15cm정도이므로 한평의 발생실에 넣을 수 있는 배지의 수는 크게 제한된다.

##### (3) 발생실의 환경

침수처리가 끝난 톱밥배지는 버섯발생실 선반에 바로 올려 놓던가, 일정한 크기의 용기(보통 콘테이너라고 함)에 담아 선반에 배열한다. 여기에서 발생실 관리상 중요한 온도, 습도, 빛등에 대하여 설명한다.

(가) 온도: 발생실 온도는 일반적으로  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$  정도로 낮은 온도가 유지되어야 한다. 발생실의 온도가 너무 낮으면 갓과 줄기의 생장이 매우 느리고, 고온인 경우에는 반대로 버섯의 생육이 아주 빨라진다. 그러나 온도가 너무 높으면 잡균에 오염될 염려가 많다. 톱밥 재배한 표고는 원목재배 표고에 비하여 함수율이 높고, 육질이 물러서 저장성이 떨어지는 문제점이 있으나, 보통  $12\sim 15^{\circ}\text{C}$ 를 표준 적정온도로 하여 발생시키면 저장성이 좋은 고품질의 버섯을 생산할 수 있다.

(나) 습도: 발아할 때의 습도는 90%내외가 되도록 한다. 버섯발생 실로 옮긴 톱밥배지에 곧 살수하여 발아할 때에 건조로 인한 기형버섯의 발생을 방지하도록 한다. 그리고 실내습도를 유지하고, 발아후 눈이 트기시작 하면 가습 또는 살수를 하지 않아야 갓이 밝은 갈색, 즉 표고 원래의 색을 띄게 된다. 습기가 너무 많으면 흑갈색의 표고가 발생하게 된다.

(다) 광선: 광선은 발아에서부터 버섯 성장기간동안 계속  $150\sim 350$ 룩스를 유지하여 주는 것이 좋다. 어두운 곳에서는 줄기가 너무 길어지고 수분이 지나치게 많은 물표고가 되기 쉽다. 갓 색깔이 담갈색으로 되기 쉬우므로 주의하여야 한다.

#### (라) 발아할때 주의하여야 할 점

환경조건이 적합하면 원기(原基)가 너무 많이 발생하게 되어 크기가 작은 자실체가 형성되어 오히려 품질이 떨어지게 되므로 눈굶기를 하여준다. 눈굶기는 1.2kg 배지에서는 10~12개, 2.5kg 배지에서는 0~25개를 남겨 버섯의 모양과 무게를 좋게 한다. 또 톱밥배지의 밑바닥이나 옆면에서도 버섯이 발생할 때에는 톱밥배지의 위치를 변경하여 버섯이 성장하는데 지장이 없도록 한다. 한편 발아수가 적은 때에는 톱밥배지속에 영양원의 함량이나 배양일수(培養日數)부족인 경우가 많으므로 재검토가 필요하다. 톱밥배지간의 간격이 너무 좁으면 이웃한 배지 표면에 버섯이 밀착되어 기형버섯이 생기므로 충분한 간격을 유지하고 발아실관리를 통하여 교정(校正)하여 주도록 한다.

#### 아. 1차 수확후의 톱밥배지 관리

제1차 수확은 톱밥배지에 원기가 형성되어 있으면 버섯발생 처리후 0일~20일이면 최고에 달한다. 동일 배지에서 2차수확을 얻기 위하여는 수확후 배지의 휴양을 필요로 한다. 표고의 원목재배에서는 발생기간의 구분이 뚜렷하지만 톱밥배지에서는 그 구분이 뚜렷하지 않다. 톱밥배지에서는 배양기간중에 형성되어 있던 원기중에서 발생이 빠른 것은 제1차발생처리로 수확할 수 있으나, 늦은 것은 제2차, 또는 제3차

발생처리에서 수확하게 된다. 아래에 제2차 및 3차수확을 기대 할수 있는 처리방법에 대하여 설명한다.

#### (1) 휴양후 침수처리법

제2, 3차수확은 배지내의 충분한 영양과 수분등이 뒷바침되지 않으면 정상적인 수확을 기대할수 없게 된다. 현재 실용화되고있는 방법은 1차 수확한 톱밥배지를 일정기간(10일~15일)동안 20℃에서 건조상태로 휴양을 시킨다음 24시간 내외로 냉수에 침수처리후 다시 제2차 발생을 시키는데, 경량배지(輕量培地)로 조기 수확을 목표로 할 때에는 1차 발생처리부터 침수조작을 하기도 한다. 2차 발생처리시 발생실 환경조건은 1차버섯 발생처리 때와 같다. 이후 제3차 발생처리방법은 제2차 발생처리 방법에 준한다.

#### (2) 연속 발생법(무휴양 발생법)

제1차 버섯발생에 이어서 충분한살수와 가습처리로 톱밥배지를 건조시키지 않은 상태에서 계속 버섯을 발생시켜 수확하는 방법이다. 이 경우에는 톱밥배지와 깊은 관련을 갖고있어서 1~1.2kg의 톱밥배지에서는 이 방법도 좋다고 한다. 그러나 이보다 큰 톱밥배지에서는 제1차 수확과 제2차 수확을 위한 버섯발생기간의 경계가 뚜렷한 감이 있으므로 연속발생법으로는 버섯의 발생량이 낮아진다.

이상 2가지 방법중 휴양침수법으로는 좋은 품질의 버섯을 수확 할 수 있으나 휴양과 침수에 많은 노력과 시간을 필요로 하며, 배지의 건조기간중 해균에 오염될 우려가 있다. 한편 연속발생법은 배지가 늘 살수 및 가습상태에 놓여 있으므로 품질이 불량하여지기 쉽다. 어쨌든 자실체의 형성 온도  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ , 습도 80%와 광도 150룩스 되는 환경에서 발아, 성장하므로 이 3가지 조건을 잘 조합하는 숙련된 기술이 안정적인 다수확을 보장하는 열쇠가 된다.

#### 자. 수 확

자실체(버섯)의 수확은 톱밥배지에서 버섯이 돋은후 갓 뒷면에 있는 막이 갈라지기 직전에 채취하도록 한다. 일반적으로 갓이 완전히 편 것을 100으로 하였을 때 약60~65%정도 피었을 때를 채취하기로 한다. 자실체(버섯)은 배지와 밀착성이 강하므로 무리하게 떼어 내면 배지에 상처를 내거나 부분적으로 파손되어 해균의 침입문호가 된다. 따라서 수확 할 때에는 예리한 칼이나 가위등을 사용하여 톱밥배지에 바삭 붙여서 버섯자루의 끝(基部)을 잘라내어 톱밥배지에 붙어 있는 버섯부분이 적도록하여 해균의 침입을 예방하도록 한다.

시장가격은 위의 규격외에 갖이 7할정도 편 것이 상품, 그 이상 편것을 증품으로 취급하며, 그 이외의 것은 하품 또는 등외로 취급하여 차이가 있다. 톱밥배양에 의한 생산량은 사례가 적어 신빙성은 낮으나 한개의 균상에서 3번을 채취하였을때 배지무게의 30%까지 가능하다고 한다. 따라서 다수확과 함께 상등품의 생산비율을 높히는 것이 표고톱밥재배의 중요한 과제가 되고 있다.

### 5. 톱밥재배 경영 유형

표고톱밥재배 유형은 다음 표와 같이 개인 재배자가 일관생산하는 경우, 한 지역을 중심으로 지역내의 단체에서 일관생산하는 경우와 개인 재배자가 기업으로부터 배지를 구입하여 재배하는 경우의 3가지 유형이 있는데 재배경영 목적에따라 취사선택 한다.

### 제 3 절 우리나라의 표고톱밥재배시스템 현황

#### 가. 농가 일괄 생산방식의 표고톱밥재배

우리나라의 표고 톱밥재배 시설은 재배목적에 따라 농가 일괄 생산방식과 배양센터 구입 생산방식의 두 종류로 나누어져 있는데, 농가 일괄 생산방식 재배시설은 표고톱밥배지의 배양에서 버섯발생에 이르기까지의 재배 전과정의 생산시설을 갖춘 것으로 모두 6개소가 있으며 그중 1개소는 교육기관(연암농축원에 전문대학, 천안)에 설치되어 있고, 재배농민의 시설로는 5개소(용인, 김포, 파주, 포천, 평창)가 있다. 배지크기는 2kg, 2.5kg이 주종을 이루고 있으며 살균가마를 기준으로한 1일 1회 톱밥배지 생산능력은 용인(이동영농조합)이 1,080개로 가장 큰 규모이며 나머지는 400~500개수준이다. 배양실의 규모는 108평에서 430평에 이르기까지 다양하고, 발생실은 108평에서 806평의 규모인데 일부 재배자는 1일 배지생산능력과 배양실의 배지 수용능력, 발생실의 배지 수용능력을 고려한 것 같지는 않다. 배양실의 톱밥배지 수용능력은 통로를 포함하여 배양대가 7단일 경우 1.2kg배지는 평당 400개이며 2.5 kg배지는 평당 200개가 표준이다. 또한 톱밥배지가 배양실에 머물러있는 배양기간은 1.2kg배지는 90일 이상, 2.5kg배지는 120일 이상으로 배지 수용능력과 배양기간을 고려한 적정 규모의 배양실이 필요하다. 즉, 1일 2.5kg톱밥배지 생산능력이 500개일 경우 배양기간을 4개월로 보면 배지수 50,000개에 250평이상의 배양실이 소요된다. 발생실의 경우도 마찬가지로 배지 발생대가 4단일 경우 통로를 포함한 배지수용능력은 1.2kg배지가 평당 170개, 2.5kg배지는 평당 100개로 배양실의 수용능력보다 약 배이상 더 필요하다. 물론 발생대를 7~8단으로 늘리면 배양실과 같은 규모이지만 발생버섯의 수확

과 버섯발생을 위한 배지관리 등의 문제로 고단의 발생대는 적합하지 않다. 버섯 수확기간을 3개월로 볼 때 1일 500개 생산규모의 톱밥재배에서 필요한 발생실은 2.5kg 배지의 경우 375평이상의 버섯 발생사가 필요하다. 재배자의 배지입봉방식은 원형 배지를 입봉하는 것, 각형배지를 입봉하는 것으로 입봉기는 배지가 로타리식으로 회전하며 입봉되는것(로타리식)과 고정식으로 1개 또는 2개씩 입봉하는 방식이며 수작업으로 입봉하는 곳도 있다. 살균가마는 모두 고압살균가마를 사용하고 있으며 가열 방법은 보일러식이다. 종균접종은 종균배양소에서 사용하고 있는 반자동접종기를 사용하거나 수작업으로 접종하는 곳도 있다. 톱밥배지 배양실은 조립식판넬식이나 부르크 축조로 공조시설과 공기청정시설 등을 갖춘곳이 대부분이고 파이프하우스형으로 가온장치만 있는 곳도 있다. 버섯 발생사는 파이프하우스가 많고 규모는 25평, 27평, 35평, 64평, 72평, 108평(2실)등 다양하다.

#### 나. 배지 배양센터에서 배지구입 방식의 표고톱밥재배

현재 몇 개의 선도재배농가에서 시도하고 있으며 재배사 설치비용 문제로 파이프하우스형태로써 가온시설, 가습시설, 환기시설만 갖추고 있는 것이 대부분이다. 재배사 규모는 30~50평규모로 대부분 2.5kg의 톱밥배지를 구입하여 기술축적을 위한 시험재배규모로 시도하고 있으며 이천, 안동, 천안등에서 재배한 사례가 있으며 그외에도 시도하려는 재배자가 있다. 안동 재배자의 경우는 초심자가 톱밥종균형태의 P.P 병 배양톱밥배지를 구입, 시험재배한 경우로 수확량은 배지중량의 10% 이내로 극히 저조하였는데 배지상태 및 관리기술의 미흡으로 실패한 사례였으며 현재는 P.P봉지에 배양한 2~2.5kg의 정상적인 톱밥배지를 소량 구입, 기술축적을 위한 재배를 시도하고 있다. 기타의 두 재배자는 버섯값이 좋은 겨울철에 재배 하였으며 재배규모는 톱밥배지 20,000~30,000개 이었다. 이천, 천안의 재배농가 버섯 생산량은 배지중량의 21~25%수준이었다.

### 제 4 절 생력 자동화시스템 개발을 위한 기초연구

#### 1. 수행방법

##### 가. 재배공정 및 개발관련 기자재에 대한 자료조사

##### (1) 톱밥재배 관련 주요기계 자료조사

톱밥제조기, 톱밥배지혼합기, 톱밥배지입봉기, 살균가마 등의 국산화 개발기계와 관련된 주요재배기계에 관한 자료를 조사하여 생력화 할 수 있는 국산화 재배기계 개발의 기초자료로 활용토록 하였다.

## (2) 톱밥재배 주요공정 조사

국내에서 표고톱밥재배를 시도하고 있는 재배농가와 배양소에서 개발기계 대상 재배공정인 톱밥배지혼합, 톱밥배지입봉, 톱밥배지살균 및 종균접종 등의 주요 공정을 조사하였다.

### 나. 재배경영 모델 조사

표고톱밥재배는 새로운 재배방법으로 국내에서는 이제 시도하는 단계로써 배지생산형(배지만 제조 생산하는 배양센터), 일관생산형(배지배양 및 버섯생산등 일관 생산 재배형), 배지구입 생산형(배지를 구입하여 버섯만 생산하는 재배형)등 대표적인 3개 경영모델별 전체 조사는 불가하였으며 톱밥배지구입형 재배사례만을 조사하였다. 따라서 일본의 표고 톱밥재배경영지표를 토대로 국내의 종균배양소, 배양센터 등의 재배자료를 참고하여 우리나라의 현실에 맞도록 조사하였다.

### 다. 배지구입형 표고톱밥재배 경영사례 조사

(1) 조사장소 : 경기도 용인군 이동면 천리, 이동표고영농법인

(2) 조사기간 : '96.5.~'96.10.(재배 1대)

(3) 재 배 자 : 이동표고영농법인 회원 6개소로 각각 자가재배(2인) 임.

(4) 재배규모 : 1농가에서 재배사 50평에 2.5kg톱밥배지 5,000개를 구입재배

(5) 재배시설 : 재배사 1동으로 총 104평으로 경량골조 조립식판넬 건물이며 건물 내부는 우레탄을 30mm두께로 발포처리하여 단열설비가 양호하였고 재배사 1동 중 기계실, 작업실등 전실(前室)이 약 4평이고 약 50평규모의 발생실이 2실로 냉난방시설이 완비되어 있는 우수한 재배시설이었다. 또한 재배에 소요되는 용수는 지하수를 사용하고 있었다.

(6) 톱밥배지 구입 : 표고톱밥재배용 배지는 동일 군내에 소재한 K배양소에서 현지도착가격으로 분양받았으며 배지크기는 2.5kg이었다.

(7) 조사방법 : 재배사 시설 소요경비, 경비조달 내용등 버섯재배를 위한 기반 시설내용과 버섯재배 소요경비, 버섯 생산량, 버섯판매액등을 재배완료시까지 현지에 답사하여 재배경영 상황을 조사하였다.

### 라. 생산성향상을 위한 재배법 개선

(1) 톱밥배지 수종 개발

(가) 대상수종 : 밤나무

(나) 공시종균 및 접종량 : 산림5호, 배지 1개당 10g

(다) 살균방법 : 121℃, 120분

(라) 톱밥배지조성(1kg/배지)

-신갈 80%+미강 20%+ CaCO<sub>3</sub> 0.6%+ KNO<sub>3</sub> 0.4%+ Sugar 3%

-밤나무 80%+미강 20%+ CaCO<sub>3</sub> 0.6%+ KNO<sub>3</sub> 0.4%+ Sugar 3%

-신갈 40%+밤나무 40%+미강 20%+CaCO<sub>3</sub> 0.6%+KNO<sub>3</sub> 0.4%+Sugar 3%

(마) 배양 : 20~22℃의 배양실에서 3개월(암배양 2개월, 명배양 1개월)배양

(바) 발생처리 : 24시간 침수후 15~18℃, 습도 90%의 발생실에 전개함.

(사) 버섯 수확기간 : 3개월

(2) 톱밥재배용 영양제 개발

(가) 미강 + Xylose첨가효과

1) 접종 균주 : 산림5호

2) 배지조성

가) A : 신갈톱밥 80% + 미강 20%

나) X1 : 신갈톱밥 80% + 미강 20% + Xylose 1.0%

다) X2 : 신갈톱밥 80% + 미강 20% + Xylose 2.0%

라) X3 : 신갈톱밥 80% + 미강 20% + Xylose 3.0%

3) 배지크기 : 1.5kg

4) 살균 : 121℃에서 120분

5) 접종량 : 각 배지당 10g

6) 배양 : 20~22℃에서 암배양 2개월, 명배양 3.1개월

7) 발생처리(침수 24시간) : 4회

배양완료시, 1차 침수 14일후, 2차 침수 9일후, 3차 침수 30일후

8) 수확기간 : 130일

(나) 밀기울 + Xylose첨가 효과

1) 접종 균주 : 산림5호

2) 배지조성

가) B : 신갈톱밥 80% + 밀기울 20% + 첨가물

나) X1 : 신갈톱밥 80% + 밀기울 20% + 첨가물 + Xylose 1.0%

다) X2 : 신갈톱밥 8: 밀기울 2 + 첨가물 + Xylose 2.0%

라) X3 : 신갈톱밥 80% + 밀기울 20% + 첨가물 + Xylose 3.0%



- 3) 배지크기 : 1.5kg
- 4) 살균 : 121℃에서 120분
- 5) 접종량 : 각 배지당 10g
- 6) 배양 : 20~22℃에서 암배양 2개월 명배양 3.1개월.
- 7) 발생처리(침수 : 24시간) : 4회  
배양완료시, 1차 침수 14일후, 2차 침수 9일후, 3차 침수 30일후
- 8) 수확기간 : 130일

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 재배공정 및 개발관련 기자재에 대한 자료조사

#### (1) 톱밥재배 관련 주요기계 자료조사

(가) 톱밥제조기 : 현재까지 개발된 톱밥제조기의 유형은 다음과 같음.

- 회전드럼 원반에 재목이 닿았을때 원반칼날이 재편(材片)을 깎아내는 방식
- 여러겹으로 합쳐진 여러장의 톱날사이에 재목을 통과시켜 깎아내는 방식
- 칼날이 도끼방식으로 재목을 부숴버리는 방식

※ 버섯재배용으로 많이 제조되고 있는 톱밥 입경(粒徑) : 1.0~2.0mm

#### (나) 톱밥배지 혼합기

• 국외에서 개발되어 사용하고 있는 배지혼합기는 현재 14종이 있으며 주요 기종의 규격과 성능은 다음과 같다.

혼합능력	길이×폭×높이(mm)	사용전력	비 고
270봉지	2,130×1,280×1,250	3.7kW	혼합능력은
340봉지	2,780×1,280×1,270	3.7kW	2.5kg 톱밥
440봉지	3,150×1,380×1,400	3.7kW	배지/봉지
270봉지	3,710×1,500×1,450	3.7kW	로 환산함

#### (다) 톱밥배지 입봉기

① 입봉 기본공정 : 봉지에 배지를 충전하고 성형, 윗면을 압박, 구멍을 뚫는 방법으로 봉지를 set하고 여기에 배지를 충전 함.

② 봉지를 set하는 방법에 의한 입봉기 유형

- ㉓ 사람이 손으로 봉지를 1매씩 잡고 기계의 배지출구에 set 하는 것
- ㉔ Roll에 set시켜 연속하에 1매씩 봉지를 절단하고 분리하여 set 하는 것
- ㉕ 기계가 봉지를 1매씩 흡인하고 잡아주며 나와 밑바닥 네 귀퉁이까지 봉지를 열어주는 것

㉖ 평면필름을 사용하여 밑면 및 측면을 열설했(熱seal)하는 동시에 필름을 잘라 분리한 다음 배지를 충전.성형하는 것

※ 구동방식(2종) : 콤프레서의 공기압을 사용하는 방식, 모타방식

㉗ 배지를 충전하고 사각틀이 환등기식으로 하방(下方)에 set한 봉지에 배지를 낙하(落下)하여 충전.압착.구멍뚫는 것

㉘ 스크류가 일정시간 회전하여 배지를 누르고 나오며 전방(前方)에 set한 봉지에 낙하하여 충전.압착.구멍뚫기 하는 것

㉙ 로타리식의 사각틀에 set한 봉지에 상방(上方)으로부터 배지를 낙하, 충전하고 로타리가 회전하며 압착.구멍뚫기 하는 것

(라) 톱밥배지 살균가마

- ① 종류 : 상압식, 고압식
- ② 형태 : 각형, 각환형, 환형.
- ③ 가마의 문 : 편면, 양면형
- ④ 주요 살균가마 규격 및 성능

구 분	A형	B형	C형	D형	E형
가마내 용량	1,783개 (800cc)	1,008개 (1000cc)	1,344 (800cc)	1,344개 (800cc)	1,152개 (800cc)
가마내 배지량(g/개)	487	523	480	480	518
가마내 저수량(L)	420	150	230	350	150
가열시간(Hr.)	3.4	2.8	2.75	3.1	6.4
가마내 최고압력(kg/cm <sup>2</sup> )	1.18	1.45	1.23	1.15	-
최고 증기온도(℃)	121	133	121	120	98
연료 L당 처리배지량(kg)	28.2	31.0	21.2	31.8	8.9

※ A~D형은 고압살균가마, E형은 상압살균가마 임.

(2) 톱밥재배 주요공정 조사

(가) 톱밥배지 혼합공정

혼합기의 1회 혼합용량은 2.5kg툽밥배지 360봉~750봉 수준이며 작업공정은 1일 1인 1~1.5시간이었다.

(나) 툽밥배지 입봉공정

입봉기의 모델은 2구, 상하 작동식과 로타리형 작동식으로 제조배지 형태는 부르크형이고 크기는 2~2.5kg임. 1회 작업공정은 2구 상하 작동식의 경우는 750봉으로 1일 1회/3인/3시간이고, 로타리형은 1일 1회 1,200봉/4인/50분이 소요되었다.

(다) 툽밥배지 살균공정

살균가마의 용량은 1회 2~2.5kg배지 360봉~1,080배지로 다양하나 많이 사용하고 있는 규모는 1회 400~450배지 살균 규모이었으며 살균방법은 고압살균으로 작업공정은 1인 1일 1시간으로 살균 소요시간은 약 6시간이었다.

(라) 툽밥배지 접종공정

종균접종기는 종균제조용 반자동접종기를 사용하고 있으며 작업공정은 750봉/3시간/3인 이었다. 접종작업 이외에도 접종종균 준비, 접종후 소독.정리 등에 각각 1시간/1인/1일이 소요 되었다.

