

제 2 차 년 도  
최 종 보 고 서

635.8  
L293B

v.2

## 버섯재배용 톱밥 단기발효 제조법 및 활용화 기술개발

A short-term fermentation process of sawdust for the mushroom  
Cultivation, technique development and its practical use.

주 관 연 구 기 관  
포 천 군 농 업 기 술 센 터

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “버섯재배용 톱밥 단기발효 제조법 및 활용화 기술개발”에 관한 연구과제의 최종보고서를 제출합니다.

1998. . .

주관연구기관명 : 포천군농업기술센터

총괄연구책임자 : 용 홍 식

연구원 : 이 광 원

연구원 : 박 정 화

연구원 : 원 중 호

연구원 : 정 환 채

연구원 : 정 득 규

연구원 : 조 중 목

연구원 : 김 정 숙

# 요 약 문

## I. 제 목

버섯재배용 톱밥 단기발효 제조법 및 활용화 기술개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

### 1. 연구개발의 목적

버섯재배시 이용되고 있는 재료는 셀룰로우스 함량이 많은 재료를 이용하고 있으며, 그중 대표적인 것이 톱밥, 볏짚, 폐면 등으로 구분되며, 이들은 서로간에 물리적·화학적 성질이 각기 달라 적절한 처리를 해주지 않으면 활용하기 어려운 성질을 갖고 있다.

그러므로 본과제에서 사용하고 있는 톱밥은 생톱밥을 구입하여 4~10개월간 야외발효시켜 수지 및 유해성분을 유출, 부숙, 다공질화시켜 보습력을 높이고, 균이 이용하기 용이한 상태로 만드는 것이 중요한 과정이다.

이와같은 과정에서 야적한 후 수분조절, 뒤집기 등 작업을 실시하는데는 많은 인력과 장비가 필요하며, 비·바람에 의한 손실과 하부의 부패, 톱밥차량의 왕래로 매물, 흙과 혼합으로 사용할 수 없는 손실량이 많고 많은량을 4~10개월전에 미리 받아 야적하기 위해서는 일시에 많은 자금이 소요되며 넓은 지면도 확보해야만 한다.

따라서 이와 같은 문제점을 보완하면서 적기에 양질의 재료를 생산할 수 있도록 하기위해 단기발효실을 설치한 후 습·건열처리로 살균과 후발효를 거친 양질의 배지를 계획생산하는 톱밥을 이용한 배지제조기술을 개발코자 함.

## 2. 연구개발의 중요성

버섯재배기술 선진국인 네덜란드, 일본, 독일, 미국 등에서는 이에 관한 연구가 오래전부터 이루어져 양송이 터널재배 시스템에 대한 시설, 장비 재료 등을 고가로 판매하여 자체재배로 안정 양산체계를 유지하고 있으며 공조시스템도 매우 놀랄정도로 발전하고 있는 실정이다.

본 과제는 톱밥배지를 이용한 버섯재배의 양질 배지제조가 겨울 저온기와 여름의 고온기의 온도차이 등 톱밥의 숙성 정도가 심한 차이가 있어, 버섯 재배시 수량의 변이가 크고 실패율이 높아 단기 배지 발효제조법 기술개발로 기술, 경제, 사회적 측면에 기여하고자 함.

### 가. 기술적 측면

- 단기발효실의 온도, 배지수분, 환기의 자동조절화
- 배지의 표준화에 의한 안정생산으로 국제경쟁력 우위 점유
- 톱밥배지의 발효 사용으로 잡균발생을 감소

### 나. 경제적 측면

- 자원손실 및 인력절감으로 경제성제고
- 안정 다수확재배로 농가소득증대
- 고품질버섯 제공으로 소비자 만족을 통한 소비증대
- 표준화 배지사용으로 주년재배체계 농가 확대

### 다. 사회적·문화적 측면

- 주년재배체계 확립으로 전업농가 육성보급
- 단기발효 제조법 개발에 의한 병버섯 안정생산기술 정착
- 버섯류의 효능·신비성·요리법 홍보 등 건강식품으로 식문화 정착

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 단기발효실을 설치한 후 습열과 건열을 이용하여 배지와 실내온도를 조절하여 배지살균과 후발효를 15일간 실시하여 느타리와 팽이를 재배한 결과 10개월간 야적한 대비구와 차이없는 결과를 얻을 수 있었다.

만가닥, 목이, 애느타리버섯도 재배가 가능하여 앞으로 버섯재배 농가의 생산비절감과 소득증대를 위하여 품목을 늘려 양산체제로 확대코자 한다.

한편 본시설을 이용 물축인 폐면을 입실하여 24시간내에 살균과정을 마친후 3~4일간 방치 후발효를 실시하면 양질의 느타리 배지가 생산되어 현재 상습적인 실패농가를 대상으로 몇차례 농가실증시험을 실시한 후 시험결과 퇴비 발효도 가능할 것임.

#### 1. 단기발효실의 환경조절

- 배지의 변질을 막기 위해 증기주입구를 설치 지속적인 보온과 과습방지를 위해 바닥과 천장에 동파이프를 이용한 건열 배관을 하여 실내온도를 균일하게 유지하였고,
- 공기흡입 및 배출을 위한 덕트시설과 Fan을 설치하여 Sensor에 의해 자동으로 신선공기 주입, 실내공기 배출, 실내공기 순환을 임의로 조절할 수 있도록 자동환경조절 장치를 개발 단기발효실로 운영

#### 2. 배지재료의 적재방법 구명

- 단기발효실에 단기발효시킨 톱밥을 입실하는 방법은 P.P마대와 플라스틱상자를 이용하는 것이 현재로서는 가장 좋은 용기이지만, 톱밥을 넣어 적재할 때 상자는 바닥( $\varnothing 8\text{mm}$ )과 옆( $\square 6 \times 6\text{mm}$ )에 구멍이 많이 뚫려 운반과 적재시 쏟아지는 단점과 습열처리시 구멍이 크기 때문에 과습되거나 건조될 우려가 있으며
- 마대를 사용한 경우 넣기, 운반, 적재 등이 간편하나 열의 침투가 늦은 단점이 있다. 그러나 작업능률은 마대가 훨씬 좋은 결과를 보였음.

### 3. 살균 및 발효최적기간 구명

본 연구결과 살균은 8~12시간 60~65℃를 유지한 후 방치, 가끔 신선한 공기 유입으로 호기성발효를 유도하고, 배지와 실내온도를 50~55℃로 유지하여 0, 3, 6, 9, 12, 15일간 시험구로 구분하여 느타리버섯 16반복, 팽이 10반복 병버섯 재배에 활용한 결과 15일 후발효구에서 자실체 수량이 느타리버섯 63.8g/병, 팽이버섯 123.6g/병과 300여일간 야적한 톱밥배지는 느타리버섯 63.8g/병, 팽이버섯 123g/병으로 거의 같은 결과를 얻을 수 있었음.

#### 가. 톱밥단기발효 활용

- 느타리버섯 병재배시 균사생장이 10개월간 야적한 대비구에 비해 살균후 후발효 12일, 15일구에서 대등한 결과를 보였으며, 배지완성일수는 대비구가 19.4일인데 비해 12일구 20.1일, 15일구는 20.3일로 비슷하였으며, 팽이버섯은 야외발효구에서는 48.5일과 12일구 46.0, 15일구에서 58.5일로 15일구가 약 10일정도 늦게 균사생장이 이루어졌음.
- 균사배양 완성을 조사에서는 느타리버섯 야적배지 대비구는 99.4%, 단기 발효 12일구는 97.8%, 15일구는 98.4%로 12일, 15일 단기발효배지구가 비슷하게 균사배양이 되었으며, 팽이버섯은 대비구가 99.2%, 15일 단기발효배지구가 99.4%로 약간 높은 균사 배양이 이루어졌음.
- 초발이 소요일수의 조사결과 느타리버섯은 야적발효배지 대비구에서 24.7일, 단기발효배지 15일구 24.8일, 12일구 25.3일로 15일구와 대비구가 비슷하였으며, 팽이버섯 재배는 야적발효배지구가 8.5일, 단기발효배지 15일구가 8.4일로 초발이 소요일수가 같았음.
- 자실체수량 비교에서는 느타리버섯 야외발효배지구에서 병당 62.8g, 15일 단기발효구 63.8g, 팽이버섯 자실체 수량은 야외발효배지구에서 병당 123.6g, 15일 단기발효배지구에서 123.8g으로 자실체 수량에서 비슷한 결과를 보임.

- 또한, 느타리 종균제조시에도 발효톱밥을 이용 예비 시험한 결과 군사생장도 야적배지에 비해 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

#### 나. 퇴비배지 발효활용

- 톱밥재배버섯중 팽이버섯은 하절기에 냉방비 등 생산비가 높는데 비해 시장 가격이 폭락되어 생산농가는 적자폭이 커지게되어 생산을 중지하지 않을 수 없는 처지이며, 하절기에 값이 좋은 느타리를 재배하기 위하여 톱밥 병재배를 한 경우가 소득면에서도 좋았고
- 폐면을 이용한 느타리버섯 재배가 다수의 농가에서 실시되고 있는 실정으므로 하절기 살균과 후발효를 잘못하여 상습적으로 재배에 실패하는 농가들을 대상으로 몇 농가 단기발효실에서 살균과정과 후발효과정을 1주일간 실시한 후 생산비를 절감할 수 있었으며, 수량면에서도 성공한 사례가 있음
- 패키지 사업의 시설을 구비한 후 집중적으로 폐면을 이용한 느타리버섯 재배용 배지도 단기발효시켜 폐면발효배지를 이용한 자동입상기, 자동접종기 등 자동화 시설을 구비하게 되면 상자재배와 이동식 균상재배로 확대재배가 가능할 것으로 보며, 차츰 자동화기계로 전환 생력재배로 발전시키는 것이 앞으로 경쟁력이 있으리라 생각되어 계속 연구개발 모체가 될 수 있도록 기틀 마련

#### 다. 발효법 개선 및 기계화

- 현재 국내에는 이분야에 대한 자동화계측 제어시스템이 이루어지지 않았기 때문에 네덜란드나 일본같은 선진국에서와 같이 컴퓨터 설계가 되어있지 않아 앞으로 더욱 개발해야 하지만, 우선 농가형태로 간단히 설치하여 간이식으로 활용하는 기술도 개발 보급하여 현재 농가 재배사내에서 입상, 살균, 발효, 냉각, 접종의 단계를 2원화시키는 단계로 발전시킬 수도 있어 이 분야의 활용도는 넓다고 보며, 따라서 여기에 필요한 기계류도 간단한 것부터 점차 정밀한 것까지 개발 보급되어야 할것임.

