

최 종
연구보고서

고 활성칼슘을 이용한 버섯의 부가가치 제고
및 시장적용

The development of High value-added
Mushrooms by high activated ion calcium
and commercialize

연구기관

에코바이오텍(주)
한국농업전문학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고 활성칼슘을 이용한 버섯의 부가가치 제고 및 시장적용” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 8월 14일

주관연구기관명 : 에코바이오텍(주)

총괄연구책임자 : 이 규 현

협동연구기관명 : 한국농업전문학교

협동연구책임자 : 장 현 유

연 구 원 : 구 자 준

연 구 원 : 박 성 기

연 구 원 : 김 정 숙

연 구 원 : 안 경 자

연 구 원 : 김 완

연 구 원 : 김 동 훈

연 구 원 : 장 현 국

요 약 문

I. 제 목

『고 활성칼슘을 이용한 버섯의 부가가치 제고 및 시장적용』

II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재, 우리나라에서는 **버섯증산제 개발**이 극히 미비한 상태이므로, 본 HAC와 미네랄 Sol.에 의한 고품질/다수확 증수제의 개발이 반드시 필요한 현황이다.

또한, 버섯의 생장이 약 10%정도 촉진된다면, 농가들의 재배기간을 짧게 하여 **재배횟수**를 늘림으로 취할 수 있는 경제이익은 별도로 계산해 볼 필요성이 있다(연간 약 36일의 추가시간을 얻을 수 있어 **재배회전율**이 그만큼 향상됨).

1. 기술적 측면

○ 버섯균에 유익한 생리활성 물질이 존재한다고는 하나, 그의 상호역할과 생산에 직접 이용하려는 연구는 미진함.

○ 무독성의 고 활성 칼슘이온 용액(**Highly Activated Calcium; HAC로 표기**)과 미네랄 Sol.의 물질을 버섯의 군사생장 촉진과 수량증대에 적용하고 그 물질들의 버섯으로의 **전이를 규명**하고자 함

○ 버섯의 생장에 있어서, 활성화된 칼슘이온의 전이와 HMP, EMP경로에서 활성칼슘이온이 ATP, NADP에 미치는 영향을 버섯생장을 통하여 규명하려 함

○ 본교 창업보육센터 입주업체의 보육닥터로서의 역할과 상호간에 유익한 기술교류로 보육지도기술의 향상을 도모하고자 함.

2) 경제, 산업적 측면

○ 버섯분야의 체계적인 연구는 거의 전무한 상태이나 축산분야의 연구는 대단히 많이 진행됨. 동식물의 성장촉진에 효과가 있음은 자가 시험에서 많은 검증을 하였고, 버섯에서도 큰 효과를 확인한 사실이 있으며, 양돈과 육계 사육에 있어서 HAC의 증체효과는 여러 차례의 외부회사에서의 임상실험을 통해 실증되었으며, 앞으로 여러 실험을 통해 버섯재배를 포함한 많은 분야의 농업과 축산업의 발전 등에 크게 기여할 수 있는 물질이라고 사료됨(**식물의 경우; 10%이상 증수, 동물의 경우; 8~12%**)

○ 생체내의 미량원소인 칼슘이온과 각종 필수 미네랄들이, 어떤 경로로 어떠한 형태

로 버섯에 전이되는가를 규명하고, 그 물질들이 최종적으로 어느 정도까지 잔존하는지를 밝혀서, 버섯에 있어서 미량원소들의 흡수와 대사의 채널을 연구함으로써 **특수한 버섯재배**의 과학적 근거를 제공하고자한다. 아울러, 본 연구를 통하여 **버섯재배 농가**가 이를 응용하여 특수버섯을 재배함으로써 **소득을 대폭 증대**시키는데 기여하고자 하며, 또한 **수출을 증대**시켜 국익에도 이바지하려 함

3) 사회, 문화적 측면

○ 버섯의 수량성과 수확이 증대되면 생산자의 소득은 증가하며, 소비자는 우수한 품질이면서도 비교적 저렴한 버섯을 구매할 수 있어서, 버섯의 소비증가도 기대되어 국민건강에도 일조할 수 있음

○ 수량성 향상, 저장성 증대와 품목확대는 국제경쟁력을 향상시켜 신선버섯의 수출의 활성화가 기대됨.

○ 버섯재배에 있어서 타국과 비교할 때, 독보적 선진기술을 보유할 수 있음

○ 다양한 종류의 버섯을 접할 수 있게 되어, 소비자들의 선택의 폭이 넓어짐

○ 소비자들의 목적에 맞게, 칼슘이온과 각종 미네랄 함유의 제품을 접할 수 있음

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발 목표와 내용

가. 기술개발의 최종 목표

1) 기술개발 목표

- 주관기관(에코 바이오텍(주)); 버섯의 자실체 및 균사체의 대량인공재배기술을 확립하고, 우량균주를 확보/배양하며, 이들 자실체와 균사체의 미네랄 등의 기능성 물질 전이를 통하여 이들이 가지고 있는 천연 활성물질을 최적화시킨 **소재를 개발함**. 나아가 기능성식품으로의 소재화를 적극 유도함을 본 연구의 궁극적인 목적으로 함
- 협동기관(한국농업전문학교); 버섯의 균사생장 및 자실체 형성을 촉진하고 고품질 다수확, 버섯 해균에 대한 예방적 특성 규명으로 **재배농가의 소득증대**를 얻고자 함

2) 평가방법 및 평가항목

(1) 평가방법

- 보고서 서면 평가
- 협동연구기관 방문평가

(2) 평가항목

- 주관기관; 전이물질의 규명 및 상품개발연구 여부 평가
 - HAC유래의 Ca^{++} 이온의 전이 정도를 측정하여 평가
 - 미량 미네랄들의 전이 정도의 측정 평가
 - 목적으로 하는 미네랄의 최종 상품에서 유기태로의 변환율의 정도와 잔류도 측정 평가
 - 버섯생장에 있어 활성칼슘이온이 HMP, EMP경로에서 ATP, NADP에 미치는 영향을 규명
 - 유용한 미네랄이 효능이 있게 존재하는 제 상품의 개발
 - 전이 Mechanism의 연구 및 추구하는 농도의 상품을 연구개발, Manual화하고 특허출원
- 협동기관; 버섯 균사체의 생장촉진 효과 여부 평가

- 버섯 자실체의 수량증수, 품질(갓 크기, 갓 색택, 대 직경, 대 길이 등)평가
- 버섯 해균 억제 기술평가
- 저장 및 유통기간 연장 효과 여부 평가
- HAC류 배지처리 후 유기화 효과 평가
- Manual화 및 특허출원