나. 재배경영 모델 조사

표고툽밥재배의 유형별 재배경영모델을 조사한 결과는 다음 표2-1과 같이 연간 재배규모는 배지생산형 30만개, 일관생산형 8만개, 배지구입생산형 4만개이었는데 일관생산형이나 구입생산형은 가족단위 재배경영을 기준으로 하였다.

(표 2-1) 표고툽밥재배와 원목재배의 수익성 검토 총괄(경영지표)

구분	툽밥재배 형			원목재배	비고	
	배지생산형	일관생산형	배지구입생산형			
산출기준	300,000개/년	10,000개/년	10,000개/년	10,000본/년	원목재배: 4년 본당 1,216kg의 생표고생산기준	
경영비용(원)	202,085,970	12,809,200	12,845,090	6,422,500		
생산물수량	300,000개	3,000kg	3,000kg	3,040kg		
평균단가	750원/배지	5,000원/kg	5,000원/kg	5,000원/kg		
판매가격(원)	225,000,000	15,000,000	15,000,000	15,200,000		
소득(원/년)	22,914,030	2,190,800	2,154,910	8,777,500	툽밥재배: 1년	
년간 재배 적정 규모	수량	년 30만개	년 8만개	년 4만개	년 3만본	1.2kg배지기준 공통 : 자가노임 제외
	소득	22,914,030원	17,526,400원	8,619,640원	26,332,500원	

(1) 표고툽밥배지 배양 생산형

배지생산형(배양센타)의 재배경영 지표는 다음과 같다.

(표 2-2) 툽밥배지 생산형의 경영비 및 수익

(1.2kg배지, 300,000개/년 기준)

구분	항목	금액 (원)	비고
경영비	종균비	5,760,000	1. 경영유형: 배지배양 전업경영-공조시설도입 2. 재배조건: 년중 배지생산, 분양 3. 표준 경영규모 가. 1일 배지 생산량: 1,000개 나. 연간재배규모: 300,000(1.2kg배지)개/4회전 4. 노동력: 가족노동력 2인, 고용인력 4인 5. 주요시설 및 기계 가. 작업실: 122㎡(37평) 나. 배양실: 660㎡(50평×4실= 200평) 다. 발생실: 165㎡(50평) 라. 접종실, 냉각실: 39.6㎡(12평) 6. 주요 기술지표 가. 1회 배양기간: 3개월(년 4회) 나. 배양목표: 해균 LOSS율 2%이하 다. 분양배지 발생시험 검증(발생사)
	배지재료비	49,920,000	
	약제비	666,000	
	광열·동력비	16,411,250	
	제 재료비	40,500,000	
	수선비	406,380	
	감가상각비		
	- 건물·시설	2,027,380	
	- 기계·기구	2,036,380	
	제세공과금	4,500,000	
	고용노동비	36,480,000	
	지불이자	13,378,580	
경비합계	172,085,970		
유통경비	30,000,000		
합계	202,085,970		
조수익	생산물수량(개)	300,000	
	평균단가(원/개)	750	
	판매가격(원)	225,000,000	
소득	22,914,030		
1일당 가족노동보수			

※ 1) 차입금은 고정자산 취득가격의 70%로 하고, 금리는 년 5%로 산출함.

$$382,245\text{천원} \times 0.7 \times 0.05 = 13,378,580\text{원}$$

2) 고용노동비, 38일 × ② 32,000원 × 30(만개) = 36,480,000원

3) 수선비는 고정자산(건물, 시설, 기계)감가상각액의 10%로 계상함.

$$4,063,760\text{원} \times 0.1 = 406,380\text{원}$$

4) 이 경영모델에 의한 총소득 : 22,914,030원

5) 시설규모(평) : 299(작업실 37, 냉각실 및 접종실 12, 배양실 200, 발생실 50)

6) 1일 배지 생산규모 : 1.2kg배지 1,000개

(표 2-3) 톱밥배지 생산형의 작업별, 월별 노동시간

(1회 배양 10,000개 기준)

작업명	노동시간	기계사용시간	작업수순·방법	월별 노동시간(시간)	
				1회 배양형	
배지원료 혼합, 입봉 및 살균	60	150	혼합기, 입봉기, 고압부, 인력	1월	104
접종	60	100	접종기, 인력	2월	104
배양관리	40	상시	냉난방기, 가습기	3월	96
<b>1회 배양</b>	<b>160(20일)</b>	<b>250</b>			<b>304(38일)</b>
배지원료 혼합, 입봉 및 살균	60	150	혼합기, 입봉기, 고압부, 인력	4월	104
접종	60	100	접종기, 인력	5월	104
배양관리	40	상시	냉난방기, 가습기	6월	96
<b>2회 배양</b>	<b>160(20일)</b>	<b>250</b>			<b>304(38일)</b>
배지원료 혼합, 입봉 및 살균	60	150	혼합기, 입봉기, 고압부, 인력	7월	104
접종	60	100	접종기, 인력	8월	104
배양관리	40	상시	냉난방기, 가습기	9월	96
<b>3회 배양</b>	<b>160(20일)</b>	<b>250</b>			<b>304(38일)</b>
배지원료 혼합, 입봉 및 살균	60	150	혼합기, 입봉기, 고압부, 인력	10월	104
접종	60	100	접종기, 인력	11월	104
배양관리	40	상시	냉난방기, 가습기	12월	96
<b>4회 배양</b>	<b>160(20일)</b>	<b>250</b>			<b>304(38일)</b>
<b>합계</b>	<b>640 (80일)</b>	<b>1,000</b>		<b>고용</b>	<b>1,216 (152일)</b>

\* 년 30만개 생산 인건비 : 32,000원/일 × 38일(1만개) × 30(만개) = 36,480,000원

\* 경영유형 : 표고톱밥배지 년중 생산

\* 1일 생산규모 : 1.2kg배지 1,000개

\* 재배인력 : 가족노동력 2인, 고용인력 4인 기준, 인건비는 고용노동비만 계상

(표 2-4) 톱밥배지 생산형의 소모품비

구분	품명	단위당 사용량	단위당 단가	금액(원)
중균비	중균	6,000병(800cc/병)	960원/병	5,760,000
	소계			5,760,000
배지재료비	톱밥	750m <sup>3</sup>	60,000원/m <sup>3</sup>	45,000,000
	미강	12,000kg	160원/kg	1,920,000
	영양제	300kg	10,000원/kg	3,000,000
	소계			49,920,000
약제비	알콜	45L(공업용)	4,000원/L	180,000
	호로마린	90L	400원/L	36,000
	벤레이트(수화제)	3kg	150,000원/kg	450,000
	소계			666,000
광열동력비	중유	16,200L	181.92원/L	2,947,100
	석유(난방용)	4,050L	317원/L	1,283,850
	전기료(농업용) -계약 500kw경우	344,400kw	기본810원(~500kw)+ 사용량 23.50	8,498,400
	수도료(공업용)	1,440m <sup>3</sup>	기본0~50m <sup>3</sup> → 16,000원/m <sup>3</sup> + 51-2,000m <sup>3</sup> → 410원/m <sup>3</sup>	585,900
	휘발유(운반용)	3,870L	800원/L	3,096,000
	소계			16,411,250
제재료비	재배봉지(P.P대)	300,000매	120원/매	36,000,000
	기타	1식	4,500,000원	4,500,000
	소계			40,500,000
수선비	건물	1식	1,078,750원 × 0.1	107,880
	시설	1식	948,630원 × 0.1	94,860
	기계 및 기구	1식	2,036,380원 × 0.1	203,640
	소계			406,380
합계				103,045,030

\* 수선비 : 건물, 시설, 기계 및 기구의 년 상각단위당 부담액의 10% 기준

\* 전기료는 농업용, 수도료는 공업용 기준

(표 2-5) 톱밥배지 생산형의 고정자산 감가상각비

고정자산명		취득가액 (천원)	내 용 년 수	년상각액 (천원)	년상각액 부담비율 (%)	년상각 단위당 부담액(원)
건물	배양실 660m'(200평),	130,000	18	6,500	12.5	812,500
	발생실 165m'(50평),	20,000	18	1,000	12.5	125,000
	접종실, 냉각실 39.6m'(12평)	7,800	18	390	12.5	48,750
	재료준비 및 작업장122m'(37평)	14,800	18	740	12.5	92,500
	소계	172,600		8,630		1,078,750
시설	접종, 배양, 발생실등 공조설비 (864.6m': 262평)	78,600	13	5,442	12.5	680,250
	전기공사비	24,000	13	1,662	12.5	207,750
	수도공사비	7,000	13	485	12.5	60,630
	소계	109,600		7,589.0		948,630
기계 및 기구	고속톱밥채(소형)	2,000	5	360.0	12.5	45,000
	톱밥운반용 로다	8,000	5	1,440.0	12.5	180,000
	크린벤치	3,000	5	540.0	12.5	67,500
	컴프레샤(air dryer 포함)	1,500	5	270.0	12.5	33,750
	재배대(8단, 고정대, 30조)	13,260	10	1,193.4	12.5	149,180
	발생처리용 침수통(3)	1,500	30	45.0	12.5	5,630
	입봉기	12,000	5	2,160.0	12.5	270,000
	혼합기(2,300병용/회)	5,340	5	961.2	12.5	120,150
	배지운반콘베어(1.5kw)	1,540	5	277.2	12.5	34,650
	고압부(2,300병용/회, 자동제어)	25,300	5	4,554.0	12.5	569,250
	증기 보일러(0.3톤)	6,000	5	1,080.0	12.5	135,000
	중유탱크(2,100L)	500	7	64.3	12.5	8,040
	접종기(반자동)	2,900	5	522.0	12.5	65,250
	살균용 운반대차(6대)	1,200	5	216.0	12.5	27,000
	포장기	2,500	5	450.0	12.5	56,250
	컨테이너(700×1,250개)	875	5	157.5	12.5	19,690
	가습살수기(5대)	6,000	10	540.0	12.5	67,500
	소형화물차(포터)	5,930	4	1,334.3	12.5	166,790
	기타 기기	700	5	126.0	12.5	15,750
소계	100,045		16,290.9		2,036,380	
합	382,245		32,509.9		4,063,760	

(표 2-6) 톱밥배지 생산형의 유통경비

품목	단위당경비(원)	수량(개)	금액(원)	비고
골판지상자	500	30,000	15,000,000	1상자/ 8개 포장
운송료	500	30,000	15,000,000	2kg포장/ 박스당
계			30,000,000	

(2) 표고톱밥재배(80,000개) 배양.발생 일관생산형

배지제조 및 배양, 버섯발생까지의 표고톱밥재배 일관생산형의 재배경영지표를 조사한 결과 다음과 같다.

(표 2-7) 배양.발생 일관생산형의 경영비 및 수익

(1.2kg배지, 10,000개 기준)

구분	항목	금액(원)	비고
경영비	종균비	192,000	1. 경영유형 : 생표고 재배 전업경영 2. 재배조건 : 년중재배 3. 표준 경영규모 가. 1일 배지 생산량 : 1,000개 나. 연간재배규모 : 80,000(1.2kg배지)개 3. 노동력 : 가족노동력 3인, 고용노동력 2인 4. 주요시설 및 기계 가. 배양실(공조) : 132m'(40평) 나. 발생실 : 370m'(112평) 다. 재배용기기 1식 라. 난방, 가습기등 5. 주요 기술지표 가. 1대 재배기간 : 165일 나. 손실율 : 5% 다. 1배지당 중량 : 1.2kg 라. 1배지당 수확량 : 300g 이상 (A급비율 70% 이상)
	배지재료비	1,664,000	
	약제비	22,200	
	광열.동력비	1,008,930	
	제재료비	1,350,000	
	수선비	320,560	
	감가상각비		
	- 건물.시설	1,277,880	
	- 기계.기구	1,927,700	
	제세공과금	150,000	
	고용노동비	2,016,000	
지불이자	1,154,930		
	경비합계	11,084,200	
	유통경비	1,725,000	
합계		12,809,200	
조수익	생산물 수량(kg)	3,000	
	평균단가(원/kg)	5,000	
	판매가격	15,000,000	
소득		2,190,800	
1일당 가족노동보수			

※ 1) 차입금은 고정자산 취득가격의 70%로 하고, 금리는 년 5%로 산출함.

$$263,985\text{천원} \times 0.7 \times 0.05 \div 8(\text{만개}) = 1,154,930\text{원}$$

$$2) \text{고용노동비} : 63\text{일} \times \text{㉔} 32,000\text{원} = 2,016,000\text{원}$$

3) 수선비는 고정자산(건물, 시설, 기계)감가상각액의 10%로 계상함.

$$3,205,580\text{원} \times 0.1 = 320,560\text{원}$$

4) 이 경영모델에 의한 표고 총소득

$$2,190,800(\text{원}/10,000\text{봉지}) \times 8(10,000\text{봉지}) = 17,526,400\text{원}$$



(표 2-8) 배양.발생 일관생산형의 작업별, 월별 노동시간

작업명	노동시간	기계사용시간	작업수순 . 방법	월별 노동시간(시간) 1회 재배형	
				월	시간
배지원료 혼합, 입봉 및 살균	180	150	혼합기, 입봉기, 고압부, 인력	1월	104
접종	140	100	접종기, 인력	2월	104
배양관리	40	상시	냉난방기, 가습기	3월	96
발생처리 준비	168		인력	4월	104
발생작업	260		인력	5월	88
살수관리	30	14	살수기, 인력	6월	104
버섯수확	78	20	인력	7월	72
버섯선별	86		인력	8월	24
버섯포장	226	226	포장기, 인력	9월	136
버섯출하	80	45	인력, 트럭	10월	152
폐배지 처리	32	15	대차, 인력	11월	160
				12월	176
				합계	1,320
합계	1,320 (165일)	570		고용	504 (63일)

- \* 고용 인건비 : 32,000원 × 63일 = 2,016,000원
- \* 재배인력 : 가족노동력 3인, 고용노동력 2인 기준
- \* 생표고재배 전업농 규모
- \* 재배규모 : 1.2kg배지 10,000개 기준
- \* 1대 재배기간 : 165일

(표 2-9) 배양.발생 일관생산형의 소모품비

구분	품명	단위당 사용량	단위당 단가	금액(원)
· 평균비	· 평균	200병(800cc/병)	960원/병	192,000
	· 소계			192,000
· 배지재료비	· 톱밥	25m'	60,000원/m'	1,500,000
	· 미강	400kg	160원/kg	64,000
	· 영양제	10kg	10,000원/kg	100,000
	· 소계			1,664,000
· 약제비	· 알콜	1.5L(공업용)	4,000원/L	6,000
	· 호로마린	3.0L	400원/L	1,200
	· 벤레이트(수화제)	0.1kg	150,000원/kg	15,000
	· 소계			22,200
· 광열동력비	· 중유	900L	181.92원/L	163,730
	· 석유(난방용)	150L	317원/L	47,550
	· 전기료(농업용) -계약 500kw경우	3,500kw	기본810원(~500kw)+ 사용량 23.50	487,250
	· 수도료(공업용)	160m'	기본0~10m' → 1,200원/m'+ 51m'이상 → 770원/m'	70,400
	· 휘발유(운반용)	300L	800원/L	240,000
	· 소계			1,008,930
· 제재료비	· 재배봉지(P.E대)	10,000매	120원/매	1,200,000
	· 기타	1식	150,000원	150,000
	· 소계			1,350,000
· 수선비	· 건물	1식	583,750원 × 0.1	58,380
	· 시설	1식	694,130원 × 0.1	69,410
	· 기계 및 기구	1식	1,927,700원 × 0.1	192,770
	· 소계			320,560
· 합계				4,557,690

- \* 수선비 : 건물, 시설, 기계 및 기구의 년 상각단위당 부담액의 10% 기준
- \* 재배봉지 : 국산화 개발된 봉지가격 기준
- \* 전기료 : 계약전기 500kw, 농업용(을) 기준
- \* 수도료 : 공업용 기준
- \* 톱밥, 미강등의 재료는 현장 도착가격임.
- \* 평균대는 임업협동조합중앙회 고시가격임

(표 2-10) 배양.발생 일관생산형의 고정자산 감가상각비 및 유통경비

고정자산명		취득가액 (천원)	내용 년수	년상각액 (천원)	년상각액부 담비율(%)	년상각단위 당부담액(원)
건물	배양실 132m <sup>2</sup> (무균실,40평),	26,000	18	1,300	12.5	162,500
	발생실 370m <sup>2</sup> (112평),	44,800	18	2,240	12.5	280,000
	접종실, 냉각실 39.6m <sup>2</sup> (12평)	7,800	18	390	12.5	48,750
	재료준비 및 작업장122m <sup>2</sup> (37평)	14,800	18	740	12.5	92,500
	☆ 총규모 : 201평					
소계		93,400		4,670		583,750
시설	접종,배양,발생실등 공조설비 (541.6m <sup>2</sup> : 164평)	49,200	13	3,406	12.5	425,750
	전기공사비	24,000	13	1,662	12.5	207,750
	수도공사비	7,000	13	485	12.5	60,630
	소계	80,200		5,553.0		694,130
기계 및 기구	고속톱밥체(소형)	2,000	5	360.0	12.5	45,000
	톱밥운반용 로다	8,000	5	1,440.0	12.5	180,000
	크린벤치	3,000	5	540.0	12.5	67,500
	컴프레샤(air dryer 포함)	1,500	5	270.0	12.5	33,750
	재배대(8단, 고정대, 8조)	3,600	10	324.0	12.5	40,500
	발생처리용 침수통(3)	1,500	30	45.0	12.5	5,630
	입봉기	12,000	5	2,160.0	12.5	270,000
	혼합기(2,300병용/회)	5,340	5	961.2	12.5	120,150
	배지운반콘베어(1.5kw)	1,540	5	277.2	12.5	34,650
	고압부(2,300병용/회, 자동제어)	25,300	5	4,554.0	12.5	569,250
	중기 보일러(0.3톤)	6,000	5	1,080.0	12.5	135,000
	중유탱크(2,100L)	500	7	64.3	12.5	8,040
	접종기(반자동)	2,900	5	522.0	12.5	65,250
	운반대차(살균용, 6대)	1,200	5	216.0	12.5	27,000
	포장기	2,500	5	450.0	12.5	56,250
	콘테이너(700×1,250개)	875	5	157.5	12.5	19,690
	가습살수기(6대)	6,000	10	540.0	12.5	67,500
	소형화물차(포터)	5,930	4	1,334.3	12.5	166,790
	기타 기기	700	5	126.0	12.5	15,750
	소계		90,385		15,421.5	
합 계		263,985		25,644.0		3,205,580

(표 2-11) 배양.발생 일관생산형의 유통경비

품 목	단위당경비(원)	수 량(개)	금액(원)	비 고
골판지상자	250	1,500	375,000	1상자/2kg포장
수수료	200	3,000kg	600,000	판매금액 5%
운송료	500	1,500	750,000	2kg포장/ 박스
계			1,725,000	

(3) 표고툰밥재배용 배지구입 재배형(40,000개/년)

툰밥배지를 구입하여 년중 재배시의 재배경영지표를 조사한 결과는 다음과 같다.

(표 2-12) 배지구입 재배형의 경영비 및 수익성

(1.2kg배지, 10,000개 기준)

구분	항목	금액 (원)	비고
경영비	배지구입비	7,500,000	1. 경영유형 : 생표고 전업경영 2. 재배조건 : 년중재배 3. 표준경영규모 가. 50평 발생하우스 2동에서 생산 나. 1동당 수용량 : 12,000개 다. 2동 수용량 : 24,000개 라. 1재배기간 : 7개월 마. 연간 회전수 : 1.7회전 바. 연간 재배규모 : 40,800개 (2개월마다 배지를 계획적으로 구입 재배), 4. 가족노동력 : 2.0인 5. 주요 시설,기계 가. 발생하우스 330m'(100평) 나. 자동 살수장치, 난방기, 냉장고 6. 주요 기술지표 가. 배지당 중량 : 1.2kg 나. 배지당 수확량 : 300g이상 다. 생산버섯 A급 비율 : 70%이상
	약제비	30,000	
	광열.동력비	613,060	
	수선비	161,580	
	감가상각비		
	- 건물.시설	1,173,000	
	- 기계.기구	442,750	
	제세공과금	150,000	
	지불이자	899,700	
	경비	10,970,090	
	유통경비	1,875,000	
합계		12,845,090	
조수익	생산물 수량	3,000kg	
	평균 단가	5,000원	
	판매액	15,000,000원	
소득		2,154,910원	
1일당 가족노동보수			

※ 1) 차입금은 고정자산취득가격의 70%로하고 금리를 년 5%로 산출함.  
 2) 가족경영으로 고용노동력에 의존하지 않음  
 3) 수선비는 건물, 시설, 기계상각비의 10%로 계상함  
 4) 재배용 툰밥배지 구입은 제조판매업자에 의함  
 5) 이 경영모델에 의한 표고재배 총 소득  
 $2,154,910(원/만개) \times 4(만개) = 8,619,640원$

(표 2-13) 배지구입 재배형의 작업별, 월별 노동시간

작업명	노동시간	기계사용시간	작업수순·방법	월별 노동시간(시간)	
배지진열, 봉지벗기기	168	40	대차, 인력	1월	88
발생처리	32	20	인력, 환풍기	2월	88
눈꺾기	260		인력	3월	96
살수관리	28	14	살수기, 인력	4월	96
가온관리	28	상시	난방기, 인력	5월	112
수확	104	25	인력	6월	104
선별	112		인력	7월	72
포장	280	280	포장기, 인력	8월	24
출하	92	50	인력, 트럭	9월	104
폐툽밥배지 처리	32	15	대차, 인력	10월	104
				11월	112
				12월	136
합계	1,136 (142일)	444		합계	1,136
합계				내 고용	0

\* 자가 인건비 : 32,000원 × 142일 = 4,544,000원

(표 2-14) 배지구입 재배형의 소모품비

구 분	품 명	단위당 사용량	단위당 단가	금액(원)
톱밥배지구입비	배양완료 배지	10,000개 (1.2kg배지)	750원/배지	7,500,000
	소계			7,500,000
약제비	벤레이트수화제	0.2kg	150,000원/kg	30,000
	소계			30,000
광열 동력비	중유대	550L	181.92원/L	100,060
	전기료 (농업용:을)	1,600kw(계약전력 : 500kw기준)	810원/kw × 500kw + 23.50원 × 1,600kwh	442,600
	수도료	160m' (공업용기준)	기본16,000원(~50m') + 사용량340원 × 160m'	70,400
	소계			613,060
수선비	건물	1식	년상각부담액의 10%	55,000
	시설	1식	"	62,300
	기계.기구	1식	"	44,280
	소계			161,580
합 계				8,304,640

- \* 배양센터에서 1.2kg톱밥배지 10,000개를 구입, 버섯 발생작업에 소요되는 비용임.
- \* 수선비 : 건물, 시설 및 기계.기구의 연간 감가상각비의 10% 기준.
- \* 전기료 : 농사용(을), 계약전력 500kw기준.
- \* 수도료 : 공업용 기준
- \* 톱밥배지 구입비는 현장도착 가격임.