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

- 본 과제는 발효실과 작업장 및 발효 관련시설을 설치하는데 많은 시간이 소요되었고, 연구기간의 1년 단축으로 실제 재배에 관한 시험을 실시할 수 있는 기간이 짧아 충분한 시험을 할 수 없었으나 기대 이상으로 좋은 성적을 올렸음.
- 버섯재배용 톱밥 단기발효제조법을 농촌지도사업에 반영하고, 종균배양소, 버섯 전업농가에 기술을 이전, 4-10개월 야적발효하던 톱밥을 단기발효하므로써 생산비절감과 소득증대에 기여하고자함.
- 장수버섯종균배양소에 기술을 이전하여 종균 생산에 활용한 실적이 있고, 개발된 기술을 원예산업신문에 홍보하였으며 한국균학회에서 논문 발표할 계획임.



# FINAL SUMMARY REPORT

## I . SUBJECT NAME

A short-term fermentation production process of sawdust for the mushroom cultivation, technique development and its practical use.

## II . PURPOSE AND IMPORTANCE FOR RESEARCH DEVELOPMENT

### 1. Purpose for the Research Development

The material using in the mushroom cultivation, which may be divided into the representative materials such as the sawdust, rice-straw, and waste cotton, etc., have much content of cellulose. So these materials can not be directly used unless they are appropriate handling since they have different physicochemical specific properties.

Therefore, the live-sawdust which is being used in this subject should be fermented in the field for 4-10 months to remove resin and harmful ingredient, to make them be porous, and to enhance the moisture. So it is an important process that makes the sawdust condition should be easily used by the Fungi.

In such a process, it is necessary to have much manpower and equipment to practice operations as is to adjust moisture while turning over them, then must have much damage which is unable to use as they are being buried or mixed with the soil due to the coming and going of the sawdust vehicles, is well as the damage by the rain and wind and spoiling of the substructure, it is

also necessary to invest much fund at a time in order to piling up them in the field before 4-10 months ago for many vehicles as the wide areas too.

Accordingly in order to produce the good quality materials timely while supplementing such issues, it is intended to improve the media production technique utilized sawdust planned production of media in a good quality which gone through sterilization and fermentation by the moisture, dry sterilization upon installation of the short time fermenting room

## **2. Importance of the Research Development**

Netherlands, Japan, Germany, America those are advanced countries have been achieved since long time ago on this requirement, so maintained the stable, mass production with their own cultivating system after being sold the installation, equipment and materials, etc. in a high price for the tunnel cultivation of mushroom, also it is a real situation that the mutual assistance system has been remarkably improved.

This subject is intended to contribute for the technical, economical and social side view through our technical development of the short media maturing production method as the changing in the quantity is great and failure ration is high while cultivating mushroom, also there has been a severe difference in maturing sawdust such as the low temperature in water and high temperature in summer for the good quality media production process of the mushroom raising utilized the sawdust

A, Technical aspect

- Automatic regulation of temperature in the short time fermentation room, moisture of media and ventilation.
- Predominant occupation in international competition through stable production of the standardization media.
- Elimination of mis. fungi through using the fermented sawdust media.

B. Economical aspect

- Enhancement through elimination of the natural resources and elimination of manpower.
- Increase of farmers' income by the stable and large amount harvest.
- Increase of consumption through consumer's satisfaction as providing a good quality mushroom.
- Expansion of annual cultivation system through using standardization media.

C. Social and cultural aspect

- Raising of the professional farmers to supply upon establishment of the annual cultivating system.
- Settlement of stable production technique of the bottle mushroom by the development of short time fermentation production process.
- Settlement of the meal culture through healthfood as is the efficiency, mystery, cooking public information of mushroom.

### III. CONTENT AND SCOPE OF RESEARCH DEVELOPMENT:

In this research, we have obtained the similar result with the preparation piling up in the field for 10 months in cultivating the Oyster mushroom(*pleurotus spp.*), Winter mushroom(*Flamulina velutipes*)

after practiced the media sterilization and fermenting ratio for 15 days upon regulated the media and indoor temperature utilizing the moisture heating and dried heating in the sort time fermenting room.

It is possible to raising mushrooms such as *Hypsizigus marmoreus*, *Auricularia auricula* *Pleurotus spp.*, so intending to expand mass production system upon increased the items of articles for the farming families of saving productive cost and increasement of income.

On the other hand, utilizing this facilities, if practiced fermenting leaving for 3~4 days after finished the sterilization within 24 hours putting in the waste cotton moisture, it was also possible to fermenting straw barnyard to raising the *Agaricus bisporus* and *Agaricus brazei* upon expanding raising the *Pleurotus ostreatus* with the experimentation after practiced several times of farmers field with objection of the current customary failure farmers while produced a good quality medium of Oyster mushroom.

#### 1. Environmental Control, Automation and Technical Development for the Short Time Fermentation:

- In order to prevent the deterioration of media installed the steam inputting hole, maintained even indoor temperature upon installed the dried heat pipe-lining using the bronze pipe to the ceiling and floor to

prevent overheating and continuous keeping warm.

- Installed the duct and fan for the air inhalation and exhaausting and operated the short time fermentation room upon developed the automating control system in order to adjust the indoor air exhaustion as well as adjust the circulation of indoor air inputting afresh air as desired by sensor.

## 2. Study of the Loading Method of Material:

- The method of entering the fermenting room which was short time fermented in the short time fermentation room is, at present it is the best container to use the Plastic box of P.P. bag, but it is anxious about it should be wet or dried due to the large holes when heat treatment at the same time it might have a short point at the time of pouring out when transporting or loading them because the box has many holes got to the bottom ( $\varnothing 8\text{mm}$ ) and side ( $\square 6 \times 6\text{mm}$ ).
- In case of used the Hemp Bag, through it is convenient to putting in, transportation or loading, but has a sort point of too dull in infiltration of heat, however it showed the operation efficient is the Hemp Bag has a remarkarble superior result.

## 3. Study on Sterilization and Optimum Period of Fermentation:

As a result of this research, for sterilization, leaving after induced at the temperature of  $60\sim 65^{\circ}\text{C}$  for  $8\sim 12$  hours, occasionally indused the fresh air, upon keeping temperature of bag and indoor at  $50\sim 55^{\circ}\text{C}$ , then divide them for 0, 3, 6, 9, 12, 15 days by testing tools as a result of applied to the mushroom

cultivation, repeatedly 16 on the Oyster mushroom, repeatedly 10 on the Winter mushroom, and the Bottle mushroom, the result were almost similar, the real quantity in the fermenting chamber after 15 days, 63.8g/bottle, Winter mushroom 123.6g/bottle and 63.8g/bottle Oyster mushroom for the sawdust media piled in the field for over 300 days, 123g/bottle Winter mushroom.

#### A. Application of the Sawdust Short Term Fermentation:

- At the time of cultivating Oyster mushroom in bottle, it showed similar quality in 15 days fermentation after sterilization comparing with the Control piled up in the field of the Fungi growing for 10 months, the completed days of media and the Control is 19.4 days, 15 days treatment is similar to 20.3 days. The Winter mushroom at the field fermenting showed 48.5 days and 12 days chamber 46.0, at 15 days chamber was 58.5 days, fungi growing has delayed about 10 days.
- In the examination of completed fungi raising, the prepared chamber of the Oyster mushroom piled media in the field were 99.4%, and the short term fermentation 12 days chamber were 97.8%, 15 days chamber 98.4%, 12 days, 15 days short term fermenting chamber showed almost same fungi growing. The Winter mushroom were 99.2% at the prepared chamber, the 15 days short term fermenting media chamber were 99.4% it showed a little high fungi growings.
- Comparative testing of first growing- The Oyster mushroom showed 24.7 days at the prepared chamber of fermenting media piled in the field, short term fermenting media at 15 days chamber-24.8 days, 12 days chamber-25.3 days- showed almost same as the 15 days chamber, For the raising

of Winter mushroom- the piled up in the field media were 8.5 days, short term fermenting media were 8.4 days it was same as the days required for the first growing.

- For the comparison of quantity water contained- Oyster mushroom at the time of piled up in the field were 62.8g per a bottle, 15 days short term fermenting chamber- 63.8g. The water quantity it's own chamber of the Oyster mushroom were 123.6g per a bottle at the fermenting media chamber piled up in the field, at the short term fermenting media chamber were 123.8g- showed almost same result to the its own quantity of water.
- Also in the seed fungi production, as a result of preliminary examination utilized the fermented sawdust, it showed comparatively satisfactory results even the fungi growing.

#### B. Application of Fermentation of the Compost media:

- For the Winter mushroom raising in the sawdust, comparing with the production cost such as the air conditioning expenses in Summer season, because of the marketing price have declined heavily and so production farmers is increasing in red figures and in a situation of discontinue the Oyster mushroom, so in order to raise the Oyster mushroom which is better income in summer time, therefore it should be better to raise mushroom utilizing the sawdust.
- It is real condition that there are many farming families are raising the Oyster mushroom utilizing the wasted cotton, so due to the misproduced the mushroom for sterilization and fermenting later on in summer season

and usually failed, so with the objection of such farmers those have failed in mushroom production, practiced the process for a week for the sterilization and take fermenting process later and it was possible to save production cost, there was instance of successful result.

- After prepared the packaging facilities, even cultivating media of Oyster mushroom concentrated utilized the waste cotton, short term fermented, if we prepare the automatic granular, automatic inoculation utilized the wasted cotton fermenting media, it would be possible to have extended cultivation through box raising and mobile fungi raising, it should be gradually developed and transferred to the living cultivation in the future preparing to make original body of the cultivating system to have a competitive ability after steady research and improvement.

#### C. Improvement and Mechanization of Fermentation Method:

Due to the mechanization measuring control system field in our country at present, another words, have not been computer designed as is the techniques to simply install to the current farming families and gradually have to develop simultaneously as is granulation, sterilization, fermentation, inoculation, it is believed that there are wide range in this field and it is necessary to improve gradually to induce step by step from machineries to the precise equipment too.

## IV. RESULTS AND SUGGESTION OF APPLICATION FOR RESEARCH DEVELOPMENT

- In this study much times required to install the fermenting room as well as



the related facilities for the fermentation, this method is successful results than expected though we have not enough examination due to the time involved for testing concerning the actual examination related with cultivating by shortening of research period.