나. 연차별 연구개발 목표와 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2 차 년 도 2 0 0 4 년	- 목적으로 하는 미네랄의 최종 상품에의 유기태로의 변환율의 정도와 잔류도를 측정평가	<실험 8> 미량미네랄 전이정도측정실험 가. 공시균주: 느타리버섯(춘추2호), 새송이 1호, 팽이버섯 1호, 표고버섯 (툽밥재배용), 꽃송이 나. 공시물질: 미량미네랄, K, Mg, Zn 등 다. 정량방법: 원자흡광법 등 라. 처리농도: Control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액 마. 조사항목: 각종 미네랄의 변환율과 잔류도
	- 버섯생장에 있어 활성칼슘 이온이 HMP, EMP경로에서 ATP, NADP에 미치는 영향을 규명	<시험 9> Ca 전이정도 측정 실험 가. 공시균주: 느타리버섯(춘추2호), 새송이 1호, 팽이버섯 1호, 표고버섯 (툽밥재배용), 꽃송이 나. 공시물질: HAC. 다. 정량방법: 원자흡광법 라. 처리농도: Control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액 마: 조사항목: 배지, 버섯내의 Calcium 농도
	- 고 함량 미네랄함유 버섯 상품의 개발	<실험10> 미네랄 함량 분석 가. 공시균주: 느타리버섯(춘추2호), 새송이 1호, 팽이버섯 1호, 표고버섯 (툽밥재배용), 꽃송이 나. 공시물질: HAC. 다. 정량방법: 원자흡광법 라. 처리농도: Control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액 마: 조사항목: 배지, 버섯내의 mineral 농도측정 일반 버섯의 mineral 농도측정
	- 전이 Mechanism의 연구 및 고 함량 미네랄버섯 연구 개발, Manual화하고 특허출원	<실험10>에 의거 manual화하고 그 공법을 특허출원을 함
	- 버섯 자실체의 수량증수, 품질(갓 크기, 갓 색택, 대 직경, 대길이 등)농가실증	<시험 11> 버섯 수량축진 효과 농가실증 가. 공시균주 : 느타리버섯(춘추 2호), 새송이 1호, 팽이버섯1호, 표고(툽밥재배용), 꽃송이 나. 공시물질 : HAC, HAC + mineral sol. 다. 시험방법 : 농가실증 시험(5농가 선정)

	<p>라. 처리농도 : <시험1>에서 선발된 농도</p> <p>마. 배지종류 : 각 버섯종류에 적정하다고 알려진 배지 사용</p> <p>바. 조사항목 : 균사생장 속도, 균사밀도, 버섯 대길이, 갓 크기, 갓 선택, 수량</p>
<p>- 버섯 해균 억제 기술 실용화</p>	<p><시험 12> 버섯 해균억제 기술 실용화</p> <p>가. 공시균주 : 푸른곰팡이(<i>Trichoderma</i> spp.), 세균성갈반병(<i>Pseudomonas</i> spp.)</p> <p>나. 공시물질 : HAC, HAC + mineral sol.</p> <p>다. 시험방법 : 농가실증 방법</p> <p>라. 처리농도 : Control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액</p> <p>마. 조사항목 : 균사 억제 정도</p>
<p>- 저장 및 유통기간 연장 효과 실용화</p>	<p><시험 13> 저장 및 유통기간 연장효과 실용화</p> <p>가. 공시균주 : 느타리버섯(춘추 2호), 새송이 1호, 팽이버섯 1호, 표고(툽밥재배용), 꽃송이</p> <p>나. 공시물질 : HAC, HAC + mineral sol.</p> <p>다. 시험방법 : 각 농가별 버섯 실증</p> <p>라. 처리농도 : Control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액</p> <p>마. 조사항목 : 저장기간, 신선도</p>
<p>- HAC와 미네랄의 배지처리 후 유기화 효과 평가</p>	<p><시험 14> HAC류 배지처리 후 유기화 효과 평가</p> <p>가. 공시균주 : 느타리버섯(춘추 2호), 새송이 1호, 팽이버섯 1호, 표고(툽밥재배용), 꽃송이</p> <p>나. 공시물질 : HAC, HAC + mineral sol.</p> <p>다. 평가방법 : 농가처리</p> <p>라. 처리농도 : Control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액</p> <p>마. 조사항목 : 전이율</p>
<p>- 기술관련 세미나 개최 및 관련 업체와의 계약과 특허출원</p>	<p>상기에 기술된 개발 내용들로 세미나를 다수 개최하여 기술을 공유하고, 그것이 재배농가에 이전되고 상용화될 수 있도록 관련업체와 계약을 하고, 특허의 전용실시권을 부여함</p>

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 고효성칼슘의 버섯 생육단계별 처리에 따른 효과

1) 느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 유효발이경수가 15개, 개체중이 148g/850cc로 6.5% 증수되었다.

2) 큰느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 3일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 생육소요일수가 6일간 단축, 개체중이 108.1g/850cc로 9.7% 증수되었다.

3) 팽이버섯은 균굽기 시 처리가 가장 좋았다. 균사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 3일 빠르고, 생육기간은 1일 빠르며, 재배기간은 3일간 단축, 개체중이 165g/850cc로 6.7% 증수되었다.

4) 표고는 배지 혼합시 배양일수가 3일, 갈변화 시작일이 2일, 첫수확 소요일수가 4일 단축되며, 수량은 169g/2kg으로 9.7% 증수되었다.

2. 각종 버섯에 HAC, HAC+mineral sol처리의 신선도

각종 버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확후 신선도 유지도가 높았다.

3. 고효성칼슘 처리에 의한 느타리버섯 재배 병원균에 미치는 영향

1) 고효성칼슘(HAC)의 배지혼합제조시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제 효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

2) 고효성칼슘(HAC)의 배지혼합제조시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolaassii*) 억제 효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolaassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

SUMMARY

(영문요약문)

I. Title of Research

Improvements of value added and market using Highly Activated Calcium

II. The Objective and Importance of Research

Highly Activated Calcium(below HAC) is the oxidized calcium made by dissolving shell materials with high voltage, about 15,000V, and high temperature (1,500~5,000). This HAC is a material with a very high degree of purity without toxicant. This HAC decreases chemical reaction so the degree of being active and dissolving living material is outstanding.

The research for various minerlas that calcium, Mg etc. analysis content analysis, incubation period, mycelial density, DPI, valid germination stipe, individual weight, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas tolaassii* and accumulation amount of organic high activated calcium for various kinds of mushrooms by treating 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000(multiples) of high activated calcium is improvements of value added and market.

III. The Contents and Category of Research

1. Effect of Highly Activated Calcium for Mushroom Growth Step
2. Effect of Highly Activated Calcium for Mushroom Growth promotion, freshness degree, storage period and transfer of substance.
3. Effect of Highly Activated Calcium for some Mushrooms Pathogenic germs.