(표 2-15) 배지구입 재배형의 고정자산 감가상각비

고 정 자 산 명		취득가액 (천원)	내용 년수	년상각액 (천원)	년상각액부 담비율(%)	년상각단위당 부담액(원)
건 물	발생하우스(재배대 포함)					
	- 165㎡(50평)	20,000	18	1,000	25.0	250,000
	- 165㎡(50평)	20,000	18	1,000	25.0	250,000
	출하작업장: 66㎡(20평)	4,000	18	200	25.0	50,000
소 계		44,000		2,200		550,000
시 설	급수설비(지하수, 배관)	1,500	13	104	25.0	26,000
	전기설비(30kw)	7,500	13	519	25.0	129,750
	공조설비(25RT)	27,000	13	1,869	25.0	467,250
	소 계	36,000		2,492		623,000
기계 및 기구	중유탱크(2,100L)	600	7	77.1	25.0	19,280
	난방기(2실)	4,000	10	360.0	25.0	45,000
	운반용 대차(4개)	848	5	152.6	25.0	38,150
	냉장고(2)	3,000	15	180.0	25.0	45,000
	환풍기(8)	1,200	5	216.0	25.0	54,000
	재배대(100평,6단, 고정대)	5,300	5	954.0	12.5	119,250
	발생처리용 침수통(3)	1,500	10	135.0	12.5	16,880
	컨테이너(700×1,250개)	875	5	157.5	12.5	19,690
	가습 살수기(4대)	4,800	10	432.0	12.5	54,000
	기타 기기	700	5	126.0	25.0	31,500
	소 계	22,823		2790.2		442,750
합 계		102,823		7,482.2		1,615,750

(표 2-16) 배지구입 재배형의 유통경비

품 목	단위당경비(원)	수 량(개)	금액(원)	비 고
골판지상자	250	1,500	375,000	1상자/ 2kg포장
수수료	250	3,000kg	750,000	판매금액의 5%
운송료	500	1,500	750,000	2kg포장/ 박스당
계			1,875,000	

(표 2-17) 표고원목재배 경영지표

(기준 : 생산 버섯나무 10,000본/년)

구 분	생 표 고 (시설)	비 고
○ 조사대상 농가수(호)	32	
○ 생산량(kg/년)	3,040	☑ 재배 1대 : 본당 1.216kg생산 ☑ 재배기간 : 4년,
○ 판매가격(원)	5,000	
○ 조 수 익(원)	15,200,000	
○ 경영비용(원)	5,827,500	
- 재료비	(4,677,500)	
- 고용노동비	(1,150,000)	
○ 생산비용(원)	6,422,500	☑ 자가노동비는 계상치 없음 (자가노동비: 2,817,500원)
- 경영비용	(5,827,500)	
- 지대	(12,500)	
- 자본용역비	(582,500)	
○ 소 득(원)	9,372,500	☑ 소 득 : 조수익-경영비용
○ 순수익(원)	8,777,500	☑ 순수익 : 조수익-생산비용

※ 임업연구원 연구보고 자료('96, 임업경제과)

원목표고재배(생표고) 10,000본, 생표고 1kg당 5,000원 기준으로 계상함.

원목표고재배 30,000본을 재배1대(4년) 재배시 연간 소득은 26,332,500원 임

#### 다. 배지구입형 표고톱밥재배 사례 조사

##### (1) 재배시설비 및 시설자금

재배시설은 표고발생사 용도외에 후기 배양까지 가능하도록한 우수한것으로써 총 재배시설비는 재배사 정지작업, 기초공사, 건물시설, 공조시설, 전기시설, 지하수시설과 재배사내의 재배대(7단)를 포함하여 총 8,587만원이 소요되었다. 재배시설별로 비용을 세분해보면 재배사 정지작업 100만원, 기초공사 1,200만원, 경량골조 조립식 판넬 건물 2,400만원, 재배사내 단열설비(우레탄 30mm) 340만원, 재배사 공조시설(25HP) 2,700만원, 전기시설(30kw) 690만원, 지하수 시설 117만원이고 재배대는 총 12개(50평용×2실)로 1,040만원이었다.



또한 재배시설 소요자금은 2년거치 3년상환(년리 5%)의 정부 융자금액 5,600만원과 지방비 보조금 2,400만원, 자부담 2,000만원으로 총 1억원 이었다.

(2) 재배경영

'96년 4월하순에 표고톱밥배지를 배양센타로부터 구입하여 '96년 10월30일 까지 6개월간 재배한 6개 농가의 재배경영 내용은 다음 표( 2-18 )과 같다. 재배용 표고톱밥배지는 부르크형(2.5kg/배지)으로 동 톱밥배지 1개당 1,500원에 현지 도착가격으로 구입하여 사용 하였다. 재배비용중 자가노임과 건물 및 시설에 대한 감가상각비는 계상하지 않았다. 재배자의 생표고 생산량은 구입시 톱밥배지 중량의 21%~31% 수준으로 일본의 표고재배 경영지표인 25~30%의 범위에 있어 대체적으로 양호한 수준이었으며 정상적으로 재배한 재배농가의 수익은 재배경비를 제외하고 1농가당 약 7백만원에서 1천만원 으로 나타났다.

(표 2-18 ) 우리나라의 표고톱밥배지 구입 재배시의 수익성

구분	수입			지출(원)						수익
	생산량 (kg)	판매단가 (원/kg)	판매금액 (원)	전기료	포장비	운송료	수수료	배 지 구입비	경비계	
A	2,840	5,500	17,677,000	1,123,700	353,700	610,000	883,850	7,500,000	10,471,250	7,205,750
B	2,570	5,330	12,970,000	699,000	326,750	505,000	786,000	7,500,000	9,816,750	3,153,250
C	3,080	5,500	17,980,000	1,209,000	387,800	770,000	889,000	7,500,000	10,755,800	7,224,200
D*	6,170	5,380	34,530,000	2,124,000	776,950	1,542,500	1,819,000	15,000,000	21,279,450	13,250,550
E	3,820	5,500	20,935,000	1,328,000	477,500	955,000	1,046,750	7,500,000	11,307,250	9,627,750
F	3,950	5,500	22,355,000	1,340,710	497,350	987,500	1,117,750	7,500,000	11,443,310	10,911,690

※ '96.4월 하순 5,000개씩 배지구입(F는 10,000개), 5월~10월까지의 재배결과

※ D는 톱밥배지 10,000개 재배농가임.

※ 지출경비 단가

- ◇ 전기료 : 재배기간(5~10월)중의 재배사 가동 전기료
- ◇ 포장비 : 2kg박스 1개당 250원
- ◇ 운송료 : 2kg박스 1개당 500원
- ◇ 판매수수료 : 버섯 판매금액의 5%
- ◇ 배지구입비 : 2.5kg배지 1개당 1,500원

재배경비의 구성비는 다음 표(2-19)와 같다. 재배 소요경비는 재배사 가동을 위한

전기료, 표고톱밥배지 구입비, 생표고 출하를 위한 포장용박스 구입비, 서울 가락시장까지의 운송료, 버섯판매수수료 등의 기본경비만을 계상하였다. 시설에 대한 감가상각비와 자가 인건비는 계상하지 않았다. 표고 톱밥재배 지출 경비중 비목별 구성비를 보면 배지구입비가 68.5%~76.4%로 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며 전기료와 판매수수료는 약 9%, 운송료는 약 7%수준이었다.

(표 2-19) 표고톱밥재배(배지구입형) 기본경비 구성비

구분	경비총액(원)	발생경비 총액에 대한 지출비목별 구성비(%)				
		전기료	포장비	운송료	수수료	배지구입비
A	10,406,250	10.8	3.3	5.6	8.2	72.1
B	9,816,750	7.1	3.3	5.2	8.0	76.4
C	10,488,800	9.5	3.6	7.2	8.2	71.5
D	10,942,250	9.7	4.2	8.4	9.2	68.5
E	10,917,600	9.8	4.1	8.2	9.2	68.7
F	20,212,450	8.5	3.4	6.0	7.9	74.2

라. 생산성향상을 위한 재배법 개선

(1) 밤나무톱밥을 이용한 표고톱밥재배

(가) 공시종균 및 접종량 : 산림5호, 배지 1개당 10g

(나) 살균방법 : 121℃, 120분

(다) 톱밥배지조성(1kg/배지)

- 1) 신갈 80%+미강 20%+ CaCO<sub>3</sub> 0.6%+ KNO<sub>3</sub> 0.4%+ Sugar 3%
- 2) 밤나무 80%+미강 20%+ CaCO<sub>3</sub> 0.6%+ KNO<sub>3</sub> 0.4%+ Sugar 3%
- 3) 신갈 40%+밤나무 40%+미강 20%+CaCO<sub>3</sub> 0.6%+KNO<sub>3</sub> 0.4%+Sugar 3%

(라) 배양 : 20~22℃의 배양실에서 3개월(암배양 2개월, 명배양 1개월)배양

(마) 발생처리 : 24시간 침수후 15~18℃, 습도 90%의 발생실에 전개.

(바) 버섯 수확기간 : 3개월

(사) 버섯 발생량 및 품질

배 지 조 성	발생량 (g/배지)	버섯의 품질(cm, gr)				
		갓직경	갓두께	줄기길이	줄기직경	개체중
신갈+미강(대조)+첨가물	228.0	5.6	1.8	4.8	1.0	17.2
밤나무+미강+첨가물	229.0	5.6	1.5	4.2	0.9	16.1
신갈+밤나무+미강+첨가물	298.6	5.3	1.7	4.3	0.9	14.9

※ 밤나무톱밥배지의 버섯생산성이 참나무톱밥과 대등하여 실용화 가능.

(2) 표고톱밥재배용 영양제 선발

신갈나무톱밥에 미강 및 밀기울을 혼합하고 여기에 Xylose 1, 2, 3% 첨가하여 생산성을 조사한 결과 미강과 혼용하여 사용할 때에는 효과가 인정되지 않았으나 밀기울과 혼용하여 사용했을 경우에는 Xylose 2%농도에서 대조구에 비하여 1.3배의 증수효과가 인정되었다.

(표 2-20) 미강+xylose첨가 톱밥배지의 생표고 생산량 및 배지에 대한 생산수율

구분 \ 기간	10일	20일	30일	40일	50일	60일	70일	80일	90일	100일	110일	120일	130일	
A	생산(g)	87	94	96	155	176	176	257	260	360	374	389	404	405
	수율(%)	5.8	6.3	6.4	10.3	11.7	11.7	17.1	17.3	24.0	24.9	25.9	26.9	27.0
X1	생산(g)	26	31	34	56	97	114	294	294	351	393	414	424	424
	수율(%)	1.7	2.1	2.3	3.7	5.1	6.5	19.6	19.6	23.4	26.2	27.6	28.3	-
X2	생산(g)	64	74	79	95	114	128	242	250	350	352	372	382	383
	수율(%)	4.3	4.9	5.3	6.3	7.6	8.5	16.1	16.7	23.3	23.5	24.8	25.5	25.5
X3	생산(g)	51	56	56	108	133	140	247	253	341	344	366	374	379
	수율(%)	3.4	3.7	3.7	7.2	8.9	9.3	16.4	16.9	22.7	22.9	24.4	24.9	25.3

※ 톱밥배지 중량 : 1.5kg배지

※ 수율(%) : 버섯발생량(g)/톱밥배지 중량(1,500g)×100

※ A 대조구, X1 xylose 1%첨가구, X2 xylose 2%첨가구, X3 xylose 3%첨가구

표 2-20에서 보는 것 처럼 미강에 xylose를 첨가했을 때 대조구의 1.5kg배지당 405g의 버섯이 발생하여 배지에 대한 버섯 발생수율이 27%로 xylose처리구와 큰 차이가 없었다.

그러나 밀기울과 혼용한 표고톱밥배지에 xylose를 첨가하여 이들 처리별로 버섯 발생량을 조사한 결과(표 2-21)과 같았는데 버섯수확 130일후에 대조구의 버섯 생산량은 1.5kg배지당 394g으로 톱밥배지에 대한 수확율(수율)은 26.3%이었고, xylose처리구는 1% 첨가구 25.1%, 2%첨가구 33.5%, 3%첨가구 23.4%로 나타나, xylose 2%첨가가 대조구의 약 1.3배의 증수효과를 나타내었다.

(표 2-21) 밀기울+xylose첨가 톱밥배지의 생표고 생산량 및 배지에 대한 생산수율

구분 \ 기간	10일	20일	30일	40일	50일	60일	70일	80일	90일	100일	110일	120일	130일	
B	생산(g)	35	53	55	91	125	137	259	278	366	373	385	392	394
	수율(%)	1.5	3.5	3.7	6.1	8.3	9.1	17.3	18.5	24.4	24.9	25.7	26.1	26.3
X1	생산(g)	23	36	38	43	77	100	232	250	338	356	370	377	-
	수율(%)	1.5	2.4	2.5	2.9	5.1	6.7	15.5	16.7	22.5	23.7	24.7	25.1	-
X2	생산(g)	21	32	36	64	82	90	305	321	440	465	483	491	503
	수율(%)	1.4	2.1	2.4	4.3	5.5	6.0	20.3	21.4	29.3	31.0	32.2	32.7	33.5
X3	생산(g)	1	8	9	39	57	74	173	204	324	327	339	343	351
	수율(%)	0.1	0.5	0.6	2.6	3.8	4.9	11.5	13.6	21.6	21.8	22.6	22.9	23.4

※ 톱밥배지 중량 : 1.5kg배지

※ 수율(%) : 버섯발생량(g)/톱밥배지 중량(1,500g)×100

※ B 대조구, X1 xylose 1%첨가구, X2 xylose 2%첨가구, X3 xylose 3%첨가구

## 제 5 절 결과요약

1. 현재 외국에서 개발하여 사용하고 있는 배지 조제용 톱밥제조기는 톱밥을 제조하는 방법에 따라 3종류의 유형이 있으며 배지혼합기는 14종이고, 배지입봉기는 봉지를 set하는 방식에 따라 7종의 유형으로 구성되었으며 살균가마는 상압살균식과 고압살균식 2종이 있는 것으로 조사되었다.

2. 표고톱밥재배시 밤나무톱밥이 기존의 참나무톱밥과 대등한 생산성을 보여 새로운 표고톱밥재배 적합수종으로 확인되었으며, 영양제로는 Xylose 2%를 배지조제시 밀기울과 혼용하여 사용하였을 때 대조구의 1.3배 증수효과를 얻어 양호한 것으로 나타났다.

3. 국내의 표고톱밥재배 주요공정(1회)은 2.5kg톱밥배지 기준으로 배지혼합 360봉~750봉/1일1인/ 1~1.5시간/1회이고 배지입봉은 2구 상하작동식 입봉기가 750봉/1회/3인/3시간이었으며 로타리형 입봉기는 1,200봉/1회/4인/50분이었다. 또한 배지살균(고압)은 400~450봉/1일1인/1시간/1회(살균 : 약 6시간)이었으며 반자동점종기의 평균점종 공정은 750봉/3시간/3인이었다.

4. 표고톱밥재배 미이용 수종인 밤나무의 버섯 생산량은 1kg배지당 229g으로 대조 수종인 신갈나무(228g/1kg배지)와 대등한 것으로 밝혀졌으며 발생버섯의 개체중도 신갈나무 17.2g에 비하여 밤나무는 16.1g으로 대조구인 신갈나무 톱밥배지와 대등하게 양호한 것으로 나타나 새로운 표고톱밥재배 적합수종임이 확인 되었다.

5. 표고톱밥재배용 영양제 개발을 위하여 신갈나무톱밥에 미강 및 밀기울을 혼합하여 Xylose를 1, 2, 3% 첨가한후 생산성을 조사한 결과 미강과 혼용하여 사용할 때에는 효과가 인정되지 않았으나, 밀기울과 혼용하여 사용했을 경우에는 Xylose 2%농도에서 대조구에 비하여 약 1.3배의 증수효과가 인정 되었다.

#### 6. 재배경영 모델조사

일본의 표고톱밥재배 경영모델과 국내 배양소 조사자료(4개소)를 참고로하여 톱밥배지만을 배양하는 배지생산형(배양센타), 톱밥배지를 배양하여 버섯재배까지 일관 생산체제를 갖춘 일관생산형, 톱밥배지 배양센타에서 배양된 톱밥배지를 구입하여 재배하는 구입생산형등 3유형의 재배경영 모델을 조사하였다.

### 제 3 장 표고톱밥재배 용기의 국산화 개발

#### 제 1 절 서론

표고재배의 기계화 생력 재배시스템인 표고 톱밥재배기술의 개발에 따라 그간 문제가 되었던 재배인력 및 재배자원난 해소의 계기가 되었으며 버섯 생산성 향상에도 크게 이바지하게 되었다. 그러나 이 재배시스템에 필요한 표고톱밥재배용 용기가 국산화 되지 않고 일본에서 고가로 수입하여 사용하고 있는 실정이므로 생산코스트가 높아질뿐만아니라 공급자의 「아프터서비스」가 어렵고 구입절차가 번거롭기 때문에 표고톱밥재배의 실용화 보급에 커다란 문제로 대두되었다. 따라서 이러한 재배현장의 애로사항을 해소하기 위하여 표고 톱밥재배용기의 국산화 개발에 착수하게 되었다.

본 연구에서는 1차적으로 표고톱밥재배에 일반적으로 널리 사용하고 있는 “표고톱밥재배용 봉지”의 국산화 개발로 염가로 보급할수 있는 보급형 용기개발을 목적으로 실시하였다. 2차적인 목적으로는 표고톱밥재배의 자동화로 기계화 생력 재배시스템을 증진시켜 생산성향상과 재배인력 부족난을 해결하고, 또한 배양실의 배지 수용능력을 배가시킬뿐만아니라 톱밥배지의 배양기간을 단축시킬수 있는 가능성을 검토하기 위하여 이에 적합한 구조인 “표고 톱밥재배용 병”의 국산화 개발을 추진하게 되었다.

#### 제 2 절 표고톱밥재배용 P.E봉지 개발

##### 1. 수행방법

가. 표고톱밥재배용 봉지 재질인 HDPE의 제품특성과 배양용기로써 봉지에 요

구되는 조건과 배양용 봉지에 부착되는 통기필터의 재질, 제조공정, 성질등의 기초자료를 조사 하였다.

나. 표고톱밥재배에 적합한 P.E필름봉지의 모델을 선정후 봉지의 재질특성을 고려한 기본구조를 설계하고, 배양봉지의 기능중 가장 중요한 통기필터의 조건과 그 통기필터를 봉지에 접착할수 있는 조건을 구명하였다.

다. 봉지의 크기는 재배자가 가장 선호하고 있는 2~2.5kg배지 입봉용으로 선정하였으며 적정 통기필터의 선발을 위하여 6종의 필터 접착봉지를 제조하여 실연시험을 통하여 성능을 검정하였다.

라. 표고톱밥재배용 봉지 제조공정

(1) 비닐제조

(가) 비닐규격 : 210mm(W)×450mm(H)×0.045t(T)

※ 양측 M자 가공길이는 55mm

(나) 비닐재질 : HDPE

(2) 필터 부착용 Hole가공

(가) Press에 봉지 고정용 틀(box)과 Cutting Mold를 고정시킨다.

(나) 고정용 틀속에 봉지를 바르게 넣는다.

(다) 봉지를 바로넣은 상태에서 Press(0.5ton이상 사용)를 가동시킨다.

(3) 봉지끝단부 sealing

Band conveyor와 Belt conveyor가 작동하여 봉지를 이송시키며 1차로 실링하고자 하는 부위를 heater로 열을 가하며, 이때 열변형을 최소화하기 위하여 가열된 부위를 band가 잡아주는 역할을 한다. 1차 가열된 부위는 Roller에 의하여 압착되며 압착된 부위를 수냉식 냉각장치에 의해 냉각시키므로 열응축에 따른 변형을 최소화 한다.

(4) 필터부착

필터부착 hole가공과 끝단부 sealing이 완료된 봉지를 필터부착기의 봉지고정 Guide에 바르게 넣고 이상이 없음을 확인한후 Foot S/W를 ON시킨다. 그렇게 되면 자동으로 필터가 공급되며 동시에 Main Air Cylinder가 좌우에서 전진한다. Main Air Cylinder가 전진한후 필터 부착용 Cylinder가 전진하여 필터를 부착함과 동시에 필터절단 Knife Cylinder가 전진하여 필터를 절단 한다.

(5) 제품검사

모든 공정이 끝나면 1차적으로 봉지의 size, 터짐, 손상, 변형등의 이상유무를 관찰하는 외형검사를 실시하며 2차로 Hole가공상태, Hole가공위치, 봉지끝단부의 Sealing상태, 접착상태를 검사하며 최종적으로 Pinhole의 유무, 봉지끝단부 및 필터부착 부위의 접착 이상유무 등을 검사한다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 재배용 봉지의 재료 특성

재배용 봉지재질은 HDPE(high density ethylene firm)로 사출성형, 중공성형, 압출성형, 필름성형에 의하여 제조되고 있으며 HDPE의 전 품목 공통적인 특성은 다음과 같다.

#### (1) 전기적특성

(가) 체적고유저항(ASTM D257) :  $10^{16} \sim 10^{18} \Omega \text{cm}$

(나) 유전율(ASTM D150) : 2.3

(다) 절연내력(ASTM D149) : 48Kv/mm

(라) Tan  $\delta$  (ASTM D150) :  $1 \sim 3 \times 10^{-4}$

#### (2) 내약품성

##### (가) 사용가능

- 산 : 황산(95%), 염산(35%), 인산(85%), 과염소산
- 알칼리 : 가성소다, 가성카리, 탄산소다.
- 염류 : 식염, 과망간산카리
- 유기용제 : 니트로벤젠, 아닐린, O-크레솔, 메탄올, 에탄올, 글리세린.

##### (나) 사용불능

- 산 : 발연황산, 발연질산, 클로르셀폰산등.
- 유기용제 : 이황화탄소, 사염화탄소.

### 나. 재배용 봉지에 부착되는 통기필터의 재질특성

종이보다 질기고 섬유보다 가격이 저렴하며 용도가 다양한 내구성이 강한 sheet제품으로 고밀도의 폴리에틸렌 섬유를 원료로 하여 제조된 것으로 매우 가는  $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ (사람의 머리카락 단면은 약  $7.5 \mu\text{m}$ )은 의 무지향성섬유(Plexifilaments)가 결합체나 충전제의 첨가없이 방사된후 적정한 열과 압력으로 성형된 특수섬유이다. 또한 재질은 질기고 가벼우며(밀도 신축성이 우수하고 부드러움은 물론 미세한 먼지 조차도 발생되지 않고 불투명하며 물, 화학약품, 부식에 강하고 내구성이 좋은 특성이 있다.