This is intended to contribute for the saving of production cost and increasement of income through short term fermenting of sawdust which used to be fermented from 4~10 months before, transfer the techniques to the farming to the farming village guidance business, and seed bacterium cultivation center for this short term fermentation process.

It is my intention that I have to transfer this techniques to the Jang-su Mushroom-spawn Cultivation. and actual results to applied the application for the production of seed fungi, also made public information to The Horticulture Industry News also announce this thesis by The Korean Society of Mycology.

여 백

# 목 차

요 약 문 .....	3
제1장 서 론 .....	21
제1절 연구개발의 목적과 범위 .....	22
제2장 단기 발효실 환경조절 자동화 기술분야 .....	24
제1절 서 설 .....	24
제2절 시험재료 및 방법 .....	25
제3절 결과 및 고찰 .....	30
제4절 결 론 .....	31
제3장 입·탈 일괄작업 및 배지의 표준화 개발분야 .....	33
제1절 서 설 .....	33
제2절 시험재료 및 방법 .....	34
제3절 결과 및 고찰 .....	35
제4절 결 론 .....	37
제4장 발효뜸밥 이용시험 재배 .....	38
제1절 서 설 .....	38
제2절 시험재료 및 방법 .....	38
제3절 결과 및 고찰 .....	41
제5장 폐면퇴비 발효 활용재배 .....	44
제1절 서 설 .....	44
제2절 결과 활용 .....	45
제3절 발효법개선 및 기계화 .....	46
참 고 문 헌 .....	47

# TABLE OF CONTENTS

SUMMARY .....	3
CHAPTER 1. INTRODUCTION .....	21
Par. 1. Purpose and scope of research and developmnet .....	22
CHAPTER 2. Technical field for automation of environmental control of the short period fermenting room .....	24
Par. 1. Introductory remarks .....	24
Par. 2. Testing material and method .....	25
Par. 3. Results and consideration .....	30
Par. 4. Conclusion .....	31
CHAPTER 3. Standardization and development field for the integrated works of in & out operation .....	33
Par. 1. Introductory remarks .....	33
Par. 2. Testing material and method .....	34
Par. 3. Results and consideration .....	35
Par. 4. Conclusion .....	37
CHAPTER 4. Used examination and cultivation of the fermenting yeast .....	38
Par. 1. Introductory remarks .....	38
Par. 2. Testing material and method .....	38
Par. 3. Results and consideration .....	41
CHAPTER 5. Fermentation, utilization and cultivation of the wasted cotton compost .....	44
Par. 1. Introductory remarks .....	44
Par. 2. Results and utilization .....	45
Par. 3. Improvement of fermenting method and mechnization .....	46
Documents Referred .....	47

# 제 1 장 서 론

버섯은 세계적으로 한국, 중국, 일본, 미국, 독일, 네델란드 등 40여 개국에서 인공재배되어 연간 약 148만여톤이 생산되며 총교역량이 95만여톤('91)으로 70여개국에서 즐겨 먹고 있는 세계적인 식품으로 성장되었다. 이와같은 버섯은 세계적으로 약 2,000여종이 알려지고 있지만 그중 우리나라에서는 820여종의 야생버섯이 분류·동정되어 있으며 그중 약 320여종이 식용 및 약용으로 가능한 것이 알려져 있다.

국내에서 재배되고 있는 주요 버섯으로는 양송이(*Agaricus bisporus*), 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*), 표고(*Lentinus edodes*), 불로초버섯(영지 : *Ganoderma lucidum*) 이 주종을 이루고 있으나 최근 새로운 버섯으로 팽나무버섯(팽이 : *Flammulina velutipes*), 만가닥버섯(*Hypsizigus marmoreus*), 목이(털목이 : *Auricularia polytricha*), 잎새버섯(*Grifola frondosa*), 버들송이(*Agrocybe aegerita*), 노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceum*), 맛버섯(*Pholiota nameko*), 애느타리버섯(*Pleurotus spp.*), 큰느타리버섯(새송이 : *Pleurotus eryngii*), 신령버섯(*Agaricus blazei*), 풀버섯(*Volvariella volvacea*), 복령(*Poria cocos*) 등 20여종이 재배법이 개발되었다. 국내에서 재배되고 있는 주요 버섯의 전체 생산량은 93,530ton('96)으로 그중 느타리버섯이 76%, 양송이가 13%, 표고 3%, 영지 2%, 기타 병재배버섯이 8%를 점유하고 있는 실정이며 버섯소비량은 '93년도 통계자료에 의하면 일본의 46.8%로 연간 1인당 1,620g씩 소비하고 있으며 매년 약 26%씩 소비량이 증가되고 있는 추세이다.

버섯재배시 이용되고 있는 재료는 셀룰로우스(Cellulose) 함량이 많은 재료를 이용하고 있으며 그중 대표적인 것이 톱밥, 볏짚, 폐면 등으로 구분되며, 이들 서로간에 물리적·화학적 성질이 각기 다르기 때문에 재료에 따라 적절한 처리를 해주지 않으면 활용하기 어려운 성질을 갖고 있다.

그러므로 본 과제에서 사용하고 있는 톱밥은 생톱밥을 구입하여 4~10개월간 야외 발효시켜 수지 및 유해성분을 유출시키고, 부숙시킨 후 다공질화(多空質化)시켜 보습력을 높이고 균이 이용하기 용이한 상태로 만드는 것이 중요한 과정이다.

이와같은 과정에서 야적(野積)하여 수분조절, 뒤집기 등 작업을 실시하는데는 많은 인력과 장비가 필요하며, 비·바람에 의한 손실과 하부의 부패, 톱밥차량의 왕래에 의한 흙과의 혼합 및 매몰로 손실되는 양이 많고, 많은양의 톱밥을 4~10개월전에 미리 구입하여 야적하기 위해서는 일시에 많은 자금이 소요되며 넓은 지면도 확보해야만 한다.

따라서 이와같은 문제점을 보완하면서 적기에 양질의 재료를 생산할 수 있도록 하기 위해서는 단기 발효실을 설치한 후 건열과 습열처리로 배지재료의 살균과 후발효를 거친 부속된 톱밥을 단기(短期)에 계획 생산하여 양질의 버섯재배용 배지재료에 활용하고자 본연구를 실시하게 되었다.

## 제1절 연구개발의 목적과 범위

국내에서 인공재배(人工栽培)가 주로 실시되고 있는 식용버섯류(食用버섯類)는 목재부후균(木材腐朽菌)의 일종(一種)인 사물기생균(死物寄生菌)으로 활엽수원목(闊葉樹原木)과 톱밥 또는 볏짚과 폐면(廢綿)을 주재료(主材料)로 하여 각기 특성(特性)에 따라 재배되고 있다.

그러나 국내 자원부족으로 팽이재배에 쓰이는 포플러와 현사시 톱밥은 kg당 230원 이상을 주어도 구하기 어려워 값이싼 미송톱밥을 kg당 50원 정도에 구하여 사용하는 실정이지만 미송이나 칠레송 톱밥은 수지(樹脂: Resin) 등 유해물질과 재질의 단단함 등으로 보수력(保水力)이 낮아 발효(醱酵)를 시키지 않으면 수량(收量)과 품질(品質)이 저하되어 장기간의 발효과정을 거쳐 사용하는 실정이다.

이와같은 야외발효 과정을 설명하면 소나무 톱밥을 밖에 쌓은후 물을 골고루 뿌린후 톱밥이 수분을 흡수한후 스키드로다로 뒤집어 수분이 균일하게 스며들고 공기도 균일하게 접할 수 있도록 때때로 뒤집어 주면서 관수하여 목제가 다공질화 되도록 하기 위해서는 여름의 고온기를 지나야 사용할 수 있게 된다.

또한 이와같은 방법으로 장기간에 걸쳐 야외발효를 시킨 톱밥도 위치, 기간, 수분 함량, 공기량 등에 따라서 발효의 정도가 달라지며 이에따라 자실체(子實體)의 수량도 크게 차이가 나게된다.

이와같은 단점을 줄이기 위해서 톱밥에 수분을 조절한 후 인위적으로 공기를 불어 넣어주면서 온도를 조절하여 적습, 적온에서 고온성 미생물에 의해 발효를 시켜 연화된 톱밥을 얻어 일정한 부속도를 지닌 톱밥으로 계획생산 할 수 있는 기틀을 마련하고자 단기 발효시설을 설치한 후 병재배 버섯에 적용시킬 수 있는 활용화 기술을 개발하였다. 또한 본 연구의 활용범위는 이와같은 발효시설은 톱밥뿐만이 아니라 폐면도 단기간에 살균과 발효를 거쳐 바로 느타리버섯 재배와 목이·풀버섯 재배에도 활용할 수 있으며 벗짚퇴비를 발효하면 느타리, 양송이, 신령버섯 등 여러 버섯도 손쉽게 재배할 수 있을 것으로 본다.

본연구는 '97년 5월에 신축공사 설계를 마친후 6월 건설회사와 계약이 되었으나 계속된 장마로 건축은 9월에 완결되었으나 그후 발효실의 설비공사는 '98년 2월에 완공되었으며 상수도, 보일러 라인 등의 동파우려로 작업은 다소 늦게 이루어졌다.

현재는 톱밥의 1차적인 발효과정(야외발효과정)만을 이용하였으나 앞으로 기자재를 자동화시설로 완벽히 구비하게되면 한쪽라인은 발효과정을 한쪽라인은 바로 재배라인으로도 사용할 수 있을 것으로 보며 차츰 자동화 라인으로 보완할 계획이다.

## 제2 장 단기 발효실 환경조절 자동화 기술분야

### 제1절 서 설

부숙이 되지 않은 생톱밥을 단기 재배에 활용할 수 있는 정도로 숙성시키기 위해서는 열처리를 하여 톱밥에 함유된 수지(Resin) 등 유해물질을 분해제거해야 하므로 고압보일러의 생증기를 투입하여 톱밥에 고루 열이 전달되도록 하여야하며 톱밥은 생것이기 때문에 습열을 받으면서 수분이 흡수되며 차츰 실내의 온도가 상승되면서 배지의 온도도 상승된다. 이때 온도의 상승을 균일하게 하기 위하여 닥트시설의 Fan을 순환시키면 공기압과 증기압에 의해 열의 분산, 침투가 급속히 이루어진다.