IV. Results of Research

1. Highly Activated Calcium(below HAC) is the oxidized calcium made by dissolving shell materials with high voltage, about 15,000V, and high temperature (1,500~5,000). This HAC is a material with a very high degree of purity without toxicant. This HAC decreases chemical reaction so the degree of being active and

dissolving living material is outstanding. The effects of HAC on the propagation of mushrooms are following. In the case of the *Pleurotus ostreatus*, when controlling media moisture by mixing with the HAC, mycelium cultivating days were shortened by 2days. The day required for primordial formation after inoculation(DPI) were one day faster. The number of stem was 15 and individual weight was 248g/850cc, a 6.5% increase. In the case of *Pleurotus eryngii*, when controlling media moisture by mixing with the highly activated calcium, mycelium cultivating days were shortened by 3days. DPI were 1 day faster. The day required for colonization after inoculation was shortened by 6days and individual weight was 108.8g/850cc, a 9.7% increase. In the case of *Flamulina velutipes*, the highly activated calcium was the best for scraping up mycelium. Mycelium incubating days were shortened by 2days. DPI were shortened by 3days. The day required for colonization after inoculation was 1day faster and the period of cultivation was shortened by 3days. Individual weight was 165g/850cc, a 6.7% increase. In the case of *Lentinus edodes*, when mixing media with the highly cultivated calcium, cultivating days were shortened by 3 days. The days for becoming brown in color were 2 days faster and the days of the first harvest were shortened by 4 days. The weight of mushrooms was 169g/2kg, a 9.7% increase.

2. The research for incubation period, mycelial density, DPI, valid germination stipe, individual weight and accumulation amount of organic high activated calcium for *P. ostreatus* by treating 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000(multiples) of high activated calcium is following.

1) Incubation periods of *P. ostreatus* are 21, 20, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30days per each treatment withhigh activated calcium. Compare to the control which is took 22 days of incubation period, It is reduced 1 or 2 days for the treatment of 100~400multiples.

2) Mycelial density of *P. ostreatus* which is treated with high activated calcium between 100 and 400multiples is very compacted, but the It is normal as the control for the treatment ofhigh activated calcium between 500 and 1000multiples.

3) DPI of *P. ostreatus* which is treated with high activated calcium between 100 and 400 multiples was reduced 1 or 2 days. It is compared to the control, which is took 5 days..

4) Valid germination stipe of *P. ostreatus* which is treated with high activated calcium between 100 and 400 multiples is between 19 and 21 stipes. It is increased 1 or 3 stipes compare to the 18 stipes of control. Valid germination stipe of *P. ostreatus* which is treated high activated calcium between 500 and 1000 multiples is between 10 and 17 stipes. It is reduced 1 or 8 stipes as the concentration increased compare to the control.

5) Individual weight of *P. ostreatus* which is treated with high activated calcium between 100 and 400 multiples is between 129 and 138g/850cc. It is increased 4.9~12.2% compare to 123g/850cc of the control. Individual weight of *P. ostreatus* which is treated with high activated calcium between 500 and 1000 multiples is between 94 and 122g/850cc. It is reduced 0.8~23.6% as the concentration increased compare to 123g/850cc of the control.

6) Accumulation amount of organic high activated calcium for *P. ostreatus* which is treated with high activated calcium between 100 and 1000 multiples is 2.73 ~ 10.8mg/g/dry. It is increased 54.6~216 times as the concentration increased compare to 0.05mg/g/dry of the control.

3. The results of examining cultivation of oyster mushroom using high activated calcium for determining the condition of artificially culturing oyster mushroom(*Pleurotus ostreatus*) are as follows.

1) Mycelial growth and density of oyster mushroom. were the highest in the medium of waste cotton(spinner) : corn cob(80 : 20, V/V) followed by the order of rice bran, beet pulp. Especially, mycelial growth and density of oyster mushroom is the lowest at the mixture rate of 80% waste cotton(spinner) : 10% beet pulp.

2) Mycelial growth and density of oyster mushroom. were the highest in the medium of cotton seed hull and beet pulp mixture followed by the order of rice bran, corn cob. Especially, mycelial growth and density of oyster mushroom is the

lowest at the mixture rate of 80% cotton seed hull : above 20% rice bran.

3) Mycelial growth and density of oyster mushroom. were the highest in the medium rate of 70% waste cotton(spining), 10% corn cob and 10% beet pulp(V/V).

4) Mycelial growth and density of oyster mushroom. were the highest in the medium rate of 70% cotton seed hull , 10% corn cob and 10% beet pulp(V/V). Optimal concentration of high activated calcium for the mycelial growth and density of oyster mushroom were shown to be 500 times concentration. Optimal water contents for the mycelial growth and density of high activated calcium was 70%.

5) High Activated Ionic Calcium(Eco biotech) made of oyster shell under high temperature and high voltage and This calcium oxide has weak molecular bonding force. During the growing of Mushrooms, the Km values by calcium effect of *Agaricus bisporus*, *P. ostreatus*, *L. edodes*, *F. velutipes*. *P. eryngii* in EMP, HMP Pathway for the ATP-ADP, NADP-NADPH₂ of 5th and 10th day after spouted were increased each 7%, 12%, 14% at 500, 800, 1000 dilution on *Agaricus bisporus* compare with control spot. Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased 8%, 15%, 18% at each dilution. Transferred calcium's content is each 8%, 7%, 8.5% at each dilution.

P. ostreatus 7%, 8%, 8.5% Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were 5%, 6%, 6% and Transferred calcium were each 5%, 5%. 5%, 6%, *L. edodes* were increased each 5%, 8%, 8%. Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased each 8%, 10%, 12%. Transferred calcium were increased each 6%, 7%, 7%. *F. velutipes* were increased each 7%, 8%, 8%. Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased each 8%, 11%, 13%. Transferred calcium were transferred each 5%, 5%. 5%, 6%, *P. eryngii* were increased each 6%, 8%, 9% and Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased each 8%, 13%, 15%. Transferred calciums are each 4%, 5%, 7%.

목 차

제 1장 고효성칼슘의 버섯 생육단계별 처리에 따른 효과

- 제1절 서론(14)
- 제2절 재료 및 방법(17)
- 제3절 결과 및 고찰(18)
- 제4절 결론(23)
- 제5절 참고문헌(24)

제 2장 고효성칼슘 처리가 버섯 생육촉진효과, 신선도, 저장기간, 전이의 영향

- 제1절 서론(25)
- 제2절 재료 및 방법(28)
- 제3절 결과 및 고찰(30)
- 제4절 결론(45)
- 제5절 참고문헌(48)

제3장 고효성칼슘 처리에 의한 버섯 재배 병원균에 미치는 영향

- 제1절 서론(53)
- 제2절 재료 및 방법(54)
- 제3절 결과 및 고찰(56)
- 제4절 결론(70)
- 제5절 참고문헌(72)

제4장 HAC류 배지처리후 유기화 효과 및 Ca, Mg 전이정도

- 제1절 서론(75)
- 제2절 재료 및 방법(79)
- 제3절 결과 및 고찰(82)
- 제4절 결론(90)
- 제5절 참고문헌(90)

제5장 버섯생장에 있어 활성칼슘이온이 HMP,EMP경로에서 ATP,NADP에 미치는 영향과 칼슘전이율

제1절 서론(95)

제2절 재료 및 방법(99)

제3절 결과 및 고찰(100)

제4절 결론(102)

제5절 참고문헌(102)

제6장 연구개발 결과 및 활용

제1절 연구개발 결과의 주요성과(106)

제2절 연구활용 실적(109)

제3절 제품개발 및 판매(114)

제7장 향후 연구개발 계획 및 건의사항

제1장 고효성칼슘 버섯생육단계별 처리에 따른 효과

제1절 서론

고활성칼슘은 폐각류를 고온(1,500~5,000℃)에서 고전압(약 15,000V)의 전기를 통하여 전기분해하여 생산하는 산화칼슘이며 제품의 순도가 대단히 높고 독성이 전무하고, 분자간의 결합력을 약화시켜 생체 내 활성도와 용해도가 탁월한 물질이다.