### 다. 톱밥재배용 P.E필름봉지 개발

#### (1) 봉지제조 재질조건

(가) 봉지의 재질 : 고밀도 필름(High density P.E)

(나) 봉지의 두께 : 0.045mm

(다) 통기 필터의 재질 : 고밀도 P.E(HDPE)방사필터

#### (2) 봉지 접착조건

(가) 봉지 끝단부 접착 : 연속 열융착 실링방법 채택

(나) 봉지와 필터접착 : 순간발열 강제 압착접착

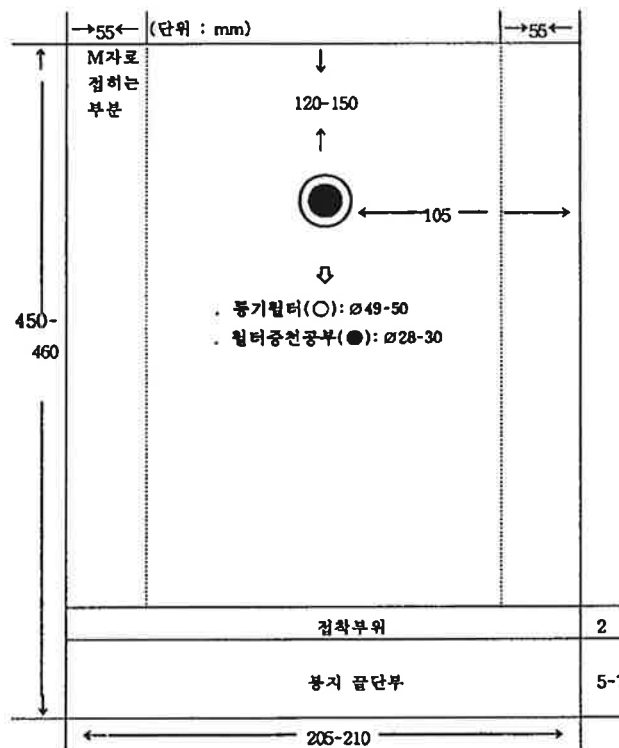
※ 온도 175±5℃, 압착시간 0.8Sec., 압력 3~4kg/cm<sup>2</sup>

(3) 시제품 제작 및 성능시험

다음과 같은 튜브팩재배용 봉지 모델을 선정하고 6종의 통기 필터로 봉지를 제작하여 재배실연시험 결과 모두 양호한 것으로 나타났다.

(4) 개발된 표고튜브팩재배용 봉지의 규격

튜브팩지 입봉량은 2~2.5kg을 기준으로 하였으며 봉지폭은 105~210mm이고 길이는 450~460mm이며 통기필터의 내경은 49~50mm로 하였다. 개발된 봉지의 구조는 다음과 같다.



(그림 3-1) 개발된 표고튜브팩재배용 봉지 규격

### 제 3 절 표고튜브팩재배용 P.P병 개발

#### 1. 수행방법

가. 표고튜브팩재배용 P.P병의 재질인 폴리프로피렌의 종류, 재질특성, 재료조건 등의 기초자료를 조사 하였다.

나. 표고튜브팩재배에 적합한 P.P 병의 모델을 선정후 용기의 구조설계 방향을 정립한 다음 용기의 외형 및 구조를 설정하였다.



다. 구조설계가 완료된 다음에 시제품을 만들기위하여 병의 하부몸체 사출금형, 뚜껑 사출금형, 접종구 사출금형, 필터 고정장치 사출금형등을 제작 완료후 시제품을 사출성형 하였다.

라. 표고톱밥재배용 P.P병의 뚜껑에 통기필터 및 분해수 응집부위를 별도로 설치하여 톱밥배지의 배양중 가스교환을 원활히 하고 분해수를 분리시켜 배양상태가 양호하도록 하는데 중점을 두었다.

마. 시제품을 제작하여 표고톱밥배지 배양실연시험을 실시하고 그 결과에 따라 용기의 구조를 개선토록 하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 재배용 P.P병의 재료 특성

(1) 종류 : P.P병의 재질인 폴리프로필렌 종류로는 다음의 3종이 있다.

- (가) 호프렌(강성, 내열성이 우수한 호모폴리머)
- (나) 코프렌(고 충격성의 블록코폴리머),
- (다) 란프렌(투명성과 유연성이 우수한 랜덤코폴리머)
- (라) 폴리프로필렌의 제품분류법

(2) P.P의 전 품목 공통특성

#### (가) 열적특성

- 1) 열전도율 :  $3.3 \times 10^{-4} \text{ cal.cm/cm}^2 \text{ sec } ^\circ\text{C}$
- 2) 비열 :  $0.46 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$
- 3) 선팽창계수 :  $11 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

#### (나) 전기적특성

- 1) 체적고유저항 :  $> 10^{16} \Omega \text{ cm}$
- 2) 유전율 : 2.2~2.4
- 3) 역률 :  $2 \times 10^{-4}$
- 4) 절연내력 : 31kv/mm
- 5) 내ARC성 : 65~70sec

### 나. 재료조사 및 선정

(1) 재료 조건

- 가) 사용온도 : 살균온도 Max. 120 $^\circ\text{C}$  에서 형상을 유지 할 수 있을것.
- 나) 내용물 확인이 가능한 투명재료 일것.

(2) 재배용 병의 모델정립

- 가) 톱밥배지 입병 용량 : 2~3Kg
- 나) 사용온도 : 살균온도 Max 121℃
- 다) 잡균 오염이 안되는 밀폐구조
- 라) 접종 작업이 용이한 구조
- 마) 용기내부 가스배출이 잘되는 구조

(3) 재료특성

- 가) 재료명 : P.P (JT-170)포리프로필렌-투명성
- 나) 재료의 주요 특성
  - 용융지수 20g/10min
  - 밀도 0.90g/cm<sup>3</sup>
  - 항복점응력 400kg/cm<sup>2</sup>
  - 굴곡탄성률 19,000kg/cm<sup>2</sup>
  - 표면경도 107R
  - 열변형온도 135℃
  - 연화점 155℃
  - 열전도율  $3.3 \times 10^{-4}$ cal.cm/cm<sup>2</sup>sec℃
  - 비열 0.46cal/g℃

다. 용기의 구조설계

- (1) 용량 : 톱밥배지 2~3kg
- (2) 잡균 오염이 없도록 뚜껑연결부 설계
- (3) 뚜껑 열고 닫기가 용이한 구조 설계
- (4) 필터 고정을 정확하게 할 수 있으며, 필터 교환이 쉽도록 설계
- (5) 상부 접종용 뚜껑 별도 설계로 접종이 용이한 구조설계
- (6) 배양시 용기를 뒤집기할때 배지가 잘 빠지도록 구배유지
- (7) 배양시 용기를 뒤집기할때 분해수가 분리될 수 있는 공간 확보
- (8) 견고하고 튼튼한 구조 설계

라. 용기의 외형 및 구조

- (1) 용기는 배양이 완료되었을때 배지를 꺼낼수 있도록 두 부분(뚜껑과 하부 몸체)으로 나뉘어 착탈 할수 있는 구조
- (2) 뚜껑 상부에는 종균투입구가 중앙에 위치해 있고, 뚜껑측면에는 공기여과

필터를 부착한 통기공을 사방으로 설치하여 배양중 통기성이 양호 하도록 설계

(3) 또한 뚜껑 안쪽에 받침턱을 만들어 배양후기에 배지를 뒤집어 놓을 때 분해수가 뚜껑 바닥에 고이도록 하여 배양성을 향상 시킬수 있도록 하였다.

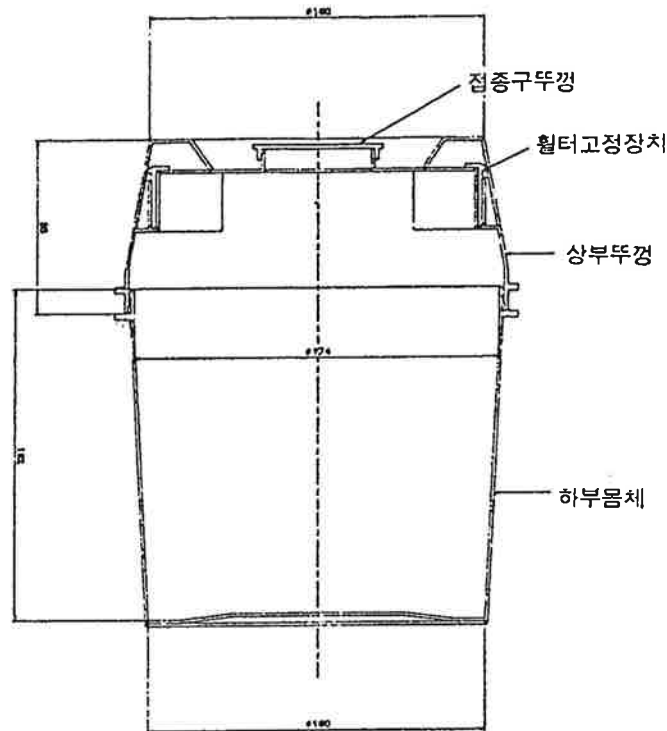
(4) P.P병 용기의 지름을 하부몸체 160mm, 상부몸체 174mm로 갈때기 형으로 고안하여 배양후기에 배지를 용이하게 뒤집어 배양할수 있도록 하였다.

마. 시제품제작을 위한 사출금형 제작

- (1) 하부몸체 사출 금형제작
- (2) 뚜껑 사출 금형제작
- (3) 접종구 뚜껑 사출 금형제작
- (4) Filter 고정장치 사출 금형제작

바. P.P병 재배용기 제작 및 성능실험

개발된 재배용 용기의 구조는 그림 3-2와 같은데 이의 배양실연시험 결과 양호하였으나 분해수 응집부위가 작아 이를 개선 하였다.



(그림 3-2) 표고톱밥재배용 P.P병

## 제 4 절 결과요약

### 1. 톱밥재배용 P.P필름봉지

#### 가. 봉지제조 재질조건

(가) 봉지의 재질 : 고밀도 필름(High density P.E), 봉지의 두께 : 0.045mm

(나) 통기 필터의 재질 : 고밀도 P.E(HDPE)방사필터

#### 나. 봉지 접착조건

(가) 봉지 끝단부 접착 : 연속 열융착 실링방법 채택

(나) 봉지와 필터접착 : 순간발열 강제 압착접착

※ 온도 175±5℃, 압착시간 0.8Sec., 압력 3~4kg/cm<sup>2</sup>

#### 다. 봉지의 규격

봉지의 톱밥배지 입봉량은 2~2.5kg을 기준으로 하였으며 봉지의 폭은 205~210mm이고 길이는 450~460mm이며 통기필터의 내경은 49~50mm로 하였다. 또한 봉지의 양 측면을 M자로 접어서 톱밥배지입봉시 톱밥배지가 봉지내로 원활히 입봉 되도록 하였다.

라. 개발효과 : 개발전 전량을 외국에서 수입하여 사용하였으나 국산화 개발로 외화절약과 봉지구입비의 52%를 절감할수 있게 되었다.

### 2. 표고톱밥재배용 P.P병

#### 가. 재료명 : P.P (JT-170)포리프로필렌-투명성

#### 나. 용기의 구조적 특징

톱밥배지(2kg)용기는 배양이 완료되었을 때 배지를 쉽게 꺼낼수 있도록 두 부분(뚜껑과 하부몸체)으로 나뉘어 착탈 할수 있는 구조로 하였으며 배양중에 발생하는 분해수의 응집부위를 확대 개선하여 배양중 분해수가 원활히 분리되어 신속한 배양이 되도록 하였다.

#### 다. 개발효과

(가) 배양중 분해수가 용기 하단에 분리되므로 봉지재배 배양보다 배양기간이 약 1개월 단축시킬수 있고, 배양실의 배지 수용능력도 봉지보다 약 2배이상 증가시킬 수 있다.

(나) 용기의 재질이 단단하여 기계화.자동화가 용이하고 배지의 이동이 편리하며 이를 재 사용할 수 있으며 이의 국산화 개발로 외국산 P.P병 용기 구입시 보다 약 50%의 구입비용을 절감 할 수 있게 되었다.

## 제 4 장 표고톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발

### 제 1 절 서론

표고재배의 기계화 생력 재배시스템인 표고 톱밥재배기술의 개발에 따라 그간 문제가 되었던 재배인력 및 재배자원난 해소의 계기가 되었으나 이의 실용화 단계에서 우리나라에 이에 관한 재배기계가 전혀 개발되어 있지 않아 커다란 걸림돌이 되고 말았다. 따라서 현재까지는 이 재배를 시도하려는 농가는 부득이 일본에서 고가로 재배용 기계를 수입하여 사용해야하는 실정으로 이는 생산코스트가 높아질뿐만 아니라 공급자의 「아프터서비스」 또한 쉽지 않으므로 실용화가 어렵게 되었다. 그러므로 본 연구에서는 우리나라에서의 표고톱밥재배 실용화 보급을 촉진하기 위하여 표고톱밥재배 주요기계인 표고톱밥배지입봉기, 중균점증시스템, 재배사 환경관리시스템등의 국산화 개발연구에 착수하게 되었다.

### 제 2 절 표고톱밥재배용 배지입봉기 개발

표고톱밥배지입봉기는 1인이 작업 할수 있고, 고장율이 적은 로타리방식으로 구상하여 개발하였으며 이의 성능실험은 실연재배시험을 통하여 검증하였으며 검증결과 양호한 것으로 나타났다. 또한 입봉기 이외에 톱밥배지혼합기도 제작하여 배지혼합기에서 배지입봉기까지의 공정을 온라인화 하여 작업의 생력화를 기할수 있도록 개발하였는데 그 내용은 다음과 같다.

#### 1. 배지혼합기

- 가. 혼합용량 : 450봉지(2 kg배지)/회
- 나. 혼합부위 크기 : 2,000mm(W)×1,200mm(H)×1,200mm(D)
- 다. 혼합 메카니즘 : 스크류 양날개식
- 라. 회전모터 용량 : 5HP
- 마. 혼합속도 : 30분/회
- 바. 전원 : 380V, 3상
- 사. 특징 : 톱밥배지 배출구의 자동개폐

#### 2. 배지콘베어

- 가. 기계크기 : 200mm(W)×2,800mm(H)×440mm(D)
- 나. 콘베어방식 : 체인 앵글식
- 다. 배지 이송속도 : 1m'배지이송/10분
- 라. 모터용량 : 1 HP
- 마. 전원 : 380V, 3상

바. 특징 : 톱밥배지입봉기측의 톱밥배지량 자동조절장치로부터 자동 작동지시

### 3. 배지입봉기

가. 입봉크기 : 배지 2kg입봉용 P.P Bag용기

나. 형식 : 4각형(부르크형) 배지

다. 입봉방식 : 로터리식

라. 회전모터 용량 : 1/2 HP

마. 기계크기 : 950mm(W)×850mm(V)×2,300mm(H)

바. 입봉속도 : 350~400봉지/1시간

사. 전원 : AC 380V, 3상

아. 콘트롤방식 : PLC 및 다중콘트롤 Software

자. 특징 : 봉지 Guide/Hoder 부착, 톱밥배지 감지센서기술 적용

### 제 3 절 표고톱밥재배용 접종시스템 개발

현재 표고톱밥재배용 전용 종균접종기는 국내외에서 개발된 것이 없으며 일본의 경우 병재배용 접종에 사용되는 반자동접종기(1구)를 대체하여 사용하고 있다. 본 연구에서는 표고톱밥재배 전용접종기로 신속하게 작업 할 수 있는 2구 접종원방식을 채택하여 접종시 오염원 노출시간을 1~1.5초로 최소화하여 신속한 작업이 이루어지고 오염도를 감소시키는데 주안점을 두었다. 재배실연시험 결과 성능이 양호한 것으로 평가되었는데 개발내용은 다음과 같다.

#### 1. 재료조사 및 선정

가. 기계의 몸체는 철의 강도가 높고 탄소 CO<sub>2</sub> 레이저 절단에 무리가 없는 SS41을 채택 하였다.

(1) 기계 후레임 : 재질 SS41(3t) 절단 : 레이저 절단

(2) 기계 상판 : 재질 SS41(3t) 절단 : 레이저 절단

(3) 콘트롤박스 : 재질 SS41(2.3t) 절단 : 레이저 절단

(4) 콘트롤박스 앞판 : 재질 SS41(2.3t) 절단 : 레이저 절단

나. 접종기의 핵심이며 화염살균이 필요한 부위는 철의 강도가 높고 녹이 슬지 않는 스테인레스(SUS)를 채택 함.

(1) 접종갈때기(Cover braket) : 재질(SUS, 3t) 레이저 절단

(2) 접종갈때기(고정구) : 재질(SUS, 1t) 레이저 절단

(3) 접종갈때기(Braket) : 재질(SUS, 3t) 레이저 절단

(4) 접종깔때기(종균받이 덮개) : 재질(SUS, 1.5t) 레이저 절단

(5) 접종깔때기(꼴대) : 재질(SUS, 2.3t) 레이저 절단

(6) 접종깔때기(유동판 지지대) : 재질(SUS, 3t) 레이저 절단

다. 기계동작을 위한 구동방식은 DC오리엔탈 모터를 사용하며 모터는 국산을 사용하기로 하였으나 다음 기준을 고려, 성능검사를 거친후 채택 하였다.

(1) 기준 : 일본산 파나소닉 소형 Geard-moter

(2) 접종원 채취부 : 40W, 220V

(3) 접종원 채취날 승강부 : 25W 220V

(4) 접종원 가이드 회전부 : 25W 220V

라. 기계구동 모터의 고정부의는 철의강도가 높고 레이저절단이 용이하며 가격이 저렴한 SS41을 사용하였다.

(1) 오리엔탈 모터판 : 40W용, 6t,

(2) 오리엔탈 모터판 : 20W용, 4t

마. 접종원 채취날을 화염소독에 견딜수 있으며 철의 강도가 높고 소독약(에칠알콜)등에 녹이슬지않는 SUS304 를 사용 하였다.

(1) 접종원 채취날 : SUS304 및 레이저 절단

(2) 접종원 가이드 : SS41 및 크롬도금

(3) 접종원 지지가이드 : 열처리 스텐인레스 강판

바. 전자부품을 고정하는 브라켓류는 스텐인레스 철판을 레이저 절단하여 사용하기로 하였다.

사. 사용 정밀가공 기계류

(1) CNC 밀링 : Program 완료

(2) CNC 레이저 절단기 : 절단공정

(3) CNC 선반 : Program 완료

아. 부품류

(1) 접종원 깔때기 사프트 : SUS304 CNC 선반 가공하였다.

(2) 스페어 기어

- 모터축 :

기어치형(표준), 치형(표준), 모듈(M=1.0), 압력각(20 °), 잇수(50T),

기준피치원지름(∅50), 증삭후 연삭

- 접종원 꽃이 :  
기어치형(표준), 치형(표준), 모듈(M=1.0), 압력각(20 °), 잇수(102T),  
기준피치원지름(∅102), 중삭후 연삭

자. CNC 선반 가공 부품류;

시작품제작후 양산을 위한 정밀부품가공을 위하여 가공절차의 프로그래밍  
이 가능하며 향후 자동화부품가공이 가능한 Computer Numerical Control(CNC) 선  
반 가공기를 사용하였다.

(1) 가공정도 : 중삭후 연삭

(2) 재질 : SS41 및 크롬 도금

- 회전막대고정가락지
- 접종곡선(병) 캠 (후가공 CNC머시닝센터)
- 첩사프트 중삭후 연삭
- 뿔부쉬 베어링 가락지
- 접종회전막대 고정대
- 접종회전 막대
- 와이어 풀리 (후가공 CNC머시닝센터)
- 상하 지지대
- 리미트스위치 터치구

차. CNC 머시닝 센터 가공 부품류 : 시작품 제작후 양산을 위한 정밀한 부품  
가공을 위하여 가공절차의 프로그래밍이 가능하며 향후 자동화 부품가공  
이 가능한 Computer Numerical Control(CNC) Machinning Center(밀링가공기)를 사  
용하였다.(가공프로그래밍 완료, 사용언어는 Mazatrol Ctl Language)

(1) 가공정도 : 중삭후 연삭

(2) 재질 : 두랄루민, 축고정대, 접종상하 유동판, 접종좌우 유동판 상, 베어  
링 조정판, 모타받침, 접종막대 고정판

2. 구조설계 및 모델정립

가. 사양선정

(1) 전원 : AC 220V 단상

(2) 접종원 : 1000CC 중급병

(3) 접종원 가이드 수 : 2구



- (4) 접종구 : 1구
- (5) 접종원 압착대 : 판스프링식
- (6) 접종량 조절 : 접종원 크기 Timer 부착
- (7) 작동 S/W : Push-button 및 Foot switch
- (8) 페인팅 : (몸체)아연도금후 분체 전착 도장/열처리
- (9) 콘트롤 패널 : 전용, 기계우측 부착
- (10) 크기 : (W) 450mm x(D) 485mm x (H) 700mm

### 3. 종균접종시스템

#### 가. 종균접종시스템의 주요구성

- (1) 피접종원 접종구 개구부, 접종원 채취 및 접종부
- (2) 피접종원 이동콘베어(벨트식), 피접종원 접종구 폐구부

#### 나. 접종시스템의 특징

접종작업 생력화를 위하여 접종실에서의 봉지절단, 종균투입, 봉지실링과정의 온라인화로 기존 수작업(8시간)보다 약 5배(1.5시간) 단축하므로써 오염율을 줄이고 작업의 생력화가 가능하다.

## 제 4 절 표고톱밥재배용 환경조절시스템 개발

### 1. 재료조사, 선정

가. 콘트롤 : 개발단계에서 수시로 설계사양이 다양하게 요구되는 온습도 조건을 수용하여 설계변경이 가능하고 개발되는 소프트웨어의 간편한 수정을 위하여 마이크로프로 및 접속회로(Interface Circuit)를 사용하였다.