한편 습열에 의해 발효실 내부의 온도가 상승한 후 배지는 대류, 복사, 전도에 의해 온도가 서서히 상승하게 되며 65℃ 이상에 도달하면 온수라인을 작동시키면서 습열라인을 조금씩 차단하면 바닥과 천장에 총총히 설치된 동파이프에 온수가 순환되면서 온도를 유지시킬 수 있어 배지는 적정온도를 유지할 수 있으며, 이때 배지와 실내의 온도를 기록하면서 조절하게 되면 인위적으로 온도를 조절 할 수 있다.

한편 배지의 호기성 발효를 유도하기 위해서는 닥트시설의 Fan을 작동하면서 흡입되는 쪽의 배기구를 열고 순환되는 쪽의 공기를 차단하면서 신선한 공기 주입구를 약간 열면 실내의 공기는 빠져나가면서 신선한 공기는 증기 주입구 쪽으로 들어가게 된다. 이때 온도의 하온을 막기 위해서는 신선한 공기를 넣을 때 생증기를 소량조절하여 넣어 주므로써 적정발효 온도를 유지할 수 있었다.



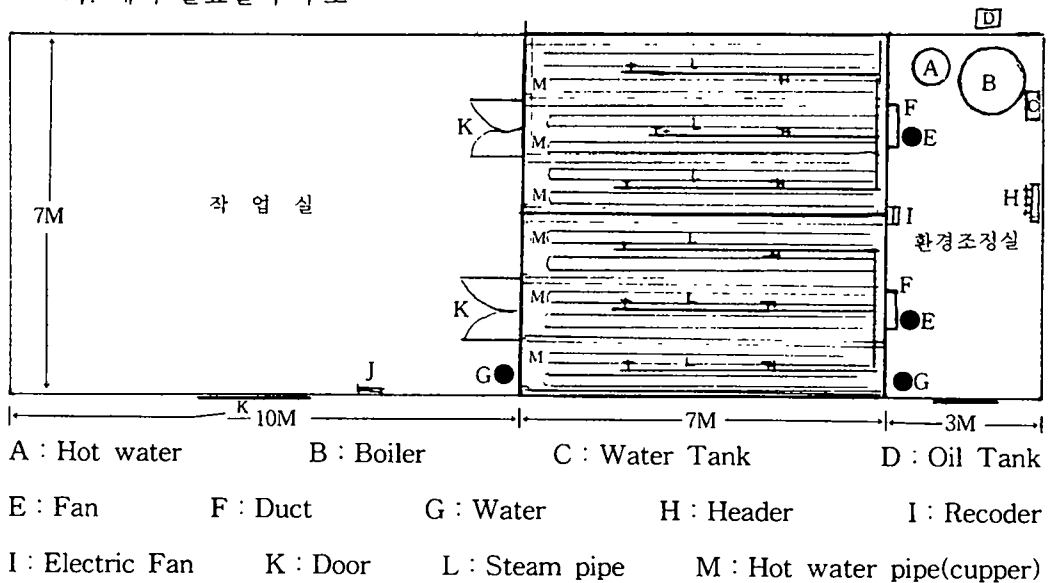
## 제2절 시험재료 및 방법

### 1. 공시재료의 준비

툽밥은 경기도 일원에서 나온 미송툽밥을 공급업체를 통해 구입한 후 고속툽밥체를 이용하여 나무껍질, 굵은칩 등 이물질을 제거한 후 용기에 담아 발효실에 옮겼다.

### 2. 단기 발효실의 구조 및 역할

#### 가. 배지 발효실의 구조



(그림 1) 배지 발효실의 구조(평면도)

배지 발효실은 작업장과 발효실(A, B실) 및 환경조절실로 구분되어 있다.

#### 나. 작업장

이곳은 발효실의 전실(前室)로 툽밥을 용기에 넣고 꺼내는 작업 등 기본적인 작업이 이루어지며 두 개의 발효실과 연결(連接)되어 있다.

#### 다. 발효실의 설비

발효실에는 바닥에 13~20cm의 경사된 배수용 홈이 있고, 각실은 바닥이 3등분으로 나누어져 있다. 곳곳에 동파이프가 2바퀴(4줄)씩 일정한 간격으로 배치되어 있으며 가동시 온수가 순환되면서 하단의 배지 온도가 내려가지 않도록 조절해 주면서 하단 배지의 과습을 막아주는 역할을 한다.

이때 온수의 온도는 환경조절실에서 온도센서에 의해 임의로 설정할 수 있다. 동파이프의 중심부에 스팀파이프를 설치 하였으며, 중간부위에 발브를 하나씩 더 달아 증기가 실내에 분산될 수 있도록 열어놓고 스팀을 분사시킬 때 고르게 퍼지도록 설치하였다.

그리고 바닥의 파이프가 외부의 압력에 장애를 받지 않도록 하기 위하여 받침목 4곳에 L앵글을 일정간격으로 고정한 후 중간에 철제 판을 총총히 3줄로 끼었으며 중형의 지게차도 사용할 수 있도록 견고하게 설치하였다.

한편 천장에는 외부의 차가운 냉기에 결누된 수분이 상자 표면에 떨어지면 배지가 변질될 수 있기 때문에 결누를 막고 공중온도를 보온 유지하도록 하기 위해 천장에 동파이프를 7바퀴(14열) 왕복으로 20cm 간격으로 설치한 후 온수를 순환시켰다.

그리고 출입문은 바킹을 부착시켰지만 증기압과 Fan작동시 공기압으로 증기의 유출량이 많아 내부에 방수커텐에 접착성 테이프를 달아 부착함으로써 증기의 유출을 최소화 하였으며 실내전등은 방수등을 2개씩 방마다 달았으며 온도센서 2개(1개는 배지, 1개는 실내온도)와 습도센서 1개씩을 천장 중앙쪽에 설치하였다.

#### 라. 환경조절실

환경조절실에는 가온장치와 공기조절장치, 온·습도 기록장치가 설치되어 있다.

##### 1) 가온장치

가온을 하기 위해 습열(증기)과 건열(온수순환)라인을 각기 설치하였으며 초기 배지의 온도를 상승시키기 위해서는 습열을 분사시켜 실내온도를 상승시킨 후 점

차 배지의 온도가 상승되도록 하고 실내온도는 65℃이상 많이 올라갔는데 배지 온도가 많이 차이가 나게 낮을 때는 Fan을 돌려 실내공기를 윗쪽에서 뿜아 아랫 쪽으로 넣어주는 즉, 순환을 시켜주면 풍압에 의해 발효실의 모든 틈사이의 온도가 균일하게 되어지고 이때 배지의 온도도 점차 균일하게 상승 된다.

한편 온수 순환라인(건열)도 물온도를 70℃로 올린후 순환모터를 작동시키면 온수라인이 계속돌면서 표면 배지의 과습과 공기층의 온도를 유지시킬 수 있게 되며 온수는 다시 회수되면서 다시 데워져 계속 순환되는 원리로 만들어졌다. 이때 천장의 온수파이프가 온수 순환통의 높이보다 높기 때문에 이때 에어가 빠지는 토출구는 높은 곳에 설치했으며 순환펌프가 작동되거나 정지되었을 때 천장에 있는 온수파이프의 내부에 있는 물이 완전히 배수되지 않도록 하는 것이 주요한 핵심기술이다.

## 2) 온·습도 기록

환경조절실에 자동온도·습도 기록계(6점식)를 설치하고 발효실의 두방에 각각 방수처리된 온도감지기 2개와 습도센서 1개씩을 설치하여 살균과 발효과정의 배지 및 실내온도를 적합한 온도에 근접하도록 주시하면서 Header의 발브로 조절하여 지속적으로 적온을 유지해 주면서 온·습도를 조사 기록하였다.

## 3) 보일러의 배관

발효실내의 온도를 단시간에 조절할 수 있도록 하기 위하여 보일러는 동아보일러 200kg(0.2ton)를 설치하였으며 작동후 2.5kg/cm<sup>2</sup> 압력에서 전원이 차단되고 증기압이 내려가 1.5kg/cm<sup>2</sup>이 되면 다시 점화되도록 압력을 조절하였다. 보일러의 증기는 1차적으로 Header(헤타)에 모아져 압력을 받게되면 제1발브는 살균기에, 제2발브는 온수 순환통에 제3발브는 제1발효실 생스팀라인에 제4발브는 제2발효실의 생스팀라인에 연결되어 있으므로 필요에 따라 온도를 조절할 수 있도록 하였다.



4~8개월 야적발효 톱밥



단기발효실 P.P.마대 발효



단기발효실 천장 배관시설



단기발효실 바닥 배관시설



단기발효실 온·습도, CO<sub>2</sub> 측정기



단기발효실내 환기조절시스템

#### 4) 공기순환 및 환기시설

발효실의 배지의 온도를 상승시켜 65℃ 내외의 온도로 유해균의 살균처리후 배지의 온도를 50~55℃로 지속적으로 온도를 유지하면서 유익한 고온성 미생물이

증식되도록 하려면 발효실 상단의 공기를 빨아낸 후 아래 바닥으로 Fan시설을 이용해서 순환시켜야 균일한 온도를 유지할 수 있고 이때 Fan의 풍압에 의해 더욱더 온도가 배지내부에 전도가 빨라질 수 있게되며, 이때 퇴비나 톱밥중에 신선한 공기를 주입하여 줌으로써 호기성 발효를 유도할 수 있으므로 3~4시간 간격으로 15분씩 신선한 공기를 공급하고 그때마다 실내공기를 배기시켜 준다. 이때 실내 및 배지표면의 온도가 다소 떨어질 수 있으므로 온도를 약간올린 후 실시하거나 아니면 습열을 넣어 주면서 이와같은 환기를 시켜주는 것이 바람직하다.

### 3. 시험방법

가. 배지재료를 상자와 마대에 넣고 이것을 운반하여 발효실 바닥에 파레트를 깔고 그위에 4단 높이로 쌓은 후 중심부의 3단 배지에 온도센서를 꽂는다. 실내온도계는 천장에 약 15cm 간격으로 매달아 놓고 습도계도 그옆에 매달아둔후 출입구 안쪽에 방수천 커튼을 치고 출입구를 완전히 닫은후 바로 보일러를 작동시켜 40분이 경과된 후 보일러 압력이 1.5kg/cm<sup>2</sup>에 도달하면 발효실 바닥쪽에 증기를 주입시키면서 온수순환통에 물을 채운후 증기를 주입시켜 전자변(Solenoid valve)의 레바를 60~70℃에 조절한후 실내의 온도와 배지의 온도를 보면서 온수순환통의 증기량과 발효실의 증기량을 온도에 따라서 발브로 탄력성있게 조절하였다.