국내외를 막론하고 동일한 물질은 현재까지는 존재하지 않는 것으로 파악되어 있고, 분말상태의 물질은 순도에서 매우 차이가 나는 제품들이 상용화되어 있으나, 효과나 기능면에서 큰 차이가 있다. 전 세계적으로, 한국 특허물질인 고효성칼슘이온 용액 (Highly Activated Calcium; HAC로 표기)과 관련하여 연구한 기관이나 단체는 전무하며, 캐나다 버섯농장에서 Feel good test로 고효성 칼슘액과 미네랄 액을 1000~1200배 희석 첨가하여 버섯재배 시 분사공급할 경우, 곰팡이 등의 잡균 억제와 버섯생산 증대에 유의적인 효과를 얻었으므로 배지조성과 버섯재배, 제품유통 시 HAC를 이용한 체계적 연구가 필요하다고 판단된다. 즉, 버섯 생장에 있어서 Ca^{++} 이온과 미네랄이 버섯의 자실체, 균사체 등에 어떠한 영향을 발휘하는 것인가에 대한 세부적이고 광범위한 연구가 필요하다고 사료된다. 고효성칼슘의 국내/외 상품화 기술 현황은 새로운 특허 물질로써 아직까지 상품화된 것은 없으나, 기초적인 임상실험 등을 통하여 그 효과를 실증한 바, 버섯재배 시 배지조성 및 수분공급용 등으로서 사용한다면, 생산증대에 크게 기여할 것으로 기대된다. 원료 등이 매우 저렴하며 높은 부가가치를 창출할 수 있고, 국내에서 폐각류를 사용하여 산화칼슘을 제조하는 회사들은 많으나, 품질이 저급하여 전량을 농업용 비료로만 만들어 사용하고 있는 현실이다(산업자원부 홈페이지).

고활성칼슘에 의한 버섯 생산량의 증대로 얻어지는 경제적 이익은 부가가치가 428억 원이 된다(표 1).

Table 1. Economic benefit and increased yield of mushrooms treated by HAC

Kind of mushrooms	Increased yield effect(%)	Production amounts(2001 year/Ton)	Added production amounts(Ton)	Marketability(2001year, one hundred million)	Value added(one hundred million)
<i>P. ostreatus</i>	7	70,529	4,937	4,189	293
<i>L. edodes</i>	9	4,149	373	273	25
<i>A. bisporus</i>	6	18,089	1,085	548	33
<i>F. velutipes</i>	10	37,955	3,800	761	76
<i>P. eryngii</i>	8	1,490	119	11	1
Total		132,212	10,314	5,782	428

* Increased yield effect(%) is a result treated by HAC and 1200 multiple of mineral conc.

또한 고효성칼슘을 버섯에 전이하여 칼슘버섯으로 상품화할 경우, 예정생산량을 2001년 국내 총생산량의 약 5% 적용하는 것을 기준으로 하고 전이물질 버섯의 가격은 보통버섯 상품기준 가격의 1.5배로 계산하면 198억원의 부가가치가 예상된다(표 2). 이 부가가치는 버섯 해군의 억제와 예방으로 얻는 경제적 이익과 저장성 증대와 유통기간 연장으로 얻게 되는 부가가치에 대해서는 포함되지 않았다.

Table 2. Value added of mushrooms treated by HAC

Kind of mushrooms	Supposed production amounts(2001 year/Ton)	Existing price (Won)/kg	Existing price of functional mushrooms (Won)/kg	Value added (Won)/kg	Value added(one hundred million)
<i>P. ostreatus</i>	3,530	8,380	12,570	4,190	148
<i>L. edodes</i>	210	8,370	12,550	4,180	9
<i>A. bisporus</i>	900	3,880	5,820	1,940	17
<i>F. velutipes</i>	1,900	2,250	3,370	1,120	21
<i>P. eryngii</i>	70	8,800	13,200	4,400	3
Total	6,610				198

* Supposed production amounts set 5% on the basis of domestic total production amounts(2001 year/Ton)

국내 주요 식용버섯의 시장 규모를 보면 시장가격이 등급에 따라 2~4배까지 차이가 나며 연간 생산량은 133,212톤으로 시장규모가 5782억원이다(표 3).

Table 3. Scale of Korean marketability in the chief edible mushrooms

Kind of mushrooms	Grade	Market rate (Won/kg)	Production amounts (2001 year/Ton)	Marketability (one hundred million)
<i>P. ostreatus</i>	Superior	8,380	35,265	2,955
	Medium	4,500	21,159	952
	Low class	2,000	14,105	282
	Sum		70,529	4,189
<i>L. edodes</i>	Superior	8,370	2,075	174
	Medium	5,870	1,245	73
	Low class	3,130	829	26
	Sum		4,149	273
<i>A. bisporus</i>	Superior	3,880	9,045	351
	Medium	2,630	5,427	143
	Low class	1,500	3,617	54
	Sum		18,089	548
<i>F. velutipes</i>	Superior	2,250	18,978	427
	Medium	2,000	11,387	228
	Low class	1,400	7,590	106
	Sum		37,955	761
<i>P. eryngii</i>	Superior	8,800	745	7
	Medium	6,660	447	3
	Low class	4,670	298	1
	Sum		1,490	11
Sum			133,212	5,782

* Superior, Medium, Low class was divided into 50%, 30%, 20% respectively

* Data source; Ministry of agriculture and forest, Forest service statistics etc.

* Market value set on the basis of present price(2004 year)

고활성칼슘이 버섯생육에 촉진효과를 나타낸다고 하지만 버섯종류와 생육단계에 따라 처리방법과 효과가 다르다. 따라서 이를 명확히 구명하여 효율적인 처리를 하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

제 2절 재료 및 방법

1. 공시균주 및 접종원

농업과학기술원 응용미생물과에 보존중인 느타리버섯 균주는 춘추 2호, 큰느타리버섯은 1호, 팽이버섯 1호, 표고버섯은 농기 3호를 각각 PDA배지에 10일간 배양하여 250ml 삼각 flask에 톱밥과 미강을 80 : 20(V/V)으로 혼합한후 70%의 수분을 첨가하여 고압살균한 다음 상기 PDA에서 배양한 균사를 접종하였다. 이를 14일간 배양하여 각 처리간의 접종원으로 사용하였다.