나. H/W CPU : One-Chip Microprocessor(Processor+ROM)

다. 사용장비 및 측정기류

- Microprocessor Development System
- Z-80 Emulator
- PC:586(HP VECTRA) 1.2GByte Disc/16MB Main Memory
- 사용언어 : C-Language 및 Assembly language

### 2. 구조설계 및 모델정립

#### 가. 콘트롤 방식

- 전장부 : 마그네틱 S/W 및 자동차단기
- 콘트롤부 : Microprocessor 및 Interface H/W

### 콘트롤 전용 S/W

#### 나. 콘트롤 정보입력 방식

- 멤브레인 Keyboard(터치패드)
- 온습도 : 온도센서(PT-100)

#### 습도센서

다. 주 콘트롤 사항 : 온도(현재온도), 습도(현재습도)

라. 온습도 정보지시 방식 : 소형 흑백 CRT 사용 가능

### 3. 재배사 환경조절시스템

#### 가. 환경조절시스템의 주요구성

- (1) 약전부 Hardware. 약전부 Software
- (2) 강전부(냉동기 구동부)

나. 성능 : 콘트롤 온도범위 0~25℃, 습도범위 10~90%, 환기 콘트롤방식

#### 다. 개발효과

(1) 1개의 콘트롤러로 여러개의 냉동기를 동시콘트롤하여 냉동기설치시 콘트롤러가 차지하는 비용을 약 16%절감(5대 기준)할수 있고 환경제어가 편리하다.

(2) 콘트롤 조작판넬부를 버섯재배사 전용으로 설계하여 재배능가가 편리하게 사용할수 있도록 하였다.

## 제 5 절 결과요약

### 가. 톱밥배지입봉기 개발

- (1) 입봉용량, 방식 : 배지 2kg입봉용 P.P Bag-용기, 배지는 각형, 로터리식
- (2) 성능 : 입봉속도 350~400봉지/1시간
- (3) 개발효과 : 외국산 입봉기 구입비의 28% 절감효과

### 나. 생력 종균접종 시스템 개발

#### (1) 종균접종시스템의 주요구성

- (가) 피접종원 접종구 개구부, 접종원 채취 및 접종부
- (나) 피접종원 이동콘베어(벨트식), 피접종원 접종구 폐구부

#### (2) 접종시스템의 특징

접종작업 생력화를 위하여 접종실에서의 봉지절단, 종균투입, 봉지실링과정의 온라인화로 기존 수작업(8시간)보다 약 5배(1.5시간) 단축하므로써 오염율을 줄이고 작업의 생력화가 가능하다.

다. 재배사 환경조절시스템 국산화 개발

(1) 환경조절시스템의 주요구성

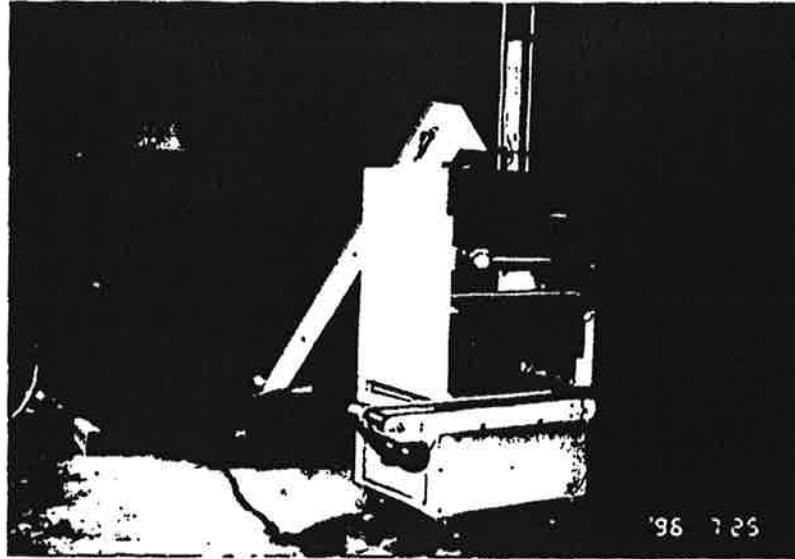
(가) 약전부 Hardware, 약전부 Software (나) 강전부(냉동기 구동부)

(2) 성능 : 콘트롤 온도범위 0~25℃, 습도범위 10~90%, 환기 콘트롤방식

(3) 개발효과

(가) 1개의 콘트롤러로 여러개의 냉동기를 동시콘트롤하여 냉동기설치시 콘트롤러가 차지하는 비용을 약 16%절감(5대 기준)할수 있고 환경제어가 편리하다.

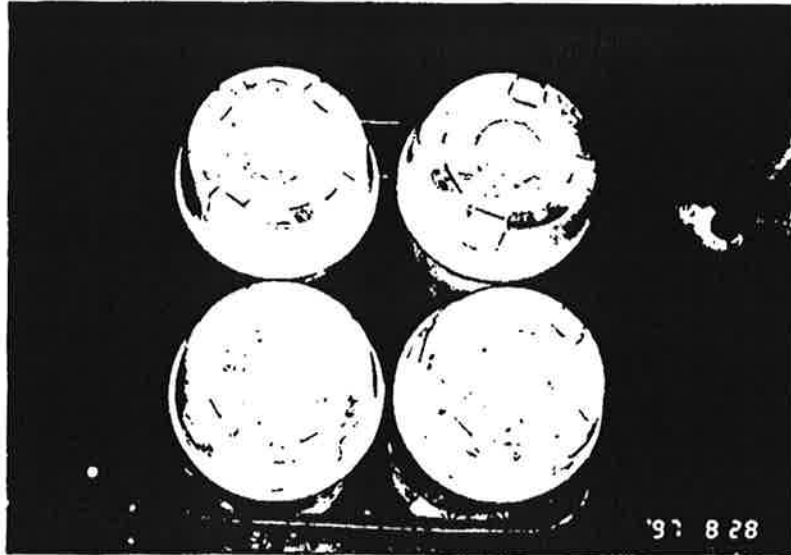
(나) 콘트롤 조작판넬부를 버섯재배사 전용으로 설계하여 재배농가가 편리하게 사용할수 있도록 하였다.



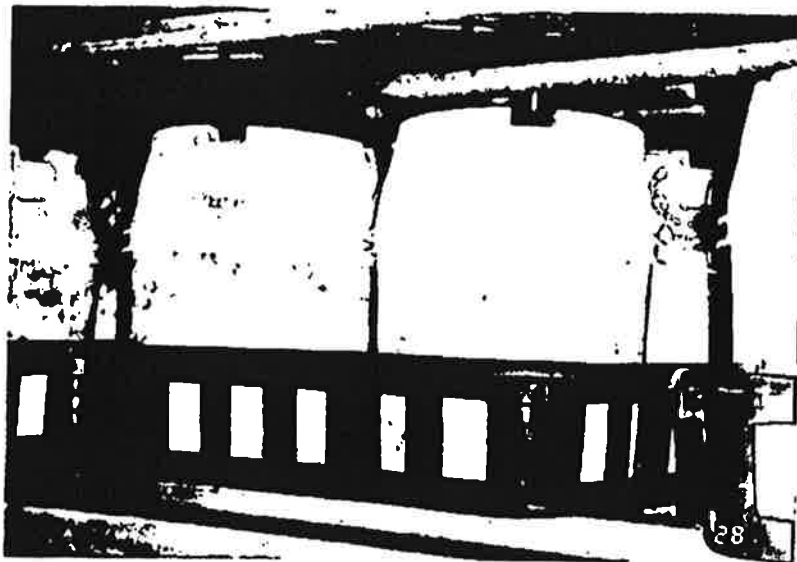
(그림 4-1) 배지혼합기와 온라인화 되어있는 표고 톱밥재배용 입봉기



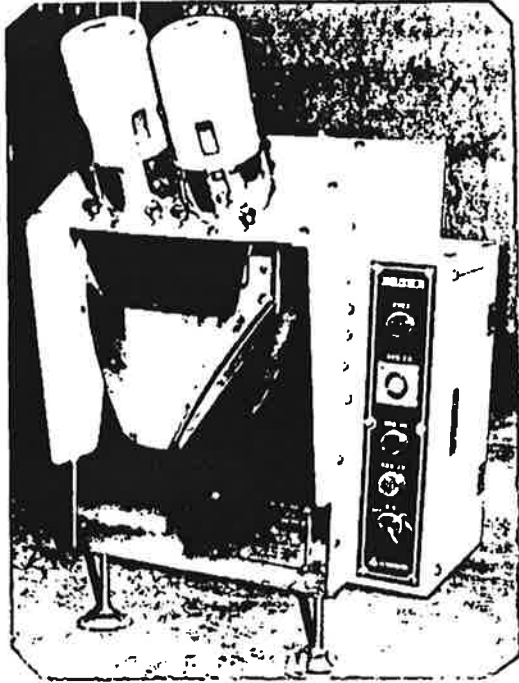
(그림 4-2) 개발된 재배봉지내에서 배양되고 있는 톱밥배지



(그림 4-3) 표고 톱밥재배용 P.P병 뚜껑(통기필타 부착부분)



(그림 4-4) 개발된 P.P재배용기내에서 배양되고 있는 톱밥배지

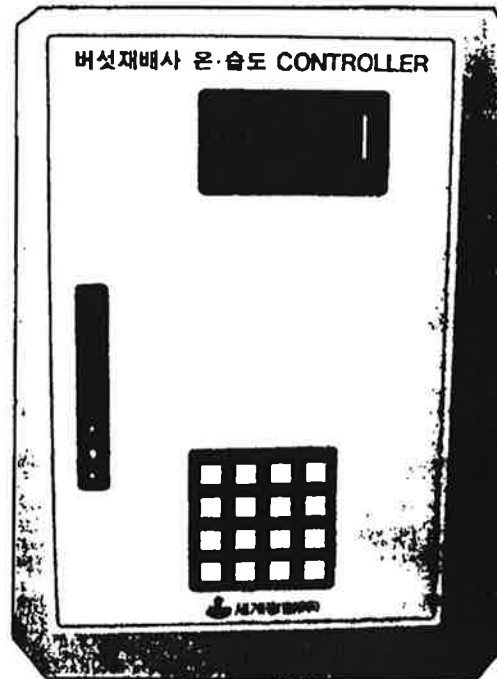


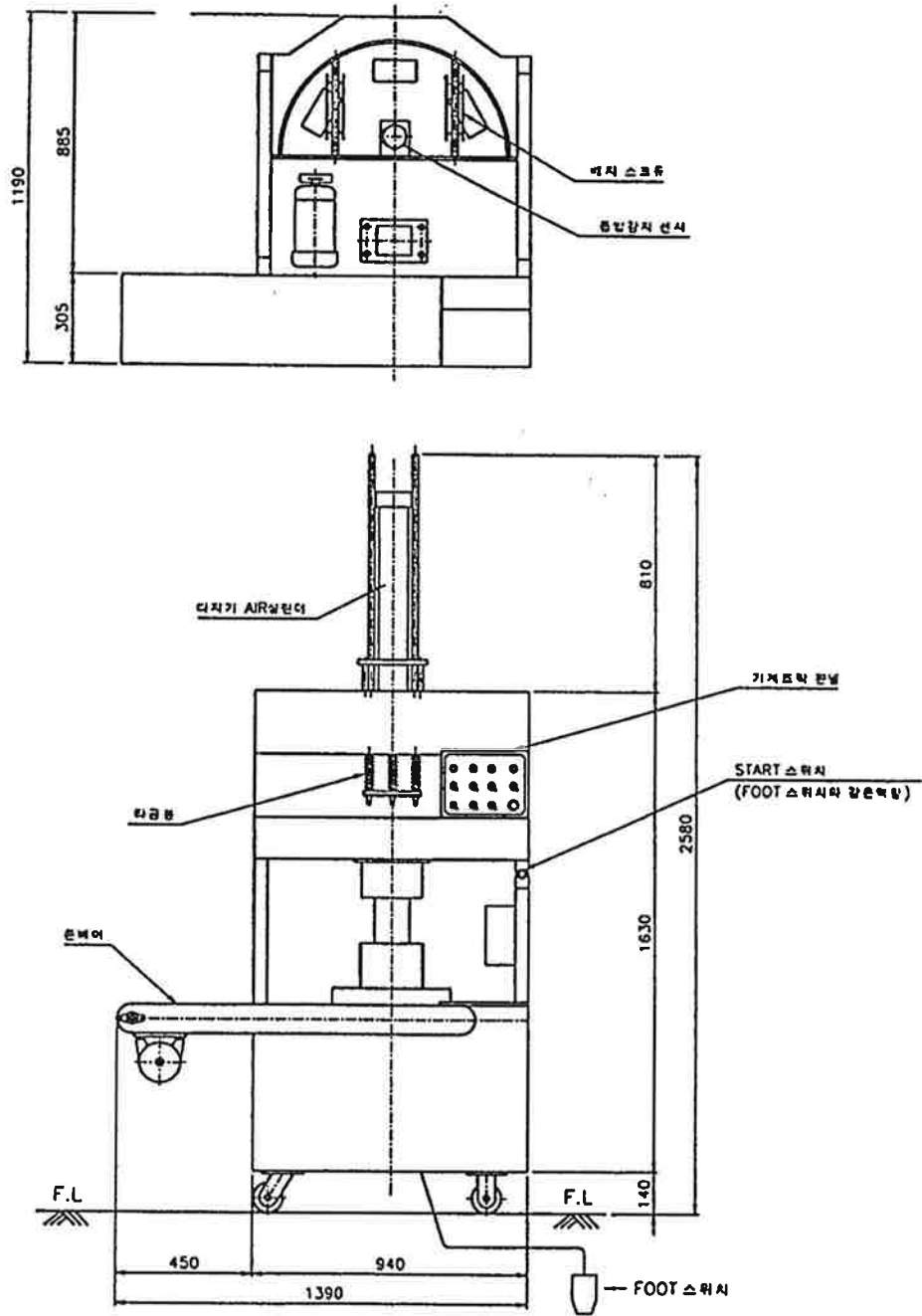
◀ (그림 4-5) 종균접종시스템

- 수작업보다 약 5배 단축
- 기존 접종기보다  
약 1.5배 생력화 가능
- 접종원 굵기 타이머 부착
- 크기 : 450mm(W)×  
485mm(D)×700mm(H)

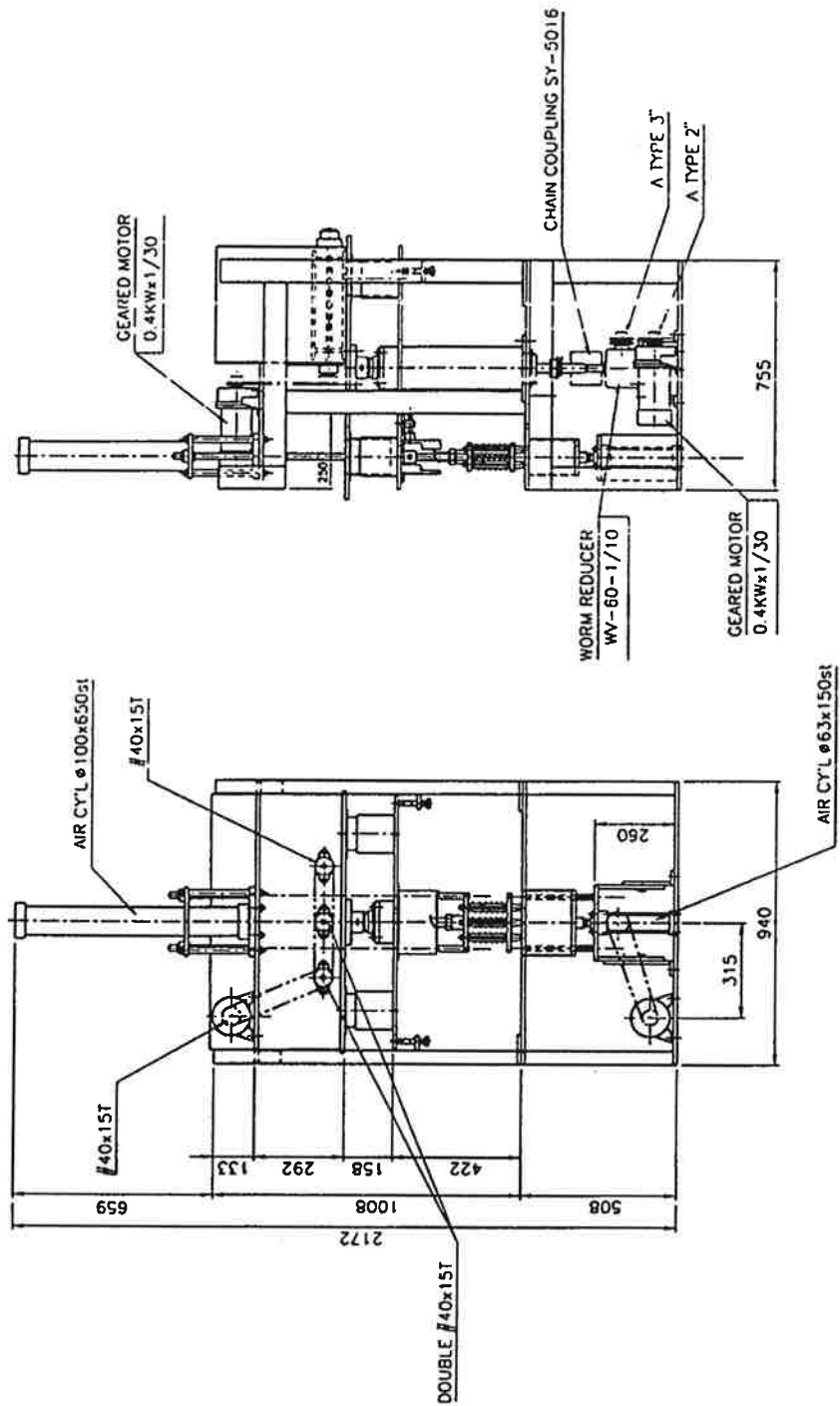
▶ (그림 4-6) 재배사 환경조절 시스템

- 온도 콘트롤 범위 : 0~25℃
- 습도 콘트롤 범위 : 10~90%
- 개발효과 : 재배사 냉동기 설치시  
콘트롤러가 차지하는  
비용의 16%절감



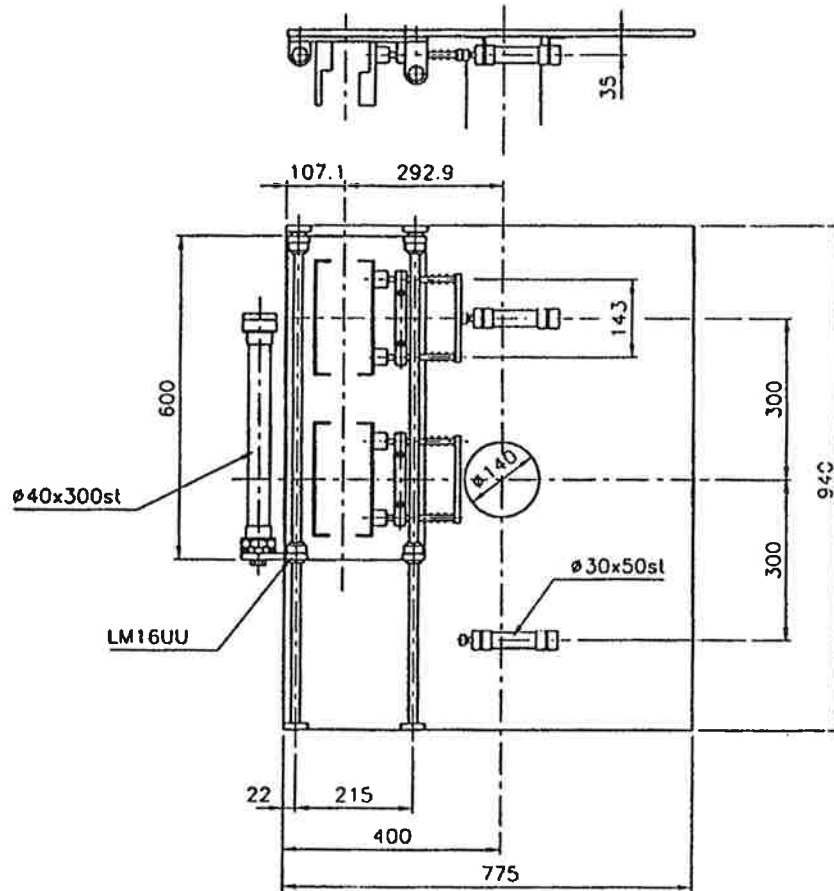


(그림 4-7) 표고뜸밥재배용 입봉기 구조



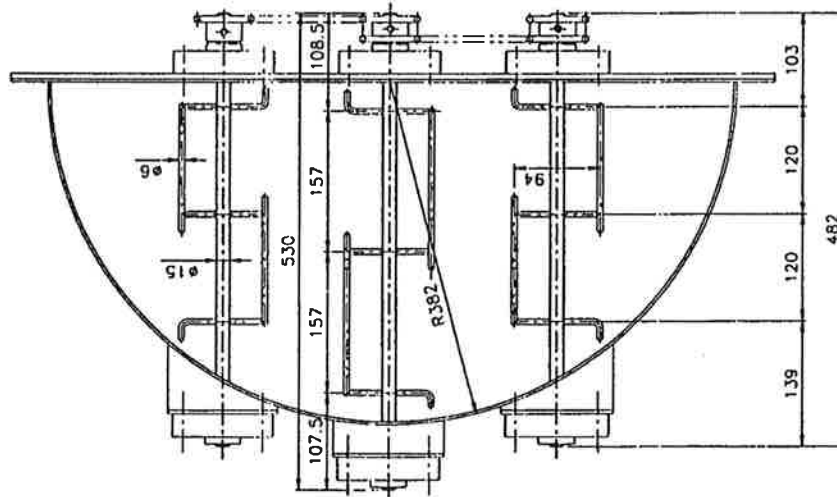
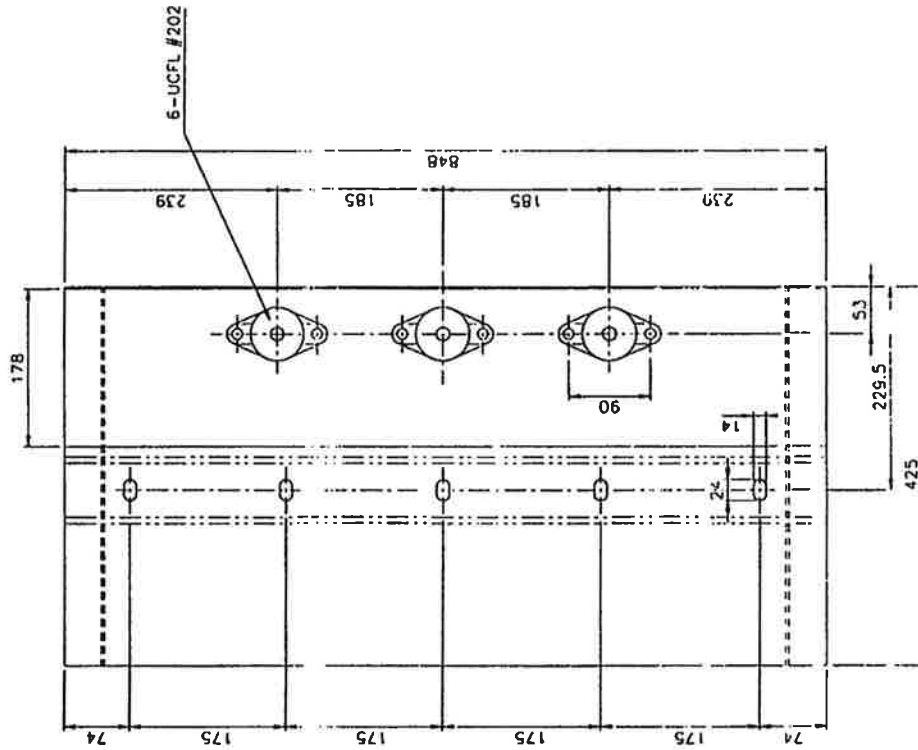
(그림 4-8) 표고톱밥재배용 입봉기 정면도 및 측면도