증기발생은 보일러 작동후 30분후면 증기압이 오르기 시작하고 발효실의 실내온도는 2시간 30분~3시간이면 65℃로 올릴 수 있으나 배지온도는 5~6시간이 지나야 60℃에 도달하고 10시간이 되어야 65℃에 도달하게 된다. 63℃±3° 로 유지되도록 하기 위해서 온수순환통의 물온도는 70℃로 조절해 놓고 증기분사 발브는 2/3바퀴만 열어둔 상태로 두면 온도의 변화는 거의 없이 배지온도는 65℃상태로 유지되면서 보일러는 1.5~2.5kg/cm<sup>2</sup> 로 증기압이 유지된다. 이때 온수통은 배기발브를 1/10 바퀴를 열어두면 에어와 약간의 물이 떨어지면서 기포가 없이 순환펌프에 의해 순환되면서 온도를 유지하게 된다.

이와같은 방법으로 배지온도를 65℃±3°으로 12시간 경과된 후(살균과정) 증기

주입발브만 막은후 온수통의 온도를 60℃로 내리고 순환펌프만 작동시켜 두면 서서히 실내온도와 배지온도가 내려가게되고 실내온도와 배지온도가 50~55℃에 도달하게 되면 이때부터 발효온도에 도달된 것으로 보고 이때부터 날자 계산에 들어간다. 발효의 진전에(경과일자) 따라 톱밥의 송진냄새를 맡으면서 점차 냄새가 약하게 되는 것을 확인하면서 발효과정에 6~10시간마다 신선한 공기를 10~15분씩 주입하면서 배기구를 열고 순환구를 차단하면 실내공기가 밖으로 빠져 나간량만큼 신선한 공기가 들어가게 되고 이때 실내온도가 내려가는 것을 막기 위해서 증기 주입발브를 소량씩 열어 온도 변화가 적은 상태로 유지 해준다.

### 제3절 결과 및 고찰

단기배지 환경조절 자동화 시설을 설치한 후 예비실험을 시도한 결과 보일러 작동시 단기간에 실내온도는 상승되지만 배지온도가 늦게 올라가며 이때 계속 보일러를 가동시키면 실내온도가 과다하게 올라가게 되므로 이를 조절하는데 상당한 시간이 소요되었다.

실내온도가 높았을때가 낮았을때 보다 온도상승은 다소 빨랐지만 너무 높았을 때는 배지 표면에 존재하고 있는 유용한 고온성 미생물들이 사멸되어 잡균발생을 억제하는 길항작용이 저하되며 배지의 내부까지 온기가 침투되는데는 상당한 시간이 요하므로 서서히 시간을 끌어 주는 것이 더욱 바람직한 결과를 보였다. 온수통의 온도를 60 또는 70℃로 올렸을 때 증기압이 차면 온수통의 조립된 부분에 증기압을 견디지 못해 물이 새는 폐단이 있어서 이때마다 높은곳에 있는 에어 누출발브를 조금열어 조절하는 것이 약간 신경을 써야 할 점이다. 또한 보일러작동시 타이머를 사용할 수도 있지만 이때 주의할점은 보일러정지 시간이 길 때 헤더(Header)쪽에 결누수가 쌓이게되면 다시 보일러가 가동되었을 때 파이프라인의 흔들리는 요동으로 연결부위가 파손되거나 풀릴 수 있으므로 30~60분정도 정지되었을 때는 반드시

Header 밑부분의 발브를 열어 응결수를 빼버린후 다시 점화해야 조용히 증기가 분출될 수 있으므로 자동화 하려면 배수쪽에 Solenoid valve를 달아 주는 것도 바람직하다.

또한 살균 및 발효시 공기·스팀압으로 출입문쪽에서 증기가 많이 토출되어 이량을 줄이기 위해서 출입문에 방수천(커텐)을 친후 문을 꼭 닫아 주므로써 상당량 스팀발생을 억제하였다. 특히 Fan 모터를 작동하여 발효실에 천장에서 흡입한 공기를 다시 바닥으로 밀어 넣어주는 동작을 실시한 경우 작업장에 많은 스팀이 나오므로 가끔 한번씩 작동하는 형편이다.

## 제4절 결 론

1. 톱밥 단기배지 발효시 환경조절 가능성 구명시험을 실시하기 위하여 공시재료로 미송톱밥을 사용하여 적재방법은 P.P마대와 플라스틱 상자에 담으면서 작업능률을 조사한 결과 상자(37cm×52cm×높이 33cm)는 톱밥을 25kg씩 담을 수 있으며 4단 높이로 쌓을 때 360상자가 소요되며 담기는 신속하나, 측면과 하면에 구멍이 뚫어져 있어 열의 침투는 다소 빠르나 운반·쌓기 등 작업시 구멍으로 쏟아지는 양이 많고 고온에 성형이 변형되고, 후발효시 건조되는 폐단이 있어서 상자는 톱밥을 사용하기에는 부적합하였다. P.P자루는 톱밥담기, 운반·쌓기 등이 간편하며 20kg정도가 알맞고 살균과 후발효시 수분건조 또는 과습의 우려가 없으며 배지의 변함이 없어 더 좋은 용기로 판정되었다.
2. 톱밥단기배지의 살균과 후발효로 양질의 배지재료를 단기간에 열처리하여 사용할 수 있었으며 10개월정도 야적한 것과 거의 동일한 효과를 얻을 수 있어 좋은 방법으로 생각된다.
3. 처음 사업계획대로 예산이 뒷받침되어 시설과 장비가 구비되었더라면 더욱 손쉽게 작업이 되었을텐데 발효실 건물에 투자되고 기계등 자동화 라인이 구비

되지 못해 거의 수동으로 작업이 이루어져 원활한 시험은 수행되지 못했으며 앞으로 점차 체계화 하여 좋은 결과를 얻도록 노력하겠다.

4. 느타리버섯 재배용 폐면 배지는 6일이면 완전히 살균과정과 후발효 과정을 거쳐 양질의 배지를 얻을 수 있어 앞으로는 경제성이 큰쪽으로 더 활용할 생각이다.



## 제3장 입·탈 일괄작업 및 배지의 표준화 개발분야

### 제1절 서 설

현재 버섯재배는 세계적으로 40여개국에서 생산되고 70여개국에서 식용으로 이용하고 있는 작목으로 각기 재배하고 있는 나라마다의 재료와 재배기술이 조금씩 상이한 점은 있으나 공통된 재료와 기계들이 규모에 따라 조금씩 달라지고 있다.

예를 들면 日本의 長野縣에 있는 オギワラ精機(株)에서는 톱밥을 재료로 하는 瓶栽培기계류는 생산부터 포장까지 모든 과정을 자동화 할 수 있도록 기계를 주문 생산·수출하고 있으며 그 외에도 각 지방마다 이와 비슷한 규모의 회사가 수백여개씩 분포되어 있으므로 그 나라의 버섯재배가 얼마나 활발한가를 알 수 있다.

네델란드의 델숨사는 양송이 재배의 Tunnel System을 국외에 기술·기계·자재·건축·설비·종균까지 공급해주면서 평균수량이 나오도록 기술지원하여 로얄티를 받고 있는 실정이며 기계·설비 등을 계속적으로 연구하고 있는 실정으로 우리에게 시사하는 바가 크다.

우리나라도 버섯기계 개발·보급하는 회사를 2~3개 정도는 육성하여 선의의 경쟁을 시켜 연구 발전시킴으로써 국내 산업의 육성방안을 모색해야지 계속 외국의 신종기계만 구해서 쓰게되면 국산기계는 더욱 개발이 어려울 것으로 보여 이점이 시급하다고 본다.

국내 버섯산업은 불과 40여년 밖에 되지 않았으나 그동안 재배기술은 상당한 궤도에 올라있는 것으로 생각된다. 그러나 재배버섯의 종류별 재배과정에 따른 기계화는 팽이 재배와 같은 병버섯재배 분야외에는 거의 원시적인 단계에 있고 약간의 표고 접종쪽과 냉동·공조 쪽만 조금 개발된 형편이다.

당 연구 과제에서는 발효실에 넣기·꺼내기 작업과 후발효된 배지를 배합하여 병에 담거나 상자에 담아 재배를 하려면 상당과정을 기계화 하면서 인력을 줄이고 배지를 균일화 할 수 있어야 하는데, 이와같은 과정은 점차 예산이 확보된대로 보완

해 같것으로 계획을 세우고, 우선 인력 위주로 작업을 하면서 앞으로 혼합기, 콘베어시스템, 자동입상기와 폐상기·덤프차·지게차·로다 등 많은 장비를 준비하고 냉동기등 공조 시설과 자동 접종기 등을 개발하여 일관작업으로 표준화된 배지를 제조하여 양질의 버섯으로 다수확할 수 있는 시스템으로 점차 개발코자 한다.

본 시험에서는 톱밥의 단기발효 최적기간을 규명하기 위하여 공시재료인 미송톱밥을 마대에 담아 5단 높이로 발효실에 차곡차곡 쌓은 후(9×18포×5단=16,200kg) 온도계를 배지와 실내에 고정한 후 커튼을 닫고 문을 잠근 후 보일러를 작동한 후 실내와 배지의 온도를 조사하면서 온수 순환통의 온도를 70℃로 고정한 후 배지의 온도를 60℃ 이상 올라간 후부터 10~12시간을 더 유지한 후 보일러를 끈 후 실내 온도가 50~55℃가 유지되도록 조절하였다.

## 제2절 시험재료 및 방법

### 1. 공시재료의 준비

제2장에서와 같은 경기일원의 제재소에서 구입한 미송톱밥을 고속톱밥체를 통과 시켜 p.p.마대에 톱밥을 담은 후 차로 운반하여 발효실에 5단 높이로 쌓은 후 실내 온도계를 설치하고 4단의 배지에 센서를 꽂아 배지의 온도를 감지하면서 문을 완전히 닫고 열처리에 들어갔다.