2. 재배방법

느타리버섯, 큰느타리버섯, 팽이버섯은 850cc 병재배로 16병을 한 상자(45x45cm)에 담았다. 각 버섯의 종류대로 48상자(768병)에 최적재배환경을 조성하여 생산된 것 중 3단 가장 중앙에서 생육된 것을 1상자(16병) 표본추출하여 조사항목을 조사하였다. 표고버섯은 봉지(2kg)재배를 하였다. 표고버섯은 병재배가 아니고 봉지재배이므로 4봉지(2kg)를 한 상자(45x45cm)에 담았다. 30상자(120봉지)에 최적재배환경을 조성하여 생산된 것 중 3단 가장 중앙에서 생육된 것을 1상자(4봉지) 표본추출하여 조사항목을 조사하였다. 느타리버섯은 포플러톱밥과 미강을 8 : 2(V/V), 큰느타리버섯, 팽이버섯은 미송톱밥, 콘코브, 미강, 건비지를 각각 5 : 3 : 1.5 : 0.5(V/V), 표고버섯은 참나무톱밥과 미강을 8 : 2(V/V)로 혼합하여 수분함량이 65±1% 되게 조절하였다. 톱밥배지를 각각 용기에 넣고 121℃에서 60분간 고압살균한 다음 미리 배양한 톱밥 접종원을 10g씩 접종하였다. 25±2℃로 조절된 배양실에서 느타리버섯은 18일간, 큰느타리버섯은 36일, 팽이버섯은 24일, 표고는 34일 배양한 후 각각 버섯균의 특성을 조사하였다.

3. 고탄성칼슘

고활성칼슘(Highly Activated Calcium; HAC로 표기)은 에코바이오텍(주)에서 폐각류를 고온(1,500~5,000℃)에서 고전압(약 15,000V)의 전기를 통하여 전기분해해서 생산한 산화칼슘을 800~1200배액으로 희석하여 사용하였다.

4. 조사항목

느타리버섯, 큰느타리, 팽이버섯의 생육단계별 고탄성칼슘 처리효과는 배지 수분조절(혼

합/100배), 균굵기, 발이, 생육단계별로 처리하여 배양일수(23℃ 850cc), 군사밀도, 초발이소요일수(일), 유효발이경수(개), 대길이, 대길이/대직경(mm), 갓크기(mm), 갓색깔, 신선도(5일/20℃ 상온), 개체중(g/850cc)를 조사하였다. 특히 표고는 배양일수(g/2kg 봉지), 갈변시작일(일), 갈변정도, 첫수확 소요일수(일), 기형버섯비율(%), 개체중(g), 수량(g/2kg 봉지)을 조사하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 느타리버섯(춘추2호) 생육단계별 고효성칼슘 처리효과

느타리버섯 생육단계별 고효성칼슘 처리효과는 배지 수분조절시 혼합할 때 군사배양일수가 2일간 단축되었고 군사밀도도 가장 높았다. 또한 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 유효발이경수가 15개로서 대조구에 비해 3개가 더 많았으며 대길이와 대직경이 대조구에 비해 각각 4, 3mm가 크고, 갓크기는 작아지며, 신선도(5일/20℃ 상온)가 대조구는 4(식용가능)인 반면 6(판매가능)이며, 개체중이 148g/850cc로서 대조구 139g/850cc에 비해 6.5%가 증량되어 생육단계별 처리중 가장 좋은 단계이나 고효성칼슘의 처리량(1000배액)이 1병당(850cc) 0.3cc 소요되어 가장 많이 소요되었다.

균굵기, 발이, 생육 단계별 처리 각각 대조구에 비해 배양일수, 초발이 소요일수, 유효발이경수가 거의 비슷하거나 약간 좋아지는 경향이며, 특히 대조구에 비해 대길이와 대직경이 4~6mm 커지며, 신선도는 대조구가 4(식용가능)인 반면 발이, 생육단계 처리시에는 8(신선)로서 현저한 효과가 있으며, 개체중이 대조구 139g/850cc에 비해 145~146g/850cc로서 4.3~5.0%가 증량되었다(표 4).

무기물의 군사생장과 자실체 형성에 대한 연구는 칼슘을 제외하고는 거의 없다. Lu, S.H.(1973)는 좁주름чат잔버섯의 자실체 형성에도 칼슘이 필요하다고 하였다. 그는 일명 새둥지버섯이라고도 불리는 이 버섯을 액체배양한 결과 칼슘이 있는 곳에서만 자실체가 형성됨을 밝혔다. 무기물량에 관한 것으로는 군사생장에는 많은 것이 양호하지만 자실체 형성에는 그 반대라고 하였다.

특히 생육단계에 고효성칼슘을 처리할 때 스프레이 압력이 강하면 조직의 세포막이 손상되어 갈변화 현상이 나타나는 경우가 있으므로 주의해야 한다. 그러므로 가슴기를 통한 처리 또는 버섯 자실체와 최소 50cm 정도 떨어져 스프레이해 주는 것이 안전하다.

느타리버섯의 고효성칼슘 처리는 병재배는 물론 균상재배, 봉지재배, 상자재배 등 어느 재배 형태든 사용할 수 있으며 병재배를 기준으로 하면 된다.

Table 4. Effect of HAC treatment for growth step of *P. ostreatus*

Growth steps	Incubating period(day)/Mycelial density (23°C/850cc)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Stipe length /Stipe diameter (mm)	Pileus size (mm)	Pileus colour	Freshness degree (5day/20°C)	Individual weight (g/850cc)
Moisture adjustment of media	23/++++	3	15	69/14	34	Strong gray	6	148
Scratching	25/+++	3	14	71/16	35	Strong gray	6	146
Germination	25/+++	4	13	70/17	37	Strong gray	8	145
Growth	25/+++	4	12	69/15	38	Strong gray	8	145
Control	25/+++	4	12	65/11	38	Strong gray	4	139

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

* Stipe length, stipe diameter and pileus size was measured before just harvest

* Freshness degree(Minamide method) : 10: Very freshness, 8: Freshness, 6: Selling possibility, 4: Edibility possibility, 2: Edibility impossibility, 0: Deterioration

2. 큰느타리버섯(새송이) 생육단계별 고효성칼슘 처리효과

큰느타리버섯 생육단계별 고효성칼슘 처리효과는 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 3일간 단축되었고 균사밀도도 가장 높았다. 또한 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 생육 소요일수가 대조구가 33일인데 비해 27일로서 6일간 단축되어 현저한 에너지 절감효과를 얻을 수 있다. 유효발이경수가 2.8개로서 대조구 2.2에 비해 더 많았으며 대길이와 대직경이 대조구에 비해 각각 6.4, 5.0mm가 크고, 갓크기는 1.1mm 작아지며, 신선도(5일/20°C 상온)가 대조구는 6(판매가능)인 반면 8(신선)이며, 개체중이 108.1g/850cc로서 대조구 98.5g/850cc에 비해 9.7%가 증량되어 생육단계별 처리중 가장 좋은 단계이나 고효성칼슘의 처리량(1000배액)이 1병당(850cc) 0.3cc 소요되어 가장 많이 소요되었다.