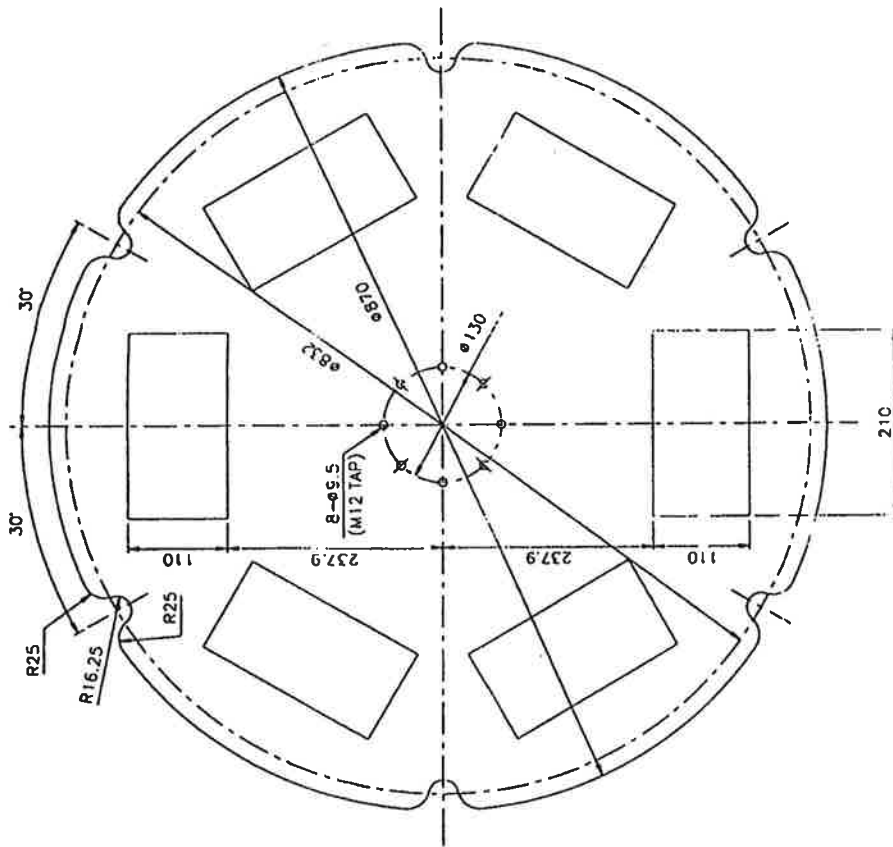
NO	DESCRIPTIONS			MT'L DIMENSION	MT'L	Q'TY	REMARK
DWG	DES	CHK	APP	3RD ANGLE PROJECTION	TITLE	표고 입병기	
P.S KANG				SCALE		봉지 셋팅부 조립도	
96.05.21					DWG NO	PY000	
					DIRECTORIES	YNG/TB	

(그림 4-9) 표고 톱밥재배용 입병기 봉지셋팅부 조립도

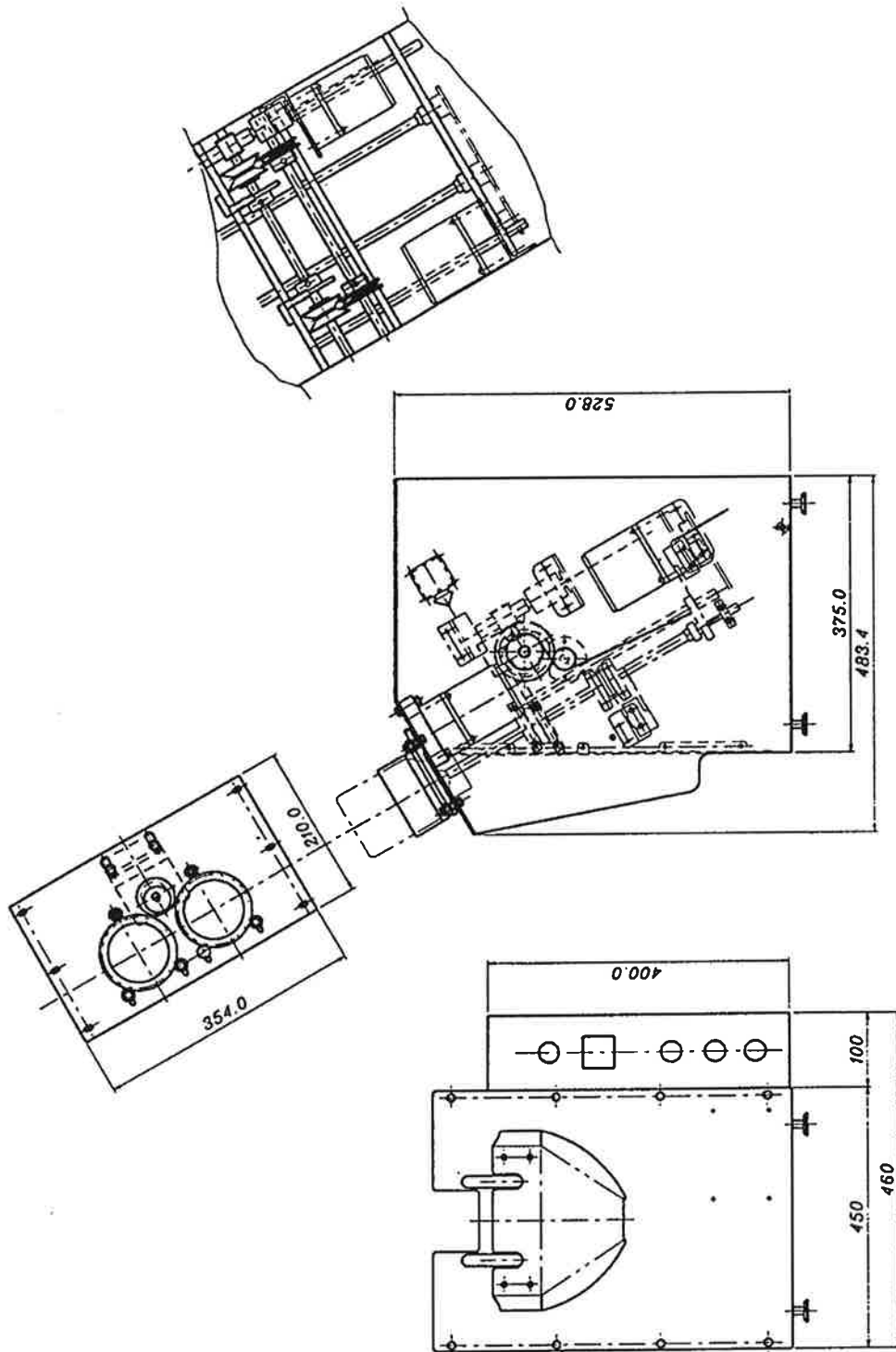


(그림 4-10) 표고톱밥재배용 입봉기 톱밥배지통 조립도

재질 : SS41x12t  
 수량 : 1개



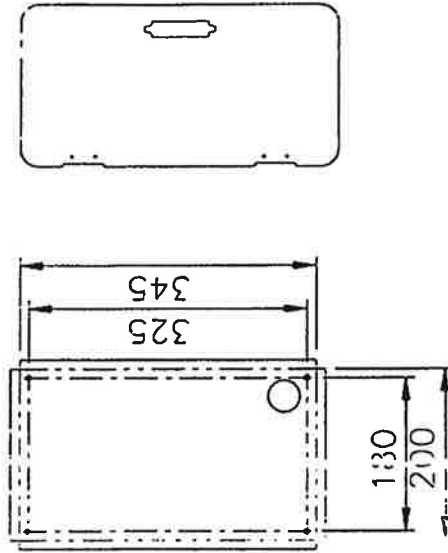
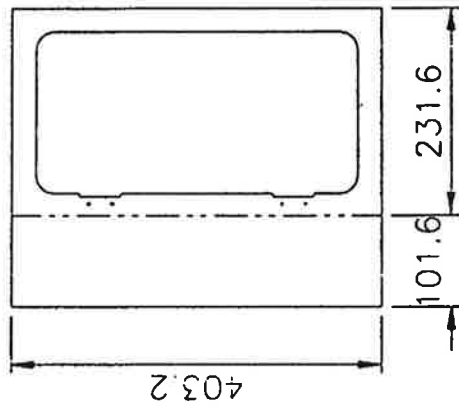
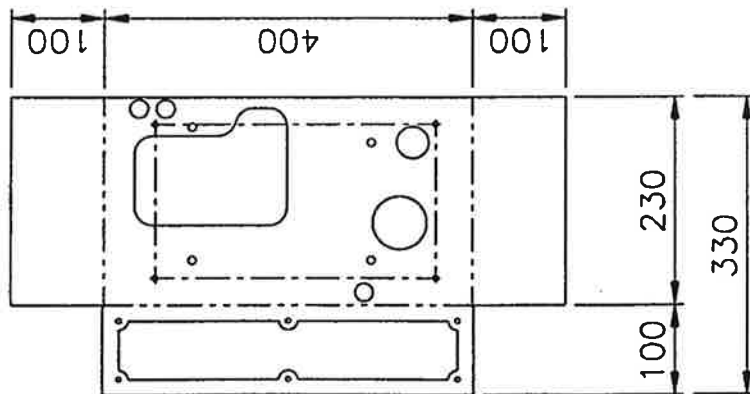
(그림 4-11) 표고톱밥재배용 입봉기 회전판




(그림 4-12) 표고톱밥제배용 접종기 전체 조립도

재 질 : SS41x1.6t  
수 량 : 1개

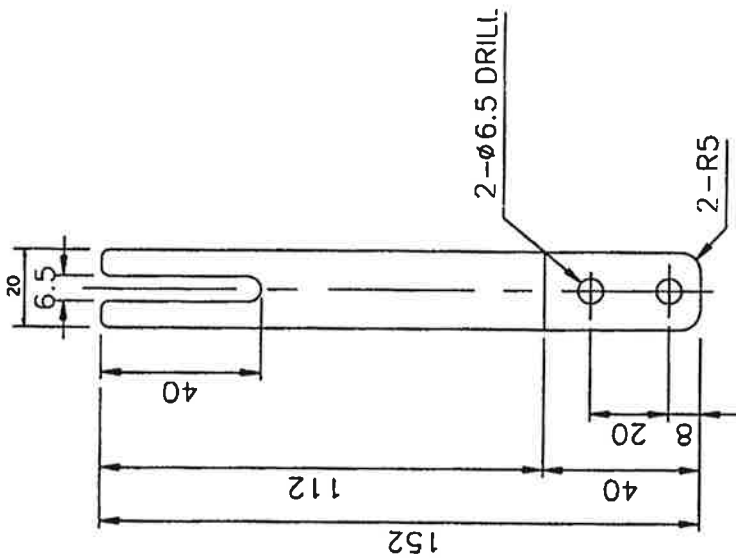
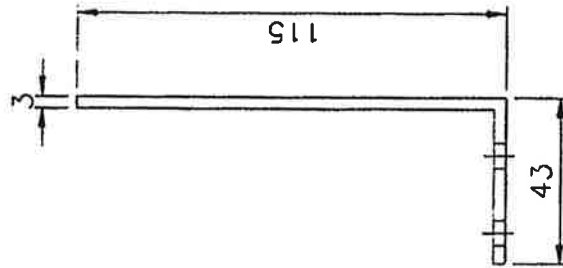
재 질 : SS41x2.3t  
수 량 : 1개



(그림 4-13) 표고톱밥재배용 접종기 컨트롤박스 상판

NO	DESCRIPTIONS	MT'L DIMENSION	Q'TY	REMARK
DWG	DES	CHK	APP	
P.S KANG	96.05.21			
 세unggye엔지니어링(주)		TITLE 컨트롤 박스 심 판		
		DWG NO 2jj0003		
		DIRECTOR'S YNG/JJ/2GU		

제 질 : SUS  
 수 량 : 1EA  
 T = 3

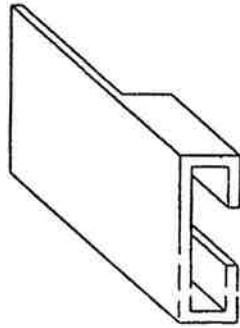
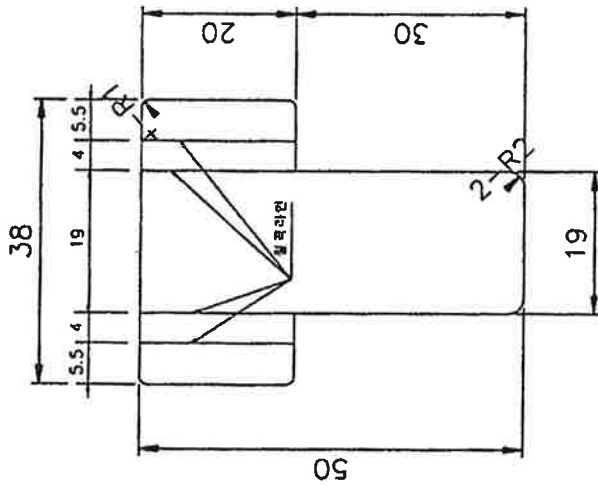


(그림 4-14) 표고톱밥재배용 접종기 갈대기 카바 브라켓트

NO	DESCRIPTIONS	MATERIAL DIMENSION	MT'L	Q'TY	REMARK
DWG	DES	CHK	APP		
TITLE			2구 접종기		
SCALE			갈대기 카바 브라켓트		
DWG NO			2JJ0005		
PROJECT ORR			YNG\J\2GU		



재질 : SUS  
 수량 : 1EA  
 T=1.0

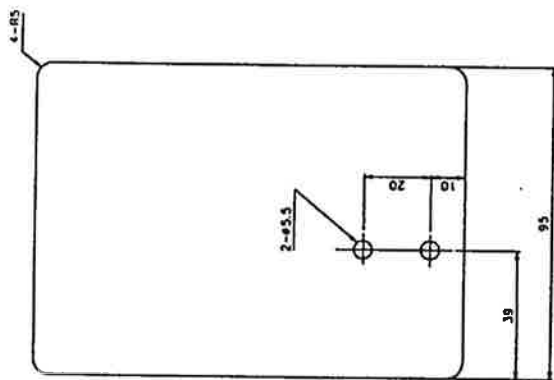


절곡시

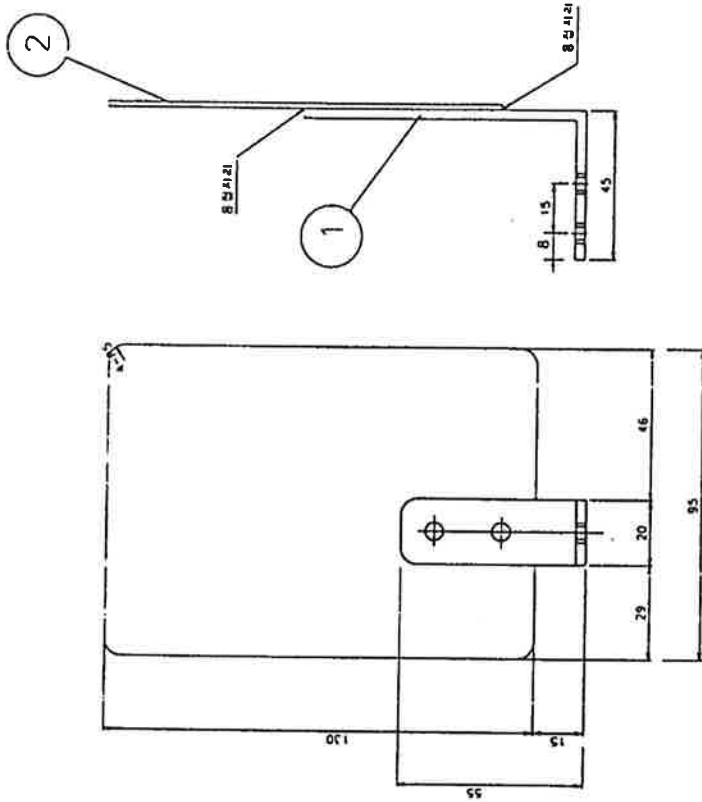
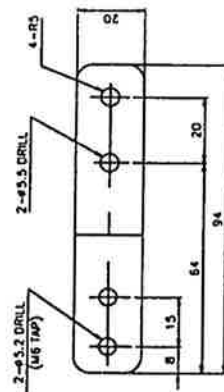
(그림 4-15) 표고톱밥재배용 접종기 깔대기 고정구

NO	DESCRIPTIONS	MT'L DIMENSION	MT'L	Q'TY	REMARK
DWG	DES	CHK	APP	3RD ANGLE PROJECTION	TITLE
				SCALE	
YNG\jj\2CU					
DWC NO					2JJ0006
DIRECTIONS					YNG\jj\2CU

재질: SUSx1.5t  
수량: 1개



재질: SUS304x3t  
수량: 1EA



NO	DESCRIPTIONS	M'T'L DIMENSION	M'T'L Q'TY	REMARK
DWG DES	CHK APP	JRD ANGL	PROJECTION	SCALE
TITLE				
DWG NO				2JU0009
DIRECTORIES				YNG\JJ\2GU

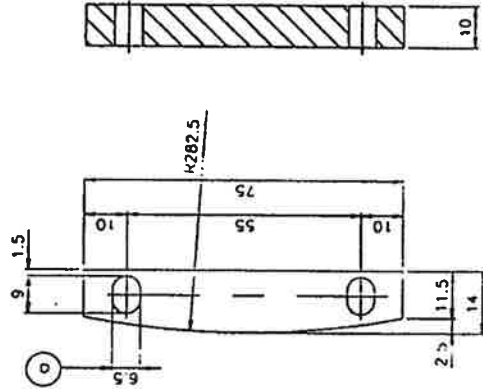
2구 접종기  
균반이 덮개

영진세계엔지니어링(주)

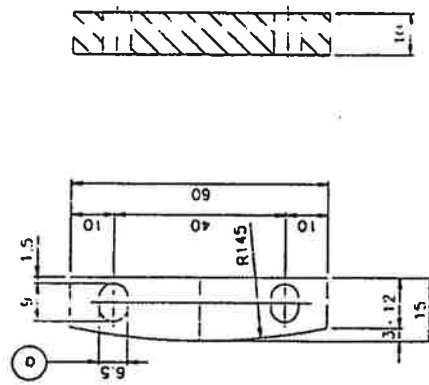
(그림 4-16) 표고 톱밥재배용 접종기 균반이 덮개



28

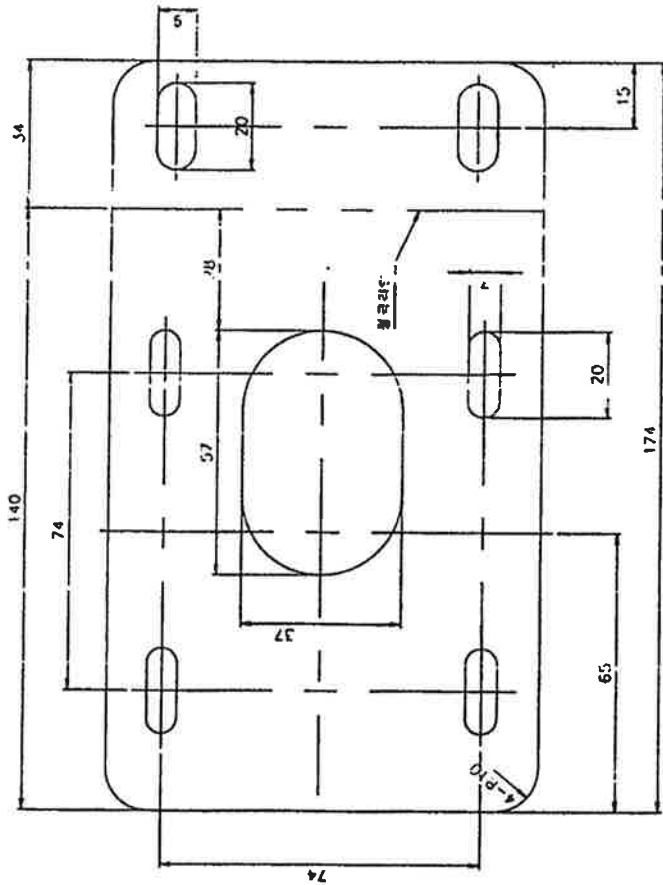


27

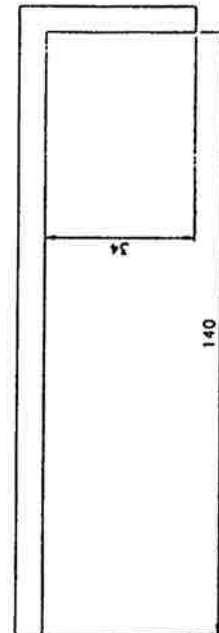


(그림 4-17) 표고톱밥재배용 집중기 집중유동판 지지대

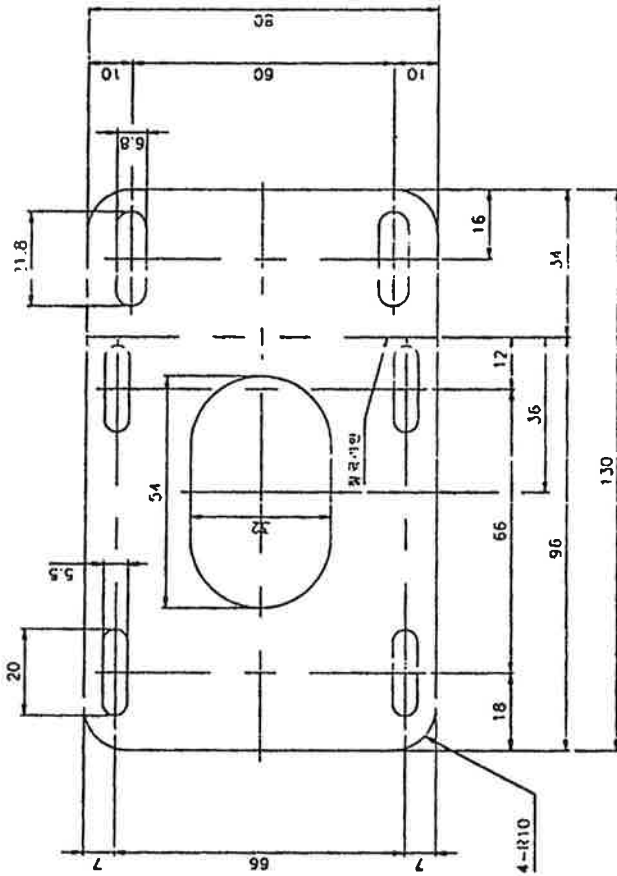
0	연서 번호	M6-20L	수량	16	
28	검출 유동판 지지대	M.C.이름	M.C.이름	4	
27	검출 유동판 지지대	M.C.이름	M.C.이름	4	
NO	DESCRIPTIONS	MT'L DIMENSION	MT'L	Q'TY	REMARK
DWG	DES	TRK	APP	JRD ANGLE	TITLE
P.S	KANG	96.07.24		SCALE	1/1
영승엔지니어링(주)		DWG NO	2JJ0011		
		DIRECTORIES	YNG/JJ/2GU		