### 2. 실험 방법

· 발효실에 톱밥마대를 쌓은 후 보일러를 작동한 후 Header의 증기압이 1.5kg이상 오른 후 발효실에 스팀이 들어가는 발브와 온수통의 발브를 열어 70℃로 온도 조절 후 70℃의 물이 계속 순환되도록 하였다. 초기에 스팀 발브는 완전히 열어 실내의 온도가 속히 60℃ 이상으로 상승시킨 후 Fan을 가끔 작동시켜 공기압을 높여 배지 내부쪽으로 열이 빨리 침투되도록 조치하였다.

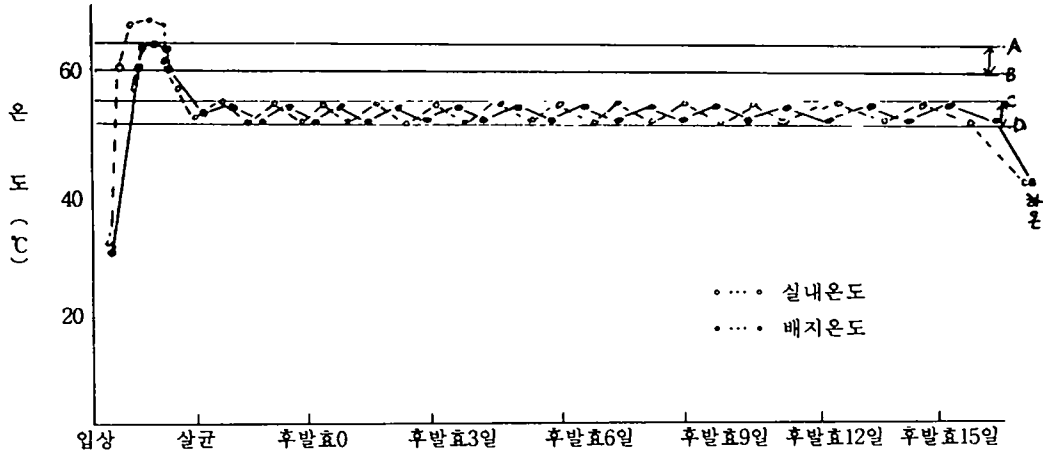
실내의 온도는 빨리 상승되지만 톱밥의 온도는 서서히 오르게 되므로 계속해서 실내 온도는 60℃ 이상으로 높게는 70℃ 이하의 온도로 관리하면서 배지온도가 서서히 상승되도록 조절한다.

이때 증기분출 발브를 세게 열어두면 계속해서 보일러가 점화되어 실내온도가 높게 올라가게 되며 이때 배지온도도 좀더 빨리 상승되기는 하지만 온도가 70℃ 이상 너무 높을때는 배지중의 유해균이 사멸되지만 유익한 균도 사멸되어 재배시 잡균에 대한 견제 세력이 약화되므로 필요 이상의 온도 상승은 주의해야 한다. 또한 살균 과정의 장기처리도 고온 살균과 유사한 단점을 갖고 있다. 그러므로 살균처리는 그림에서 A와 B 사이의 온도인 60~65℃가 적합하고 후발효는 C와 D사이 온도인 50~55℃가 가장 적합한 온도이다.

본 실험에서는 톱밥 단기 발효의 최적기간을 구명하기 위하여 미송톱밥을 야외에서 10개월간 야외 발효한 것을 대조구로 하고 살균후 후발효를 하지않은 O구와 후발효 3일구, 6일구, 9일구, 12일구, 15일구로 처리하여 실내 및 배지의 온도조사와 실내습도 및 CO<sub>2</sub> 측정, 그리고 균사생장을 조사하였다.

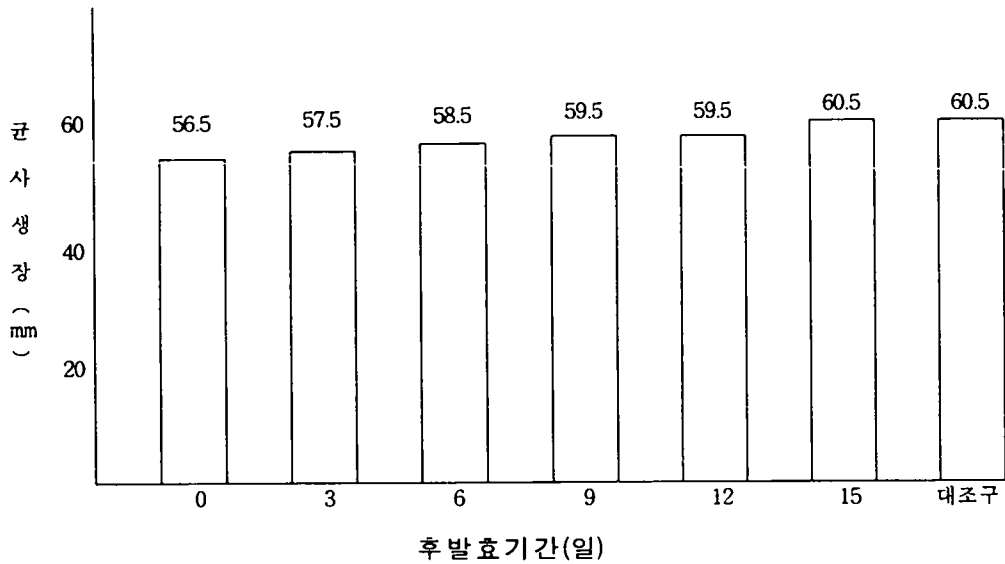
### 제3절 결과 및 고찰

발효실에 미송톱밥을 마대에 담아 쌓아 놓은 후 실내온도와 배지온도를 경시적으로 조사하면서 살균과 후발효 과정을 실시한 결과는 아래 그림과 같이 살균적온은 60~65℃, 후발효 적온은 50~55℃로 유지하면서 0, 3, 6, 9, 12, 15일간 발효한 처리구별로 구분하여 느타리버섯과 팽이버섯의 균사생장을 비교한 결과 느타리버섯균에서는 후발효 기간별 큰 차이가 없었으나 팽이버섯은 톱밥의 발효기간에 따라서 상당한 차이를 보였다.

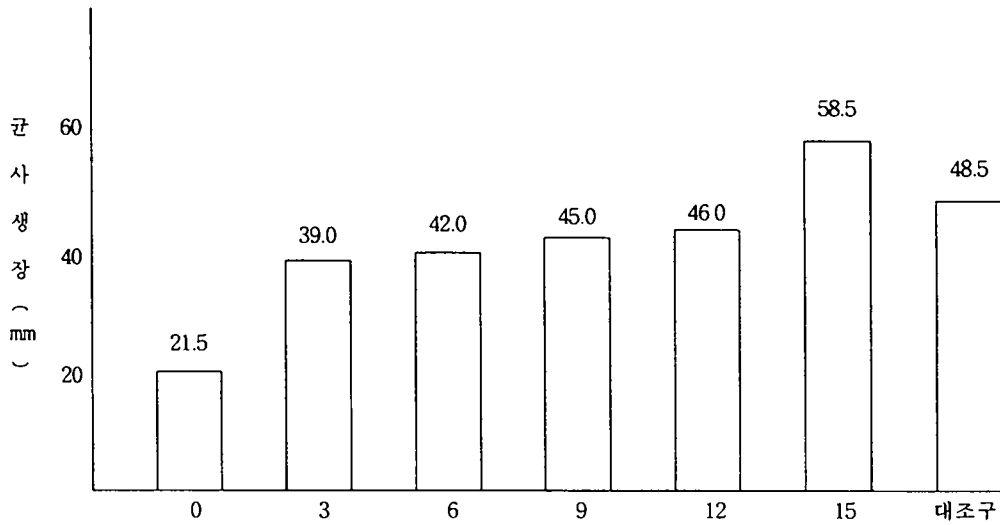


(그림 2) 톱밥의 살균 및 후발효 기간별 온도처리

• A↔B : 살균적온, C↔D : 발효적온



(그림 3) 톱밥단기 발효기간에 따른 느타리버섯 균사생장 비교



(그림 4) 톱밥단기 발효기간에 따른 팽이버섯 균사생장 비교

본 실험결과 후발효 15일 정도면 연료비는 들어가지만 단기간에 버섯재배에 이용할 수 있을 정도의 발효 톱밥을 얻을 수 있었으며, 느타리버섯의 균사생장은 발효기간이 연장됨에 따라 조금씩 빨라지는 경향이나 살균만하여도 균사생장에는 큰 차이가 없었으나 버섯수량은 발효가 되지 않은 배지는 매우 저조하였으며 살균만 한 처리는 자실체가 발생되지 않았다.

## 제4절 결 론

본 실험에서 톱밥의 단기발효 최적기간 구명을 위해 발효실에 톱밥을 p.p. 마대에 담아 4단 높이로 쌓은 후 열처리를 한 후 초기에 60~65℃로 12시간 유지한 후 (간이살균처리) 후발효 작업으로 배지와 실내온도를 50~55℃로 유지하여 0일, 3일, 6일, 9일, 12일, 15일간 유지한 후 병재배로 느타리버섯과 팽이버섯을 재배한 것과 야외에서 300여일간 물을 추진후 몇차례 뒤집어 주어 야외 발효한 톱밥을 대조구로 수량성을 비교한 결과 느타리버섯은 처리별로 균사생장은 큰 차이가 없었으나 팽이버섯은 발효를 하지 않거나 발효기간이 짧을수록 균사생장이 저조한 결과를 보였으며 자실체 수량은 15일간 후발효를 실시한 구에서 느타리 63.8gr/850cc병, 팽이는 123gr으로 대구조의 느타리 62.8gr, 팽이 123.6gr과 비슷한 결과를 얻을 수 있었다.

## 제4장 발효톱밥 이용시험 재배

### 제1절 서 설

앞장에서 단기발효실의 환경조절 기술을 구명한 후 입상방법과 배지의 적정 발효 기간을 구명한후 이것을 활용하여 버섯재배에 적용하는 시험으로 느타리버섯과 팽이버섯을 재배한 결과 양질의 배지 생산이 단기에 이루어질수 있어 팽이·애느타리·목이·만가닥버섯 등 재배가 가능하여 몇가지 자동화 시설과 기계만 구비하면 생산비 절감과 소득증대를 위하여 품목을 늘려 양산체제로 확대할 수 있을 것으로 본다.

한편 본 시설을 이용하여 폐면 또는 벗짚퇴비를 제조한 경우 양송이 및 신령버섯(아가리쿠스)의 재배도 퇴비의 살균과 후발효는 톱밥의 발효기간보다 더욱 단기(短期)에 이루어지므로 더욱더 가능하다고 생각된다.