큰느타리버섯은 느타리버섯보다 생육 소요일수 단축효과가 뛰어났다. 큰느타리버섯 생육소요일수가 대조구 33.5일인 반면 균굽기나 발이단계 처리시 약 8일 단축되어 배지혼합시 처리보다 더 좋았다. 유효발이경수는 균굽기 단계까지는 효과가 있다. 특히 대조구에 비해 대길이는 비슷하거나 4.1mm 길어지며, 대직경은 6~0.7mm 커지며, 신선도는 대조구가 6(판매가능)인 반면 발이, 생육단계 처리시에는 8(신선)로서 효과가 있으며, 개체중이 대조구 98.5g/850cc에 비해 102.8~104.3g/850cc로서 4.4~5.9%가 증량되었다(표 5).

큰느타리버섯은 배양할 때 배지에 이산화탄소가 축적되지 않도록 하는 배양환경이 어떤 다른 요인보다 중요하다. 따라서 고탄성칼슘이 배지에 혼합되었을 때 이산화탄소 흡수효과와 산도 완충역할을 하므로 배양일수 단축되어 결국 생육소요일수가 짧아지므로 경제성이 높아진다. 이산화탄소는 버섯의 자실체가 생기지 않는 가장 큰 원인이다. Niederpruem(1963)은 치마버섯을 이용하여 자실체 형성에서 이산화탄소의 억제 효과를 밝혔다. 그는 2핵균사를 배양한 샤레를 KOH(potassium hydroxide)를 넣은 건조기에 넣어 KOH가 이산화탄소를 흡수하게 하였다. KOH는 이산화탄소의량을 낮게 유지시켰으며 자실체가 형성되었다. 그러나 이산화탄소량을 5%로 유지시킨 곳의 2핵균사는 자실체가 전혀 형성되지 않았다고 보고하였다.

Table 5. Effect of HAC treatment for growth step of *P. eryngii*

Growth steps	Incubating period(day)/ Mycelial density (23°C 850cc)	DPI (days)	DCI (days)	Valid germination on stipe (pieces)	Stipe length /Stipe diameter (mm)	Pileus size (mm)	Freshness degree (5day/20°C)	Individual weight (g/850cc)
Moisture adjustment of media	29/++++	6	27.1	2.8	102.5/32.4	43.2	8	108.1
Scratching	32/+++	5	26.8	2.6	100.2/33.4	45.5	8	104.3
Germination	32/+++	5	26.1	2.5	99.4/33.5	46.4	8	103.5
Growth	32/+++	7	32.2	2.2	97.1/28.1	48.7	8	102.8
Control	32/+++	7	33.5	2.2	96.1/27.4	44.3	6	98.5

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

* DCI : Day required for Primordial Colonization after Inoculation

* Stipe length, stipe diameter and pileus size was measured before just harvest

* Freshness degree(Minamide method) : 10: Very freshness, 8: Freshness, 6: Selling possibility, 4: Edibility possibility, 2: Edibility impossibility, 0: Deterioration

* Growth environment : Temperature(14~15℃), Humidity(85~90%), CO2 : 950~1050ppm, Lux : 80~100

3. 팽이버섯 생육단계별 고효성칼슘 처리효과

팽이버섯의 생육단계별로 고효성칼슘 처리효과는 느타리버섯이나 큰느타리버섯이 배지수분조절시(혼합) 처리가 가장 좋은 반면 팽이버섯은 균굽기 시 처리가 가장 좋았다.

팽이버섯은 균굽기 후 관수할 때 군사배양일수가 21일로서 대조구 23일 보다 2일간 단축되었다. 또한 초발이 소요일수는 3일 빠르고, 유효발이경수가 352개로서 대조구 335개에 비해 17개가 더 많았으며 대길이와 대직경이 대조구에 비해 각각 4, 1mm가 크고, 생육기간은 6일로서 대조구 7일에 비해 1일 빠르며, 재배기간은 22일로서 대조구 25일에 비해 3일간 단축되는 효과가 있었다. 신선도(5일/20℃ 상온)가 대조구는 4(식용가능)인 반면 처리구는 6(판매가능)~8(신선)이며, 개체중이 165g/850cc로서 대조구 176g/850cc에 비해 6.7%가 증량되어 생육단계별 처리 중 가장 좋은 단계이다.

배지수분조절, 발이, 생육 단계별 처리도 각각 대조구에 비해 배양일수, 초발이 소요일수, 생육기간, 재배기간이 1~3일씩 단축되었으며, 대길이와 대직경은 같거나 약간 길어지며 유효발이경수도 많아지는 경향이다. 신선도는 대조구가 4(식용가능)인 반면 6(판매가능) ~ 8(신선)로서 효과가 있으며, 개체중이 대조구 165g/850cc에 비해 170~175g/850cc로서 3~6%가 증량되었다(표 6).

버섯생육단계중 균굽기 작업은 배양이 완료된 상태에서 배양병에 접종된 접종원에 균사의 절단이라는 자극을 주어 노화된 균을 제거하는 작업이다. 균굽기 작업이 끝나면 잔재물을 제거하고 수분을 공급하기 위해 1병당 10cc정도 살포하는데 고효성칼슘을 1000배액으로 희석하므로 0.01cc/1병가 소요되므로 1일 10000병 기준으로 100cc가 소요된다. 1리터이면 10일/매일 10000병을 사용하므로 고효성칼슘 원액의 경제적 부담은 적으면서 생육기간이 단축되므로 연료비, 전기세 경감효과가 있다.

팽이버섯 자실체 형성 시 형태유전에 대한 많은 연구 가운데 성장기 동안 대의 윤번(rotation)발생을 밝혔고 주름살에서 생성된 물질의 효소작용은 대의 성장에 영향을 미친다는 사실도 밝혔다(Gruen, H. E., 1969., 1976., Gruen, H. E., and Wu, S., 1972).