재질 : SS41x6t  
수량 : 1개

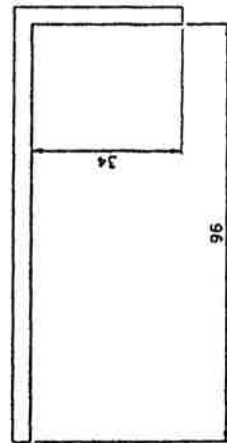


(그림 4-18) 표고톱밥재배용 접종기 오리엔탈 모타판



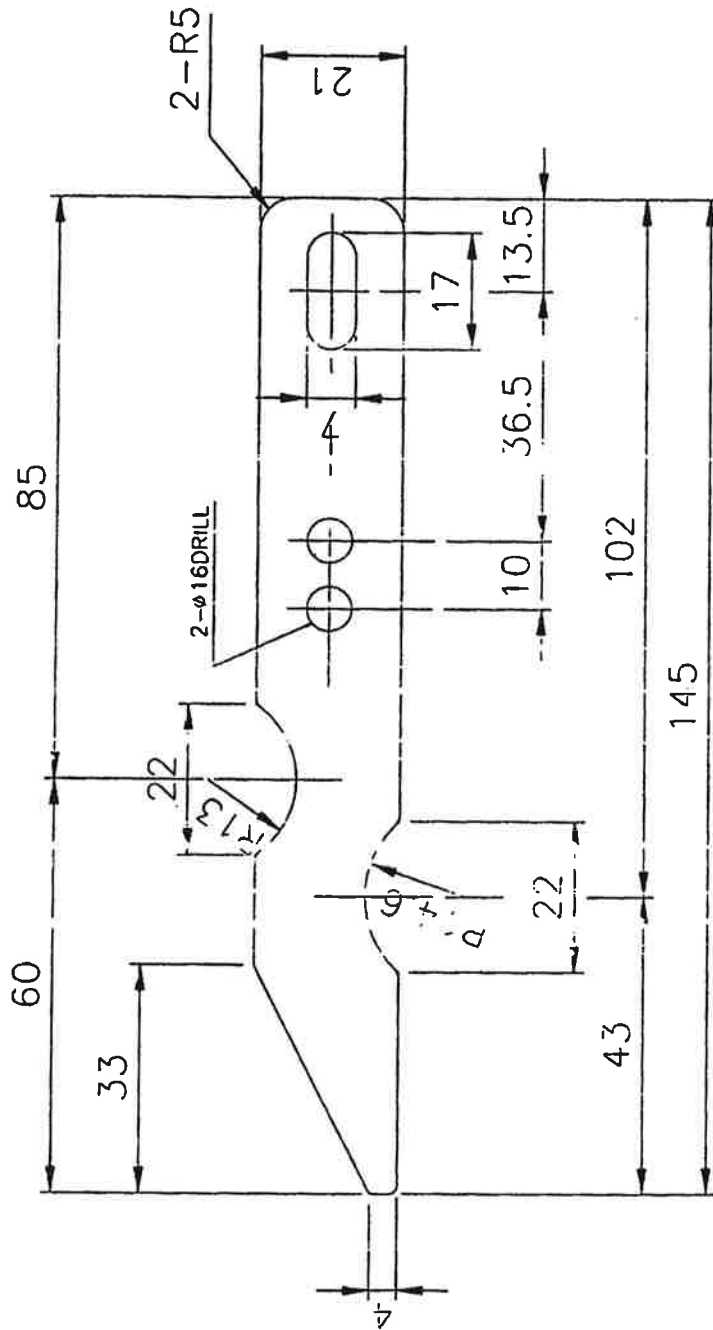
재질 : SS41x4t  
수량 : 1개

NO	DESCRIPTIONS	AT'L DIMENSION	MT'L	Q'TY	REMARK
DWG DES	CHK	AI			
P.S KANG	96.05.18				
3RD ANGLE PROJECTION			TITLE		
			2구 진동기 모터 베이스 2.10.114 YNC/11/2011		
DWG NO			DIRECTOR'S		



(그림 4-19) 표고톱밥재배용 집중기 모타베이스

재질: SUS  
 수량: 1EA  
 T=3



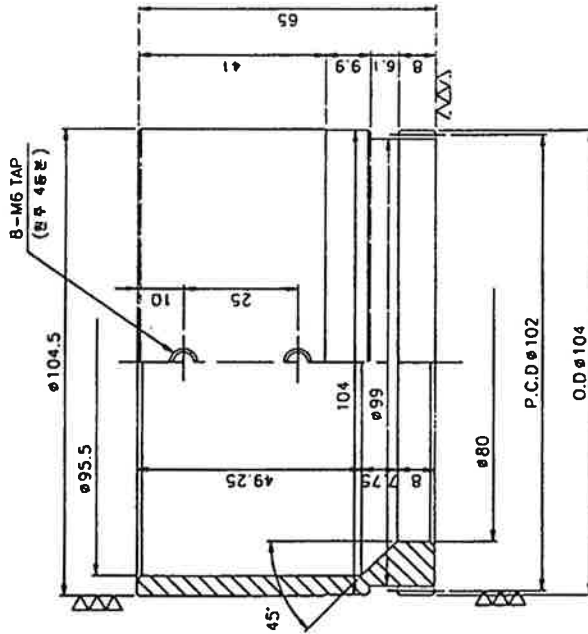
(그림 4-20) 표고톱밥제배용 집종기 크랭크



2-2 ( )

재질 : S45C  
수량 : 4개

NOTE : Cr 노름

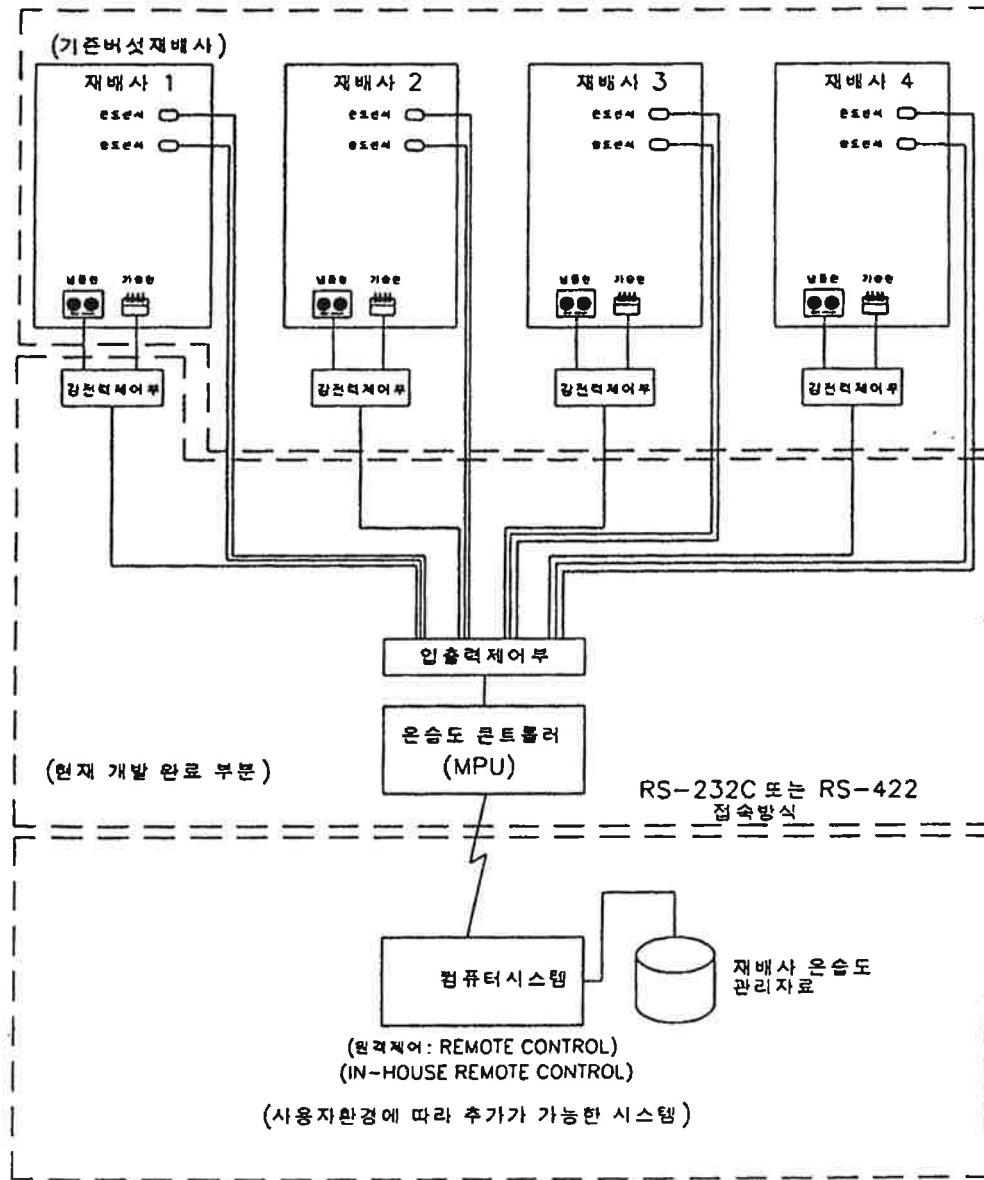


기어 치형	표준
치형	표준
모듈용	M=1.0
구입각	20°
잇수	102T
기준 피치원지름	φ102

(그림 4-22) 표고톱밥재배용 접종기 접종원 꽃이

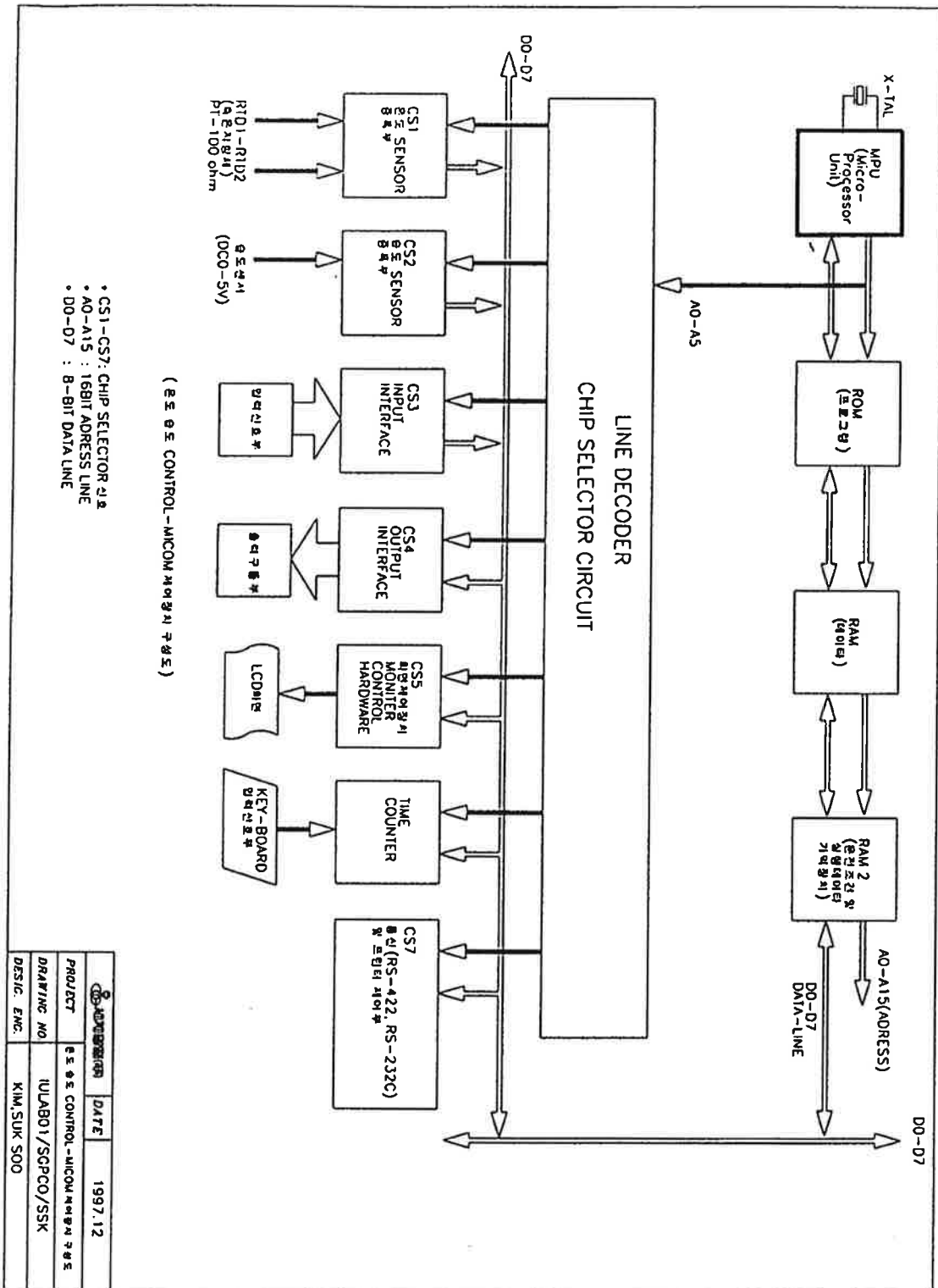
NO	DESCRIPTIONS	MTL DIMENSION	MT'L	QTY	REMARK
DWG	DES	CHK	APP	2구 접종기	
P.S. NAME	3RD ANGLE	PROJECTION		접종원 꽃이	
96 05 21	SC VLF	TITLE		2JJ0103	
YUNG ENGINEERING & TECHNOLOGY CO., LTD. (주)영엔지니어링기술			DWG NO	YNG/JJ/2GU	
			DIRECTORIES		

- 1) 개발된 환경조절시스템의 입출력 블록 다이어그램  
 < 현재 개발 완료부분 >



- 2) 1개의 컨트롤러로 4개의 재배사의 온/습도 컨트롤이 가능함

(그림 4-23) 재배사 환경조절시스템의 입출력 블록 다이어그램



(그림 4-24) 재배사 환경조절시스템의 온습도 CONTROL-MICOM 제어장치 구성도



## 제 5 장 표고톱밥재배 생력 자동화시스템 실연시험

### 제 1 절 서론

표고 재배의 새로운 재배시스템인 표고톱밥재배는 원목재배에 비하여 재배자원의 절약, 재배인력의 절감과 재배과정의 기계화 및 공장화로 많은 표고재배자들의 관심을 불러일으키고 있다. 그러나 이에 필요한 재배용기나 주요 재배기계가 국산화되어 있지 못하여 실제 재배를 시도하기가 어려운 실정이다. 따라서 이 재배방법의 실용화 보급을 촉진하고자 표고톱밥재배 용기나 주요 재배기계의 국산화 개발에 착수하게 되었다. 본 연구에서는 국산화 개발된 시제품의 실연재배를 통하여 개발 기자재의 성능을 검증하는 한편, 개선점이 있으면 이를 도출하여 보완하게 하므로써 재배현장에서 실용화하는데 문제점이 발생하지 않도록 하고자 이들에 대한 실연재배시험을 실시하였다.

### 제 2 절 표고톱밥재배용기 실연시험

#### 1. 표고 톱밥재배용 P.E봉지별 실연시험

##### 가. 톱밥재배용 P.E봉지 통기필터의 재질특성

봉지에 부착한 통기필터 6종의 톱밥재배용 봉지(시제품)를 사용하여 2.5kg의 톱밥배지를 제조, 접종, 배양하여 처리별 배양특성등을 조사하였는데 봉지에 부착한 통기필터의 재질특성은 다음과 같다.

(표 5-1) 공시봉지에 부착한 통기필터의 재질특성

구분	단위	1025D	1056D	1059D	1073D	1079D	1085D
무게	g/sq.m	42.4	55	61	61	971	110
두께	mm	0.13	0.16	0.18	0.16	0.24	0.26
강도(종방향)	N/mn	3.5	5.1	5.9	6.9	11.0	11.6
강도(폭방향)	N/mn	4.1	6.3	7.1	8.7	12.3	15.3

나. 공시봉지 종류에 따른 표고톱밥배지에서의 배양초기(접종후 30일)의 균사만연율은 97% 이상으로 처리간의 차이는 나타나지 않았다. 또한 봉지배지에서의 배양초기 균사만연속도는 표 5-2에서 보는바와 같이 봉지필터 1073D모델이 균사만연기간 18.2일, 배양 90일후의 배지중량감소를 13.3%로 6종의 모델중 가장 우수한 배양특성을 나타내었다. 각 봉지 모델별 균사만연기간은 18.2~22.8일이었으며 배양기간중의 배지중량감소율은 배양 90일에 뚜렷한 차이를 나타내었다.

(표 5-2) 처리별 군사면연기간 및 배지중량감소율

봉지필터	군사만연 기간(일)	중량감소율(%) (배양후 배지무게/접종후 배지무게×100)					
		15일	30일	45일	60일	75일	90일
1025D	19.4	1.2	3.0	4.6	6.3	8.4	10.8
1056D	22.8	1.1	2.8	4.3	6.0	8.1	10.5
1059D	19.6	1.5	3.3	4.7	6.4	9.0	11.9*
1073D	18.2	1.5	3.5	4.9	6.8	9.2	13.3*
1079D	22.6	1.0	2.9	4.4	6.1	8.3	10.7
1085D	19.8	1.2	3.1	4.6	6.2	8.5	10.9

※ 군사만연기간 : 접종톱밥배지 표면, 측면, 밑면의 군사만연 기간

다. 공시봉지 6종에 톱밥배지를 충전, 배양, 발생처리한후 70일간의 버섯발생량을 조사하여 표 5-3과 같은 결과를 얻었다. 1073D, 1085D가 비교적 양호하였으나 모든 처리가 배지중량 23~26%의 버섯발생수율을 보이고 있어 표고톱밥재배용 봉지로 사용 가능한 것으로 확인 되었다.

(표 5-3) 처리별 생표고 발생량

봉지필터	생표고발생량(g)	발생수율(%)	비고
1025D	453	22.7	'96년도에 봉지필터 종류별 배양 시험후 70일간 버섯 수확량을 조사
1056D	447	22.4	
1059D	487	24.4	
1073D	504	25.2	
1079D	476	23.8	
1085D	512	25.6	

## 2. 표고 톱밥재배용 P.P용기(병) 실연시험

P.P용기에 배지의 중량을 약 2kg 정도 충전후 일반적인 고압살균방식에 의해 살균을 마친 후 클린벤치내에서 용기의 윗뚜껑을 열고 접종하여 20~22℃의 배양실에서 배양하면서 일정기간동안 배지의 중량감소율을 측정하였다.

PP용기의 필터의 통기성을 고려하여 배지내 군사생장 경향은 배지의 중량감소율을 조사하여 중량감소율이 클수록 filter paper의 통기성이 우수한 것으로 판단 하였다.

각 처리별 P.P병배지의 배양기간중 배지의 중량감소율은 다음 표5-4와 같았는데 배

양 90일후의 결과를 보면 대조구인 P.E봉지의 톱밥배지에 비하여 P.P병 배지의 중량 감소율이 약 2배정도로 나타나 상당히 우수한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 중량감소율이 배지내의 균사분해 경향과 일치하는가를 판단하기 위하여 배양 90일후의 배지 함수율을 측정하여 보았는데 P.E봉지배지는 64.4%이었고 P.P병배지는 51.9%로 나타나, P.P병 배지가 봉지배지보다 12.5%의 함수율이 많은 것이 확인 되었다. 따라서 함수율을 제한 실제적인 P.P병 배지의 톱밥분해율으로만 고찰해 보면, 봉지배지보다 초극세사 0.85모델의 필터부착 P.P병배지의 분해율이 약 8%정도 양호한 것으로 생각 된다.

(표 5-4) P.P병 배양기간중 배지 중량감소율 조사

종 류		배양일수								
		접종후	15일	30일	40일 (반전)	45일	60일	75일	90일	
P.E봉지	중량(g)	2,136	2,126	2,074	-	2,056	2,020	1,995	1,935	
	감소율(%)	0.0	1.5	2.9	-	3.8	5.4	6.6	9.4	
SL-125011	중량(g)	2,197	2,282	2,146	2,117	2,087	1,962	1,887	1,777	
	감소율(%)	0.0	0.7	2.3	3.6	5.0	10.7	14.1	19.1	
부직포 #70	중량(g)	2,223	2,212	2,178	2,136	2,128	2,001	1,907	1,831	
	감소율(%)	0.0	0.5	2.0	3.9	4.3	10.0	14.2	17.6	
초극세사 0.85	중량(g)	2,247	2,032	2,186	2,144	2,118	1,987	1,875	1,786	
	감소율(%)	0.0	0.7	2.7	4.6	5.7	11.6	16.6	20.5	

\* 조사배지수 : P.E봉지 (14개), SL-1250H (19개), 부직포 #70 (27개)  
초극세사 0.85 (19개)

### 제 3 절 표고톱밥재배 일관작업 자동화시설 실연시험

#### 1. 표고톱밥재배용 배지입봉기 실연시험

##### 가. 실연시험 개요

본 개발품 이전에 사용하고 있는 입봉기는 일본산 입봉기로써 로타리형이며 1회 배지 입봉량은 2.5kg 톱밥배지로 37분에 360봉이 입봉되는 고속형 입봉기이다. 이 입봉기는 로타리형 배지 입봉틀에 봉지를 끼우고 입봉된 톱밥배지를 받아내기 위하여 동시에 4인이 작업해야 하고 구입가격이 고가이며 고장시에 수리가 까다로운 단점이 있다. 따라서 새로 개발된 입봉기는 이러한 단점을 보완하기 위하여 입봉시 1

인이 작업 할수 있으며 가격이 저렴하고 고장율이 적을뿐 아니라 고장시 손쉽게 수리 할수 있는 air compress 방식의 배지성형방법을 채택한 것이 특징이다. 본 실연시험은 숙련공이 아닌 재배자가 실시 하였기 때문에 본래의 기계 성능보다는 다소 저조한 결과를 나타내었다.