### 제2절 시험재료 및 방법

#### 1. 배지재료 준비

본 실험에서는 미송톱밥을 마대포대에 20kg씩 담은 후 발효실에 5단 높이로 쌓은 후 실내와 배지에 온도계 센서를 설치한 후 모든 발브를 조절한 다음 문을 닫고 전등을 끈후 살균작업 준비를 완료하였다.

#### 2. 살균 및 후발효

물통과 온수통에 물을 받은 후 Header 등의 발브를 조절한 후 보일러를 가동하여 Header의 증기압을 2.5kg/cm<sup>2</sup>로 올린 후 온수통의 가온라인과 생스팀주입라인을 열고 바닥과 천정으로 온수 순환 모터를 돌리면서 배지밑의 온도와 천정의 동파이

프에 온수가 순환되도록 한 후 발효실의 실내온도가 60~65℃까지 되도록 조절하고 그 이상으로 온도가 상승될때는 생증기 주입라인의 발브를 조금씩 잠근 후 닥트시설의 Fan moter를 작동시켜 발효실 상층의 공기를 닥트를 통해 흡입한 후 Fan으로 발효실 밑쪽으로 불어넣어 순환을 계속시키면 실내의 온도는 조금씩 조금씩 균일해지면서 발효실은 공기압과 증기압에 의해 배지에 열원이 전도·복사되어 점차 상승하게 되며 이때 배지의 온도가 60~65℃까지 올라가게 되면 Fan을 끈 후 증기 주입량을 다시 조절한 후 온수순환 moter는 계속 돌리면서 온도의 상승이나 내리는 것을 보면서 고정시킨다.

이와 같이 60~65℃로 배지온도가 상승될때부터 살균과정으로 생각하고 이때부터 10~12시간 경과후 보일러의 습열라인은 발브를 잠그고 10시간정도 방치하면서 온수 순환 Moter만 작동해 주면 다음날 아침이면 약 50~55℃로 발효실 온도가 내려가게 되고 이와같이 온도가 내린후 스팀발브를 1/4바퀴 정도만 열고 온수발브만 작동하면 발효온도가 되고 발효실의 온도가 50~55℃에서 0, 3, 6, 9, 12, 15일간 발효를 계속 시킨 후 사이사이에 발효실의 문을 열고 시료를 꺼낸 후 그대로 두었다가 15일 후 발효가 끝난 후 모든 가온라인을 잠근 후 배수 발브를 열고 물을 뺀 후 다음 작업을 기다린다.

### 3. 배지제조 및 입병

발효가 끝난 톱밥은 작업실에서 각처리별로 따로따로 입병을 하기 위해서 발효톱밥에 영양원으로 미강을 20%씩 첨가하고 CaCO<sub>3</sub>를 0.2% 첨가한 후 수분을 64±1%씩 조절한 후 입병기에 퍼서 넣어가면서 입병작업을 한 후 다지고 구멍뚫기, 마감 막기가 끝나면 에어콤프레샤의 공기압을 6~7kg/cm<sup>2</sup>로 맞춘 후 Air-gun으로 바구니 위와 아래를 Air로 깨끗이 불어낸 후 살균기에 넣고 차곡차곡 쌓아 넣은 후 고압살균기의 문을 잠근다.

#### 4. 배지살균 및 하온(냉각)

살균준비가 완료되면 살균기의 배수밸브·배기밸브를 적합하게 조절한 후 보일러를 작동시켜 살균기 내부의 온도가 121℃(1.2kg/cm<sup>2</sup>)에서 60~70분간 살균시킨 후 보일러를 끄고 그대로 방치한 후 다음날 아침에 냉각실과 접종실을 4% phenol 또는 75% Ethanol로 소독한 후 살균기의 문을 열고 살균된 배지를 대차(大車)채 꺼낸후 Air Filter를 작동하면서 냉동기를 작동하고 무균실은 자외선 등을 켜놓은 후 배지의 온도가 느타리는 20~22℃, 팡이는 15~16℃로 하온 시킨후 배지의 온도가 충분히 냉각된 후 종균접종을 실시한다.

#### 5. 종균접종 및 배양

배지의 온도가 20~22℃로 하온되면 미리 준비해둔 접종원으로 접종기를 사용하여 병당 10g내외로 접종한 후 접종이 완료된 느타리 균은 20~22℃ 된 배양실에 옮겨 쌓은 후 실내습도는 65~75%, 환기는 2,000ppm 미만의 CO<sub>2</sub> 상태에서 약 25일간 활착시키고 팡이균은 배지온도가 15~16℃로 냉각시킨후 종균접종을 실시한다. 이때 접종이 완료된 배지는 배양실로 옮겨 15~16℃의 온도와 65~70%의 습도, 1,600ppm 정도의 CO<sub>2</sub> 하에서 약 25일간 저온하에서 배양한다.

#### 6. 버섯 발생

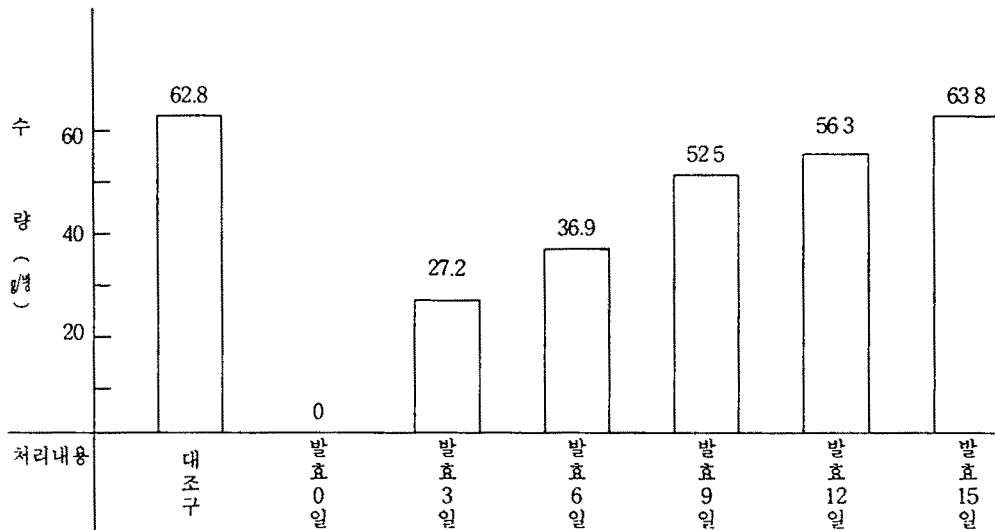
균사활착이 완료되면 병배지 위의 접종원을 긁어준후 소량의 지하수를 뿌려 수분을 공급한후 느타리는 15~20℃에서 습도를 92%내외로 환기는 CO<sub>2</sub> 함량이 2,500ppm 미만으로 관리하면 약 6~7일후면 버섯이 발생되며 그후 약 7일정도 자란후 수확을 한다. 팡이버섯은 균긋기후 8~10일후면 발이되고 그후 고르기 작업으로 온도는 7~8℃, 습도는 80% CO<sub>2</sub>는 2,000ppm 내외로 3일간 관리한 후 억제단계로 온도는 3~4℃, 습도는 80%, CO<sub>2</sub>는 2,000ppm 이내로 약 7~9일간 실시하면 버섯이 도장하지 않고 단단한 상태로 튼튼히 자라게 되며 이 과정이 끝나면 병의 주둥이 위로 3cm정도 돌아나오게 되는데 이때 봉지를 씌운후 생육실로 옮겨 온도는



5~7℃, 습도는 75%, 환기는 CO<sub>2</sub>가 2,000ppm 미만으로 관리하면 버섯은 6~8일후에 봉지위로 자라올라오면서 갓이 되기전 큰것만 골라서 봉지를 벗긴후 수확하여 중량을 조사하였다.

### 제3절 결과 및 고찰

앞에서와 같은 방법으로 느타리버섯과 팽이버섯의 수량조사를 실시한 결과 느타리버섯 톱밥재배에서는 대조구인 야외발효 300여일구는 59.5mm/10일로 후발효 0, 3, 6, 9일구 보다는 약간 양호한 경향이나 15일간 후발효한 것과 같은 경향을 나타내고 있었으며 배지 완성일수는 후발효가 9일이상 실시했을때 대조구와 비슷한 경향을 나타냈다. 균집종에서 버섯이 발생된때까지의 날자수인 초발이 소요일수도 후발효 15일구에서 대조구와 같은 결과를 보였으며 자실체수량은 살균만 한구에서는 발이가 되지 않았고 발효의 진전에 따라서 수량이 증수되는 결과를 보였고 15일 후발효구에서는 대조구와 비슷한 결과를 보였다.



(그림 5) 톱밥의 발효기간에 따른 느타리버섯 수량

(표 1) 톱밥의 발효기간에 따른 느타리버섯의 배양적 특성

처 리 내 용	균사생장 (mm/10일)	배양완성일수 (일)	배양완성율 (%)	초발이소요일수 (일)	개체중 (g)
대조구(야외발효 300일)	59.5	19.4	99.4	24.7	3.55
살균후 0일 후 발효	58.0	30.6	50.0	-	-
" 3일 "	57.5	23.0	80.9	27.0	2.88
" 6일 "	58.5	22.5	83.1	28.1	3.50
" 9일 "	57.5	20.9	95.9	25.5	3.60
" 12일 "	60.5	20.1	97.8	25.3	3.40
" 15일 "	59.5	20.3	98.4	24.8	3.3



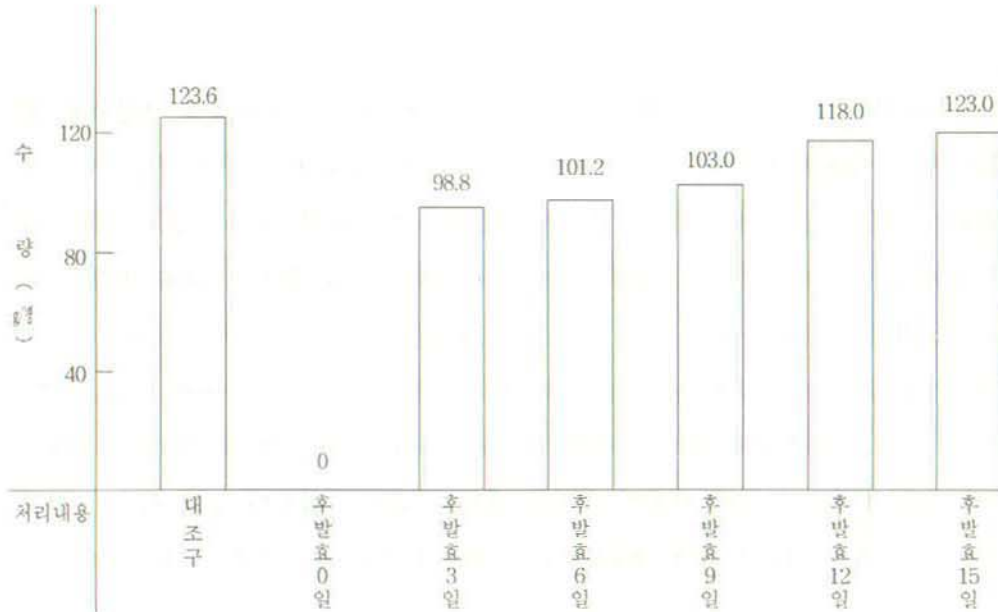
팽이버섯의 경우 균사생장은 대조구(야외발효 300일)에 비해 후발효를 시키지 않았을때는 균사생장이 매우 저조했으나 후발효를 12일, 15일간 실시했을때 생장이 빠른 경과를 보였으며, 따라서 배지 완성일수 및 완성율도 발효의 진전도에 따라서 양호한 결과를 보였다.