Table 6. Effect of HAC treatment for growth step of *F. velutipes*

Growth steps	Incubating period(day)/Mycelial density (23℃/850cc)	DPI (days)	DCI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Stipe length /Stipe diameter (mm)	Freshness degree (5day/20℃)	Individual weight (g/850cc)
--------------	---	------------	------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Moisture adjustment of media	21/+++	11	23	349	128/15	6	174
Scratching	20/+++	10	22	352	127/17	6	176
Germination	20/+++	10	23	354	128/17	8	170
Growth	23/+++	13	24	335	123/17	8	175
Control	23/+++	13	25	335	123/16	4	165

- * Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent
- * DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation
- * DCI : Day required for Primordial Colonization after Inoculation
- * Growth environment : Temperature(Incubating room 20℃, Germinating room 10~14℃, Suppressing room 3~4℃, Growing room 6~8℃), Humidity(Incubating room 70%, Germinating room 90% Suppressing room 75%, Growing room 70%)
- * Stipe length, stipe diameter and pileus size was measured before just harvest
- * Freshness degree(Minamide method) : 10: Very freshness, 8: Freshness, 6: Selling possibility, 4: Edibility possibility, 2: Edibility impossibility, 0: Deterioration

4. 표고(툽밥 봉지재배/농기 3호) 생육단계별 고효성칼슘 처리효과

표고는 다른 버섯과 다른점이 균사생장이 완료되면 계속 20~25℃로 유지하면서 200Lux이 상 광을 충분히 조사하여 갈변화(건고)시키는 과정이 있다.

배지 혼합 시 고효성칼슘을 처리하므로써 배양일수가 26일으로서 3일, 갈변화 시작일이 15일으로서 2일, 첫수확 소요일수가 61일으로서 4일 단축되며, 기형버섯 비율이 8.4%로서 대조구 10.9%에 비해 우수한 품질의 버섯을 얻을수 있었으며 개체중도 25.7g으로서 대조구 24.5g에 비해 4.9%, 수량은 169g/2kg으로서 대조구 154g/2kg에 비해 9.7% 증수되는 효과가 있었다.

균급기, 발이, 생육 단계에 처리하여도 대조구에 비해 배양일수, 갈변시작일, 갈변정도, 첫수확소요일수, 기형버섯비율, 개체중, 수량 등이 모두 향상되는 결과를 얻었다(표 7).

Diehle와 Royse(1986), Royse, Schisler와 Diehle(1985)의 보고서에 의하면 6개월만에 생물학적 효율이 145%정도 되었다고 하였는데 이것은 원목재배보다 약 8배정도 높은 결과이다. 본 표고버섯 고효성칼슘 처리효과에서는 1주기를 기준하였기 때문에 8.5%로 매우 낮은 결과이었다.

Table 7. Effect of HAC treatment for growth step of *L. edodes*

Growth steps	Incubating period(day) (g/2kg Pot)	Browning stage (Days)	Browning degree	Day required for first harvest (days)	Abnormal mushroom rate (%)	Individual weight (g)	Yield (g/2kg Pot)
Moisture adjustment of media	26	15	+++	61	8.4	25.7	169
Scratching	27	16	+++	63	9.1	26.1	163
Germination	26	16	+++	62	8.6	26.7	164
Growth	29	17	++	65	9.3	26.2	160
Control	29	17	++	65	10.9	24.5	154

* Growing condition: Incubating room 25°C, Browning 25°C, 200Lux, Temperature change

* Browning degree : + : Poor, ++ : Ordinary, +++ : Good

* Day required for first harvest : From spawning incubating completion to first harvest

* Browning stage(Days) : From spawning incubating completion to formation of browning substance

제 4절 결론

고활성칼슘은 폐각류를 고온(1,500~5,000°C)에서 고전압(약 15,000V)의 전기를 통하여 전기분해해서 생산하는 산화칼슘이며, 제품의 순도가 대단히 높고 독성이 전무하며, 분자간의 결합력을 약화시켜 생체 내 활성도와 용해도가 탁월한 물질이다. 이의 버섯의 생육단계별 고활성칼슘 처리효과는 다음과 같다.

느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 유효발이경수가 15개, 개체중이 148g/850cc로 6.5% 증수되었다.

큰느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 3일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 생육소요일수가 6일간 단축, 개체중이 108.1g/850cc로 9.7% 증수되었다.

팽이버섯은 균류기 시 처리가 가장 좋았다. 군사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 3일 빠르고, 생육기간은 1일 빠르며, 재배기간은 3일간 단축, 개체중이 165g/850cc로 6.7% 증수되었다.

표고는 배지 혼합 시 배양일수가 3일, 갈변화 시작일이 2일, 첫 수확 소요일수가 4일 단축되며, 수량은 169g/2kg으로 9.7% 증수되었다.

제 5절 참고문헌

<http://www.mocie.go.kr>(산업자원부)

Diehle, D. A. and Royse, D. J., Shiitake cultivation on sawdust: evaluation of selected genotypes for biological efficiency and mushroom size, *Mycologia*, 78(6), 929, 1986.

Gruen, H. E., and Wu, S., Promotion of stipe elongation in isolated *Flammulina velutipes* fruit bodies by carbohydrates, natural extracts, and amino-acids, *Can. J. Bot.*, 50, 803, 1972.

Gruen, H. E., Growth and rotation of *Flammulina velutipes* fruiting bodies and dependence of stipe elongation on the cap, *Mycologia*, 61, 149, 1969.

Gruen, H. E., Promotion of stipe elongation in *Flammulina velutipes* by a diffusate from exited lamellae supplied with nutrients, *Can. J. Bot.*, 54, 1306, 1976.

Lu, S.H., Effect of calcium on fruiting of *Cyathus stercoreus*, *Mycologia*, 65, 329, 1973.

Niederpruem, D. J., Role of carbon dioxide in the control of fruiting of *Schizophyllum commune*. *J. Bacteriol.*, 85, 1300, 1963.

Royse, D. J., Schisler, L. c., and Diehle, D. A., Shiitake mushrooms. Consumption, production and cultivation, *Interdiscip. Sci. Rev.*, 10, 329, 1985.

제2장 고효성칼슘 처리가 버섯 생육촉진효과, 신선도, 저장기간, 전이의 영향

제1절 서론

중금속 해독에 탁월한 효능을 나타낸다고 알려져 있으나 일상적인 식사를 통해서 충분한 양이 공급되지 못하는 경향이 있는 칼슘을 버섯재배용 배지에 첨가하여 칼슘이 강화된 느타리버섯을 개발하고자 하였다.

칼슘은 우리 몸에 필수적인 미량원소(무기질)이다. 칼슘은 정상적인 산소 대사 과정에서 생기는 자유기(free radicals)로 부터 세포를 지키는 항산화효소의 중요한 구성성분이다. 자유기가 세포를 상하게 하고 몇 가지 만성질환을 일으키는 원인이 될 수 있기 때문에, 우리 몸은 항산화제와 같이 자유기의 양을 조절하는 방어체계를 가지고 있다(Goldhaber SB, 2003). 면역체계와 갑상선의 정상적인 기능을 위해서도 칼슘은 필수적이다(Combs GF 등, 1998; McKenzie R.C, 등, 1998; Levander OA, 1997).