#### 나. 실연시험 결과

기존의 일본산 입봉기는 1시간당 4인이 2.5kg배지를 584봉을 입봉 하였으며 개발된 국산 배지입봉기는 2kg툽밥배지를 1시간당 1인이 225봉지를 입봉하였다. 외국산에 비하여 입봉성능은 저조하지만 다음 작업공정인 살균공정(1회 살균량은 보통 약 360~400봉지)에 아무 지장이 없는 성능이고 작업에 소요되는 인력도 1인이면 충분하므로 훨씬 경제적이라고 생각 된다. 실연시험 실시후 도출된 몇가지 경미한 문제점을 도출하여 기계개발 협동연구자에게 반영, 개선토록 하였는데 그 내용은 다음과 같다.

(1) 툽밥배지의 성형을 위한 다지기가 다소 약하므로 강도를 약간 올려줄것

(2) 배지 다지기 할 때의 소음을 약하게 하고 툽밥배지 충전시 봉지 옆으로 툽밥배지가 소량 유출되는 것을 보완하여 주고, 툽밥배지 이송 콘베아의 속도를 약간 느리게 조절해 줄것.

### 2. 표고 툽밥재배용 종균접종시스템 실연시험

#### 가. 실연시험 개요

기존의 재배현장에서 재배봉지를 이용한 표고툽밥재배의 경우에 접종작업시 배지당 30g이상의 접종원을 투입하기 때문에 접종원의 소비가 많은 것이 공통적인 문제점이었고 기존의 1구 접종기는 자주 접종원 병을 교체해 주어야 하는 불편함과 일정량의 접종원 가루를 모으기 위하여 소요되는 시간이 길은 것 또한 문제점이었다.

#### 나. 실연시험

(1) 접종시험은 P.E필름툽밥배지 대신에 팽이재배용 1,100cc 팽이재배용 광구 병을 사용하였으며 접종기를 클린벤치에 설치한후 기존의 1구 반자동접종기와 개발된 "2구 반자동접종기"를 비교하여 접종시험을 실시한바 표 5-5와 같은 결과를 얻었다.

(2) 2구 반자동접종기는 2개의 접종원병에서 동시에 접종원을 채취하기 때문에 접종원 채취 시간을 상당히 단축시킬수 있었다. 아울러 스위치가 발판으로 조종할 수 있게 되어 있어서 이용자의 편리성을 증대시켰다.

(표 5-5) 집중시스템의 실연시험

(단위 : 분/200병)

구분	1구 집중기(대조)	2구 집중시스템	비 고
1회	22.0	14.0	※ 1,100cc 광구병사용
2회	19.0	15.0	※ 반복 회수당 1인
3회	18.0	13.0	200병 집중에 소요
평균	19.7	14.0	되는 시간을 조사
집중/병	5.9초	4.2초	

(3) 표 5-5에서 보는바와 같이 집중시간은 기존의 1구 반자동집중기가 1병당 6초가 소요되었는데 비하여 새로 개발된 2구 반자동 집중기는 1병당 4초가 소요되어 기존의 기계보다 약 1.5배가량 단축시킬수가 있었다. 이는 집중원을 2구에 꽂아서 동시에 종균을 채취할수 있어서 작업이 생력화 되었기때문으로 생각 된다.

### 3. 재배사 환경관리시스템 실연시험

#### 가. 개요

일반적인 냉동기의 Controller는 냉동기 1대당 1개의 Controller가 부착되어 있어 냉동기 설치비용 증가의 원인이 되고 있다. 그리고 단순히 냉동기와 콘트롤러가 1대 1로 제어되는 시스템으로 습도외의 다른 요인들의 종합적인 환경관리가 이루어지지 못하고 있는 실정 이었다. 그러나 새로 개발된 환경관리 시스템은 Controller 1대에서 3대의 냉동기를 동시 관리할 수 있으며 아울러 동시에 습도까지 관리할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그리고 시스템 자체가 컴퓨터에 사용하는 부품을 부분적으로 채용했기 때문에 실내에서 배양실 및 재배사의 종합적인 환경관리가 가능하며 컴퓨터와 연결하여 환경관리 시스템을 프로그램화 할수 있어 컴퓨터에 의한 자동제어도 가능하도록 설계되어 상당히 유용한것이라고 판단된다.

#### 나. 실연시험

(1) 실연장소 : 3층의 3배양실 (30평, 우레탄 단열, 열교환 환풍기 설치)

(2) 설 치 : 환경관리 시스템 Controller는 3층 배양실 복도의 냉동기Controller 옆에 설치하였으며, 온습도 Setting은 배양실내에 설치한 센서로부터 전달되는 정보를 기준으로 제어하도록 하였고 온도는 22℃, 습도는 65%로 배양실의 환경을 설정하였다.

또한 냉동기 Setting시 내부 팬은 1분단위로 가동시켜 실연시험을 실시 하였다.

(3) 실연시험 결과

Setting된 온습도에 대하여 배양실내의 온습도 변화를 자기온습도계를 이용하여 기록한 결과, 온도에 대해서는 비교적 정확한 제어가 이루어졌으나 습도에서는 습도센서의 오류동작으로 제어가 정확하게 이루어지지 않았다. 습도계를 재부착하여 지속적인 온습도 기록을 통한 시험결과 표 5-6과 같은 결과를 얻었다. 표에서 알수 있듯이 설정된 배양실의 환경과 이를 컨트롤하는 환경조절시스템의 기능은 양호 하였다.

(표 5-6) 배양실의 환경관리시스템 성능시험

구분	온도관리 기능(℃)			습도관리 기능(%)		
	설정온도	실행온도	편차	설정습도	실행습도	편차
1회	22.0	22.0		65	65	
2회	22.0	23.0	+1.0	65	67	+2
3회	22.0	23.5	+1.5	65	64	-1
4회	22.0	22.5	+0.5	65	61	-4
5회	22.0	22.0		65	65	
6회	22.0	23.0	+1.0	65	68	+3
7회	22.0	23.0	+1.0	65	65	
8회	22.0	23.5	+1.5	65	62	-3
9회	22.0	23.0	+1.0	65	61	-4
10회	22.0	22.5	+0.5	65	66	+1
평균	22.0	22.8	+0.4	65	64.4	+0.6

또한 이 시스템은 환경조절시스템 하나로 3개의 냉동기를 관리할수 있어 결과적으로 3개 배양실의 온습도를 종합적으로 관리할수 있으며,컴퓨터와 연결하여 실내에서 종합적인 자동제어가 가능하므로 매우 유용하게 실용화 될것으로 생각된다.

#### 제 4 절 결과요약

##### 1. 톱밥재배용 P.E봉지(개발제품) 실연재배

가. 공시봉지 종류에 따른 표고톱밥배지에서 배양초기(접종후 30일)의 균사 만연율은 97% 이상으로 양호하며 처리간의 차이는 나타나지 않았다.

나. 배양중의 톱밥배지 중량감소율을 조사하여 각 통기필터별 균사의 분해력을 비교해 본 결과 1073D 봉지가 배양 90일째 13.3%의 분해율을 보여 가장 우수하였다.

다. 공시봉지 6종에 톱밥배지를 배양, 발생처리하여 약 70일간 버섯발생량을 조사한 결과 1073D, 1085D가 비교적 양호하였으나 모든 처리가 23~26%의 버섯발생수율을 보여 공시 봉지 6종이 모두 톱밥재배용으로 사용 가능성이 확인 되었다.

#### 2. 톱밥재배용 P.P병의 표고균 톱밥배양 실연시험

가. 접종후 배양60일까지 봉지배지분해율(5.4%)의 약 2배(10~11.6%)로 양호.

나. 배양중 P.P배양병의 분해수 용집부위가 작아서 필터부착부위에 분해수가 침투하므로 분해수 용집부위의 확장 개선이 요구되었다.

#### 3. 톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발기계 실연

가. 개발이 완료된 톱밥배지혼합기, 배지이송콘베아, 톱밥배지입봉기의 배지제조실연시험을 실시한 결과 온라인 생산시스템이 양호하였다.

나. 배지입봉기 실연시험 결과 작업공정은 2kg배지를 1시간당 220봉지 입봉하였으며, 입봉후 봉지를 밀봉하고 배지운반하는데 3인이 소요 되었다.

다. 종균접종기는 기존의 접종기 보다 1.5배의 생력화 작업이 가능한 것으로 나타났으며 재배사 환경조절시스템은 이 시스템 하나로 3개의 냉동기를 제어 할수 있어 냉동기 5대 설치기준으로 약 16%의 설치비 절감효과가 있으며 컴퓨터에 연결 하면 실내에서 종합적인 자동제어가 가능하도록 개발되었다.

## 제 6 장 요약

본 연구는 갈수록 심화되고 있는 표고재배인력과 재배원목난을 해소하고자 표고재배 생력화를 위한 기계화 시스템을 개발하고 이를 재배현장에 보급하여 실용화 할수 있도록 주요 재배기자재의 국산화 개발과 개발기자재의 현장 실연재배시험을 통한 실용화 타당성을 검토하기 위하여 실시 하였으며 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

### 1. 표고톱밥재배 생력 자동화시스템 개발

#### 가. 톱밥재배 관련 주요기계 자료조사

(1) 톱밥제조기 : 현재까지 개발된 톱밥제조기의 3종의 유형을 조사하였다.

(2) 톱밥배지 혼합기

국외에서 개발되어 사용하고 있는 배지혼합기는 현재 14종이 있는데 이중 4종의 주요기종에 대한 규격과 성능을 조사하였다.

(3) 톱밥배지입봉기

봉지를 set하는 방법에 의한 입봉기 유형 7종을 조사하였다.

(4) 툽밥배지 살균가마

(가) 종류 : 상압식, 고압식이고 형태는 각형, 각환형, 환형.

(나) 가마의 문 : 편면, 양면형

나. 툽밥재배 주요공정 조사

(1) 배지혼합: 혼합용량 2.5kg 툽밥배지 360봉~750봉/1일1인/ 1~1.5시간/1회

(2) 배지입봉: 배지크기가 2~2.5kg일때, 2구 상하작동식은 750봉/1회/3인/3시간이었으며 로타리형은 1,200봉/1회/4인/50분이 소요 되었다.

(3) 배지살균(고압) : 2~2.5kg배지 400~450개/1인1일/1시간/1회(살균 : 약 6시간)

(4) 종균접종 : 반자동접종기의 작업공정은 750봉/3시간/3인이 소요되었다.

다. 툽밥재배방법 개선

(1) 미이용 수종의 재배자원 개발

(가) 재배자원 : 밤나무툽밥

(나) 버섯 발생량 및 품질이 참나무툽밥과 대등하게 양호하였다.

배 지 조 성	발생량 (g/1kg배지)	버섯의 품질(cm, gr)				
		갓직경	갓두께	줄기길이	줄기직경	개체중
신갈+미강(대조)+첨가물	228.0	5.6	1.8	4.8	1.0	17.2
밤나무+미강+첨가물	229.0	5.6	1.5	4.2	0.9	16.1
신갈+밤나무+미강+첨가물	298.6	5.3	1.7	4.3	0.9	14.9

(2) 재배용 영양제 개발

신갈나무툽밥에 미강 및 밀기울을 혼합한 배지에 Xylose를 1, 2, 3% 첨가하여 생산성을 조사한 결과 미강과 혼용하여 사용할 때에는 효과가 인정되지 않았으나, 밀기울과 혼용하여 사용했을 경우에는 Xylose 2%농도에서 대조구에 비하여 약 1.3배의 증수효과가 인정 되었다.

다. 재배경영 모델조사

표고툽밥재배 방법은 새로운 재배기술로써 국내에서 이제 시도하는 단계이로 재배현장에서의 사례 조사가 불가능하였다. 따라서 일본의 재배경영 모델과 국내 배양소 조사자료(4개소)를 참고로하였으며 시설비, 기자재비, 인건비, 버섯의 판매단가등 제반 사항을 국내 재배현장 기준으로 조사하였다. 재배모델은 툽밥배지만을 배양하는 배양센타(배지생산형), 툽밥배지를 배양하여 버섯재배까지 일관 생산체제를 갖춘 재배형(일관생산형), 툽밥배지 배양센타에서 배양된 툽밥배지를 구입하여 재배하는 재배형(구입생산형)으로 3유형의 재배모델 조사 결과는 다음과 같다.



구분	툽밥재배 모델			비고	
	배지생산형	일관생산형	구입생산형		
산출기준	300,000개/년	10,000개/년	10,000개/년	① 툽밥배지: 1.2kg/개	
경영비용(원)	202,085,970	12,809,200	12,845,090		
생산물수량	300,000개	3,000kg	3,000kg	② 생표고생산	
평균단가	750원/배지	5,000원/kg	5,000원/kg		
판매가격(원)	225,000,000	15,000,000	15,000,000		
소득(원/년)	22,914,030	2,190,800	2,154,910	툽밥재배/1년	
년간 재배 적정 규모	수량	년 30만개	년 8만개	년 4만개	①1.2kg배지기준
	소득	22,914,030원	17,526,400원	8,619,640원	②자가노임 제외

## 2. 표고툽밥재배용기의 국산화 개발

### 가. 툽밥재배용 P.E필름봉지

#### (1) 봉지제조 재질조건

(가) 봉지의 재질 : 고밀도 필름(High density P.E), 봉지의 두께 : 0.045mm

(나) 통기 필터의 재질 : 고밀도 P.E(HDPE)방사필터

#### (2) 봉지 접착조건

(가) 봉지 끝단부 접착 : 연속 열융착 실링방법 채택

(나) 봉지와 필터접착 : 순간발열 강제 압착접착

※ 온도 175±5℃, 압착시간 0.8Sec., 압력 3~4kg/cm<sup>2</sup>

#### (3) 봉지의 규격

봉지의 툽밥배지 입봉량은 2~2.5kg을 기준으로 하였으며 봉지의 폭은 205~210mm이고 길이는 450~460mm이며 통기필터의 내경은 49~50mm로 하였다. 또한 봉지의 양 측면을 M자로 접어서 툽밥배지입봉시 툽밥배지가 봉지내로 원활히 입봉 되도록 하였다.

(4) 개발효과 : 개발전 전량을 외국에서 수입하여 사용하였으나 국산화 개발로 외화절약과 봉지구입비의 52%를 절감할수 있게 되었다.

### 나. 표고툽밥재배용 P.P병

(1) 재료명 : P.P (JT-170)포리프로필렌-투명성

(2) 용기의 구조적 특징

툽밥배지(2kg)용기는 배양이 완료되었을 때 배지를 쉽게 꺼낼수 있도록 두 부분(뚜껑과 하부몸체)으로 나뉘어 착탈 할수 있는 구조로 하였다.

(3) 개발효과

(가) 배양중 분해수가 용기 하단에 분리되므로 봉지재배 배양보다 배양기간이 약 1개월 단축시킬수 있고, 배양실의 배지 수용능력도 봉지보다 약 2배이상 증가시킬 수 있다.

(나) 용기의 재질이 단단하여 기계화.자동화가 용이하고 배지의 이동이 편리하며 이를 재 사용할 수 있다.

3. 표고툽밥재배 일관작업 자동시설 국산화 개발

가. 툽밥배지입봉기 개발

- (1) 입봉용량, 방식 : 배지 2kg입봉용 P.E 봉지, 배지는 각형, 로터리식
- (2) 성능 : 입봉속도 350~400봉지/1시간
- (3) 특징 : 봉지 Guide/Hoder 부착, 툽밥배지 감지센서기술 적용
- (4) 개발효과 : 외국산 입봉기 구입비의 28% 절감효과가 있다.

나. 생력 종균접종 시스템 개발

(1) 종균접종시스템의 주요구성

- (가) 피접종원 분쇄 및 인출(引出)장치
- (나) 피접종원에의 분쇄접종원 투입구

(2) 접종시스템의 특징

접종작업 생력화를 위하여 접종실에서의 봉지절단, 종균투입, 봉지실링과정의 온라인화로 기존 수작업(8시간)보다 작업공정이 약 1/5(1.5시간) 단축하므로써 오염율을 줄이고 작업의 생력화가 가능하였다.

다. 재배사 환경조절시스템 국산화 개발

(1) 환경조절시스템의 주요구성

- (가) 약전부 Hardware. 약전부 Software (나) 강전부(냉동기 구동부)

(2) 성능 : 콘트롤 온도범위 0~25℃, 습도범위 10~90%, 환기 콘트롤방식

(3) 개발효과

(가) 1개의 콘트롤러로 여러개의 냉동기를 동시콘트롤하여 냉동기설치시 콘트롤러가 차지하는 비용을 약 16%절감(5대 기준)할수 있고 환경제어가 편리하다.

(나) 콘트롤 조작패널부를 버섯재배사 전용으로 설계하여 재배농가가 편리하

게 사용할수 있도록 하였다.

#### 4. 톱밥재배 생력 자동화시스템 실연시험

##### 가. 톱밥재배용 P.E봉지개발 실연재배

(1) 공시봉지 종류에 따른 표고톱밥배지에서의 배양초기(접종후 30일)의 균사 만연율은 97% 이상으로 양호하며 처리간의 차이는 나타나지 않았다.

(2) 배양중의 톱밥배지 중량감소율을 조사하여 각 통기필터별 균사의 분해력을 비교해 본 결과 1073D 봉지가 배양 90일째 13.3%의 분해율을 보여 가장 우수하였다.

(3) 공시봉지 6종에 톱밥배지를 배양, 발생처리하여 약 70일간 버섯발생량을 조사한 결과 1073D, 1085D가 비교적 양호하였으나 모든 처리가 23~26%의 버섯발생 수율을 보여 공시 봉지 6종이 모두 톱밥재배용으로 사용 가능성이 확인 되었다.

##### 나. 톱밥재배용 P.P병의 표고균 톱밥배양 실연시험

(1) 접종후 배양60일까지 봉지배지분해율(5.4%)의 약 2배(10~11.6%)로 양호함.

(2) 배양중 P.P배양병의 분해수 응집부위가 작아서 필터부착부위에 분해수가 침투하므로 분해수 응집부위의 확장 개선이 요구되었다.

##### 다. 톱밥재배 일관작업 자동화시설 국산화 개발기계 실연

(1) 개발이 완료된 톱밥배지혼합기, 배지이송콘베아, 톱밥배지입봉기의 배지제조실연시험을 실시한 결과 온라인 생산시스템이 양호하였다.

(2) 배지입봉기 실연시험 결과 작업공정은 2kg배지를 1시간당 220봉지 입봉하였으며, 입봉후 봉지를 밀봉하고 배지운반하는데 3인이 소요 되었다.

(3) 종균접종기는 기존의 접종기 보다 1.5배의 생력화 작업이 가능한 것으로 나타났으며 재배사 환경조절시스템은 이 시스템 하나로 3개의 냉동기를 제어 할수 있어 냉동기 5대 설치기준으로 약 16%의 설치비 절감효과가 있으며 컴퓨터에 연결 하면 실내에서 종합적인 자동제어가 가능하도록 개발되었다.

< 참고문헌 >

- 1) Haruhiko Ishikawa. 1967. Physiological and Ecological Studies on *Lentinus edodes*(Berk.) Sing. Journal of Agricultural Laboratory(No.8). Japan : 1~57.
- 2) 古川久彦. 1992. 菌床しいたけの栽培と經營. 全國林業改良普及協會. 東京 : 53~79.
- 3) 西門義一, 山内己酉. 1934. しいたけの性とその鋸屑培養について. 農學研究(25) : 474~505.
- 4) 張水旺, 康源春, 苗長海, 離克全. 1993. 食用菌生産技術. 農竝出版社. 中國 : 92.
- 5) きのこと技術集談會編輯委員會. 1991. きのこの基礎科學と最新技術. 農村文化社. 東京 : 33~218.
- 6) 農村文化社「きのこ年鑑編輯部」.1995. きのこ年鑑. 農村文化社. 東京 : 74~262
- 7) 農村文化社「きのこガイドブック編輯部」.1994. きのこガイドブック.農村文化社. 東京 : 89~145
- 8) Kazuo Watanabe, 1995, Effects of Physical properties of cultures on flushing patterns of fruiting bodies in the sawdust based cultivation of shiitake, *Lentius edodes* I, *Mokuzai gakkaiishi* vol. 41, No.8 : 767~773.
- 9) Keisuke Tokimoto, Tadakazu Hiroi, Atsumi Nishida, Atsushi Tamai, and Masaki Fukuda, 1982. Changes of bed-log components and fruit-body yield during *Lentinus edodes* cultivation, *Rept. Tottori Mycol. Inst.(Japan)* 20 : 117~122.
- 10) 小出博志, 竹内嘉江. 1994. シイタケの菌床栽培技術の開発-菌床栽培實用化試験長野縣林業總合センター-研究報告(第8號). : 35~61.
- 11) 李國俊. 1986. 食用菌栽培技術(朝鮮文). 延邊人民出版社 : 3~250.
- 12) Matsumoto, T. and Kitamoto, Y. 1988. Trans. Mycol. Soc.. Japan.(29) : 265~270.
- 13) 中谷 誠, 山村忠明. 1996. シイタケ菌床栽培における栽培袋の字實體發生に及ぼす影響. 林業技術研究發表大會論文集. 北海道林業改良普及協會 : 189.
- 14) 大森清壽. 1993. 菌床しいたけのつくり方. 農山漁村文化協會. 東京. 日本 : 11~16.
- 15) 全書編輯委員會. 1992. 最新バイオテクノロジー -きのこの増殖と育種-. 農業圖書

- (株). 東京 : 212~216.
- 16) Tokimoto, K.and M.Komatsu. 1978. The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Academic Press. New York : 445~459
- 17) 寺嶋芳江, 1992, ナメコ菌床栽培の培地基材としてのマテバシイ(*Pasania edulis*)鋸屑の適性, 日林誌 74 : 359~363.
- 18) 渡辺和夫, 1995, シイタケ菌床栽培における字實體發生に及ぼす諸要因について, 奈良縣林試研報 No.25 : 1~11.
- 19) 楊遊湘, 何敏. 1993. 食用菌栽培技術. 湖南科學技術出版社. 湖南省. 中國 : 134.
- 20) 吉澤伸夫, 伊藤朋子, 横田信三, 出井利長, 竹村次郎, 1995, マイタケ廢菌床の利用するきのこ栽培 ( Mushroom Cultivation by Using *Grifola frondosa* Cultural Wasters), 日本 木材學會 40周年記念大會要旨輯 : 616.