(표 2) 톱밥의 발효기간에 따른 팽이버섯의 배양적 특성

처 리 내 용	균사생장 (mm/15일)	배양완성일수 (일)	배양완성율 (%)	초발이소요일수 (일)
대조구(야외발효 300일)	48.5	27.0	99.2	8.5
살균후 0일 후 발효	21.5	35.0	50.5	-
" 3일 "	39.0	33.0	85.5	9.6
" 6일 "	42.0	31.4	88.5	9.2
" 9일 "	45.0	29.5	92.0	8.0
" 12일 "	46.0	28.0	95.2	8.8
" 15일 "	58.5	26.5	99.4	8.4

또한 팽이버섯 자실체 수량은 야외발효 300여일구인 대조구와 후발효 15일구에서

비슷한 경향을 보였으나 발효가 덜된 것일수록 수량은 매우 낮았으며 특히 살균후 발효를 안한 실험구에서는 버섯이 발생되지 않았다.



(그림 6) 톱밥발효기간에 따른 팽이버섯 수량비교



## 제5장 폐면퇴비 발효 활용재배

### 제1절 서 설

국내에서 1972년도까지는 느타리버섯 재배의 주된 재료는 국내에서 생산되는 포플러가 주로 이용되어왔으나 1972~1973 농촌진흥청 식물환경연구소(구) 균이과에서 정환채등에 의해 느타리버섯에 알맞는 수종별 느타리버섯 생산력 검정시험을 실시한 결과 오리나무>현사시>포플러>아카시아>참나무 순이었으며 그후 벗짚을 이용한 느타리버섯 재배기술이 점차 발전되어 1984년 폐면을 이용한 느타리버섯재배 기술이 개발된 후 급속도로 국내 느타리 재배 면적이 증가됨과 동시에 중국, 인도, 파키스탄 등 외국에서 많은 량이 수입되어 국내 느타리 재배면적에 급성장을 보였다.

이와 같은 폐면은 벗짚에 비해서 유기물 함량과 섬유소 함량이 높고 리그닌 함량이 낮은 좋은 균의 먹이가 되어 벗짚보다는 수량성이 매우 높은 좋은 먹이 재료이다.

(표 3) 폐면과 벗짚의 주요성분 비교

(단위 : %)

구 분	유기물	전탄소	전질소	C/N율	섬유소	리그닌	지방	알콜 추출물	열수 추출물	회분
폐 면	92.5	53.6	0.63	85.1	73.2	5.9	7.4	2.3	9.4	3.4
벗 짚	88.4	51.3	0.61	84.0	29.7	12.2	1.5	0.9	1.2	15.1

(표 4) 폐면배지의 버섯재배후 성분변화

(단위 : %)

구 분	유기물	전탄소	전질소	C/N율	섬유소	리그닌	헤미세 루로스	알콜 추출물	열수 추출물	회분
재배전(A)	92.48	53.64	2.63	85.15	73.15	5.85	8.06	2.25	9.39	3.44
재배후(B)	52.41	30.40	1.97	5.28	34.98	18.58	9.67	1.97	7.79	11.63
증감(B-A)	-40.07	-23.24	+1.36	-79.87	-38.17	+12.73	+1.61	-0.28	-1.60	+8.19

그러나 폐면은 나라에 따라 가공처리함에 따라 건조후 보관방법등에 따라 매우 여러 단계로 나누어지며, 농가재배시 재배할때마다 폐면의 특성에 맞는 침수, 열처리, 재배기술 등이 약간씩 다르게 되며 흔히 농가에서 사용하고 있는 면실피, 방울솜, 떡솜 등 여러 갈래의 재료가 있으며 방역약제의 종류 및 처리방법에 따라 매우 신경을 쓰지 않으면 안되는 실정이다. 더욱이나 폐면을 방역을 하지 않았을때는 잡균의 피해가 매우 클수밖에 없으며 방역한지 며칠 안된것은 균의 세력이 약화되어 자라지 못하고 실패하는 경우도 있다.

이곳의 어떤 농가는 재배사 균상재배를 하고 있지만 지금부터 약 4~5년간 계속 실패만 해온 상습실패 농가인데 이번에 살균과 후발효 작업을 이곳 발효실에서 2차례 실시해준 뒤 현재 버섯을 상당히 수확하고 있는 상태이며, 앞으로 병재배 버섯의 수익성이 적은때에는 폐면재배로 소득을 올리는데 활용할 생각이다.

또한 버섯 병재배 소득이 낮을 때는 종균제조시 발효톱밥을 이용하여 종균제조시 사용함으로써 양질의 종균을 생산할 수도 있었다.

## 제2절 결과 활용

1. 톱밥재배버섯중 팽이버섯은 하절기에 냉방비 등 생산비가 높는데 비해서 시장가격이 폭락하여 생산농가는 적자폭이 커지게 되어 생산을 중지하지 않을 수 없는 처지이며 하절기에 값이 좋은 느타리를 재배하기 위해 톱밥병재배를 할 경우에 소득면이 더 좋았고
2. 폐면을 이용한 느타리재배가 많은 농가에서 실시되고 있는 실정인데 살균과 후발효를 잘못하여 실패를 상습적으로 하는 농가를 대상으로 몇 농가를 단기발효실에서 살균과정과 후발효 과정을 1주일간 실시한 후 재배에 성공하여 생산비를 절감시키고 수량도 많이 따는 성공사례가 있으며,

3. 패키지 사업의 시설을 구비한 후 폐면 발효배지를 이용하여 균상재배, 상자재배로 점차 자동화 기계를 개발하여 생산전환을 함으로써 경쟁력있는 재배로 계속 연구개발할 생각이다.

### 제3절 발효법개선 및 기계화

현재 국내에서는 이분야에 대한 자동화 계측제어시스템이 이루어지지 않았기 때문에 네델란드나 일본같은 선진국에서와 같이 컴퓨터 설계가 되어 있지 않아 앞으로 더욱 개발해야 하지만, 우선 한국식 농가형태로 간단히 설치하여 간이식으로 활용하는 기술도 개발 보급하여 현재 농가 재배사에서 입상, 살균, 발효, 냉각, 접종의 단계를 2원화 시키는 단계로 발전시킬 수 있어 이 분야의 활용도는 넓다고 보며 따라서 여기에 필요한 기계류도 간단한 것부터 정밀한 것까지 개발 보급되어야 할 것이며, 이제 본 시험을 마무리지으면서 생각해 보니 좀더 좋게 더 간단하게 설치 할 수도 있는 방법들이 즉 개선되어야 할 점들이 지적되어 앞으로 농가 보급형에 대한 구상을 실현할 생각이다.

## 참 고 문 헌

1. 善如寺厚：凶解キノコ 栽培百科 誠文堂 新光社 1980.
2. 日本キノコ センタ シイタケ 栽培の 技術ヒ 經營. 家の 光協會. 1986.
3. 温水竹則・安藤正武：シイタケの 育種 および 原木用材と 生産量 日本林業 技術協會 1971.
4. 小松光男ほか：菌蕈研報 20. 104~112. 1982.
5. 吉富清志：シイタケ栽培の 理論と 實際, 農村文化社 1986.
6. 古川久彦：食用きのこの 栽培技術. 林振, 東京, 1985.
7. 大森清壽：ヒラタケ-人工シメジ 栽培法, 農文協, 東京. 1968.
8. 大森清壽：ヒラタケ, キノコ 栽培 P178~202. 農文協, 東京. 1983.
9. 庄司堂：マイタケ, キノコの 事典. 朝倉書店. 東京. 1982.
10. 鄭煥彩. 새로운 잎새버섯 開發. 研究와 指導. P44~47(28권 1호) 농촌진흥청 1987.
11. 鄭煥彩. 만가닥버섯 新品種 育成, 研究와 指導. P17~19(29권 2호) 농촌진흥청. 1988.
12. 鄭煥彩. 새로운 木茸버섯 新品種 育成. 研究와 指導. P16~18(29권 5호) 농촌진흥청. 1988
13. 鄭煥彩. 박용환, 김양섭, 느타리버섯 계통별 특성에 관한 기초조사. 한국균학회지. 제9권 3호. 1981.
14. 鄭煥彩. 느타리버섯의 벗짚배지 발효 방법에 관한 연구. 11권 14호 한국균학회지. 1983.
15. 김한경, 박용환, 차동열, 정환채. 표고버섯 톱밥인공재배에 관한 연구. 제15권 1호. 한국균학회지. 1987.
16. 山中勝次・柿本陽一.きのこ生育診断 ヒラタケ・エノキタケ篇 農村文化社. 1991.
17. 農業技術研究所(1973)：試験研究報告書(양송이編) P197~238
18. 農業技術研究所(1982)：試験研究報告書(生物部編) P768~770, P781~783
19. Block. S.S., G. Tsao and Han. C.(1959)：Experiments in the Cultivation of Pleurotus ostreatus. Mushroom Science 4. 309~329.
20. Kurtzman, R.H.(1974)：The metabolism of fatty substances by the oyster mushroom. Mushroom Science IX(Part I)：557~565.