세계의 대부분의 나라에서 식물성 식품이 칼슘의 주된 공급원이다. 연구에 의하면, 네브라스카주 북부와 다코타주 고원지역의 흙에는 매우 많은 양의 칼슘이 포함되어 있고, 이 지역에 사는 대부분의 사람들은 미국에서 가장 많은 양의 칼슘을 섭취한다고 한다(Arthur JR, 1991). 중국과 러시아의 일부 지역의 흙에는 아주 적은 양의 칼슘이 포함되어 있고, 이 지역에서는 식사를 통한 칼슘 부족이 자주 보고 된다. 칼슘은 육류와 해산물에도 있다. 칼슘이 풍부한 땅에서 자란 곡식이나 풀을 먹는 동물의 근육에는 칼슘이 더 많다(Corvilain B., 등 1991; Longnecker MP 등, 1991). 몇 가지 견과류, 특히 브라질산 견과류와 호두도 역시 매우 좋은 칼슘 공급원이다. 1982년에서 1986년 사이에 미 식품의약품안전청에서 실시한 전국 규모의 조사인 총식이조사(Total Diet Study)에 의하면, 대부분의 성인 남녀는 음식을 통해 1일 권장량의 칼슘을 섭취하고 있다고 한다(Pennington JA 등, 1991).

칼슘 결핍은 흙에 칼슘이 매우 적고 따라서 칼슘 섭취량이 매우 부족한 중국의 일부 지방에서 가장 흔히 볼 수 있다(U.S. Department of Agriculture, 2003). 칼슘은 활성형의 갑상선호르몬을 만드는데 필수적이므로, 칼슘이 부족하면 갑상선의 기능에도 영

향을 미칠 수 있다(McKenzie RC, 등., 1998). 또 연구자들에 의하면, 칼슘이 부족하면 요오드 결핍에 의한 갑상선 기능 저하를 심하게 하고, 적절한 칼슘 영양 상태는 요오드 부족이 신경에 미치는 영양을 막아준다(Levander OA. 1997).

칼슘 부족은 영양섭취를 전적으로 완전 비경구적 영양법(total parenteral nutrition TPN)에만 의존하는 사람에서도 볼 수 있다(Bialostosky K, 등, 2002; Zhou BF, 등, 2003). 완전 비경구적 영양법이란 소화기관이 작동하지 않는 사람이 정맥혈관 주사를 통해 영양분을 공급받는 방법을 말한다. 소화할 필요가 없는 형태의 영양소를 액체에 녹여 정맥혈관을 통해 주사하는 것이다. 칼슘 부족을 막기 위해 완전 비경구적 영양법을 통하여 칼슘을 공급하는 것이 중요하다고 한다(Ellis DR 등, 2003).

심한 소화기관 장애는 칼슘 흡수를 떨어뜨려, 칼슘이 부족하거나 고갈되게 할 수 있다(Combs GF. 2000). 칼슘 흡수를 떨어뜨리는 소화기관 장애는 다른 영양소의 흡수에도 영향을 미치므로, 영양상태를 정기적으로 모니터하여 적절한 치료가 이루어질 수 있게 할 필요가 있다(Combs GF. 2000). 영양공급을 전적으로 완전 비경구적 영양법에 의존하는 사람은 모두 칼슘 보충이 필수적이다. 그리고 칼슘 부족과 완전 비경구적 영양법 사이의 관계가 밝혀진 후로 완전 비경구적 영양법을 하는 동안에 칼슘을 보충하는 것은 일상적인 일이 되었다(Ellis DR 등, 2003). 장애 만성적인 염증을 일으키는 질환인 크론병과 같은 소화기관 장애는 칼슘 흡수를 저하시킬 수 있다. 대부분의 칼슘 고갈이나 부족은 수술로 작은 창자의 절반 이상을 떼어낸 사람과 같이 심한 위장관 문제와 관련되어 있다(Zimmerman MB 등, 2002). 의사가 칼슘 보충이 필요한지 확인하려면, 소화기관 질병이 있고 칼슘이 피 속에 고갈된 사람을 검사해야 한다(Beck MA, 등., 2003). 몇몇 연구는 혈중 칼슘 양이나 칼슘 섭취량이 많은 사람에서 폐암, 대장암 그리고 전립선암을 포함한 암으로 인한 사망률이 낮음을 시사한다(Levander OA 등, 1997; Levander OA. 1991; Gramm HJ, 등. 1995; Abrams CK, 등. 1992; Rannem T, 등. 1998; Kuroki F, 등. 2003; Rannem T, 등. 1992). 또한, 미국에서 흡에 칼슘이 적게 포함된 지역의 사람들에서 흑색종을 제외한 피부암의 발생률이 현저히 높다(Abrams CK, 등. 1992).

1983년에서 1990년대 초까지 미국의 일곱 곳의 피부과 클리닉에서 칼슘 보충이 이와 같은 피부암이 재발하는데 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 하루에 200mg의 칼슘을 보충하는 것은 피부암이 재발하는 것에 영향을 미치지 않았다(Bjerre B, 등. 1989). 그러나 모든 연구에서 칼슘 상태와 암 사이의 관련성을 보이지는 않았다. 1982년 간호사 건강연구(Nurses Health Study)에 참여한 암에 걸린 적이 없는 6만 명 이상의

간호사들이 칼슘 분석을 위하여 발톱을 잘라 제출했다. 발톱 분석의 결과는 그 전년도 칼슘 상태를 반영하는 것으로 생각된다. 3년 반 후에 연구자들은 암에 걸린 간호사들과 그렇지 않은 간호사의 발톱의 칼슘 양을 비교하였다. 칼슘 양이 많다고 해서 뚜렷한 이득이 있지는 않는 것으로 밝혀졌다(Gartner R, 등. 2001). 이런 상반된 결과는 칼슘과 암 같은 만성 질환 사이의 관계에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다는 것을 강조하고 있다. 칼슘을 보충하는 것이 암의 위험에 미치는 영향에 대한 의문을 푸는데 도움이 될 연구가 프랑스에서 시작되었다. 비타민과 무기질 항산화제의 보충(The Supplementation en Vitamines et Mineraux AntiOxydants, or SU.VI.MAX) 연구는 권장량보다 1 ~ 3배 많은 항산화 비타민과 무기질에 하루 100mg의 칼슘을 추가해 공급하는 예방연구이다. 그러한 영양공급이 암이나 심혈관질환과 같은 만성 질환의 발생에 미치는 영향을 확인하기 위해, 1만 2천명 이상의 남자와 여자에 대해 8년 동안 추적조사를 하고 있다.

인구집단을 대상으로 한 몇몇 연구에서 항산화제를 조금 섭취하는 것은 심장병이 더 많이 발생하는 것과 관련이 있는 것으로 나타났다(Derumeaux H, 등. 2003). 추가적인 일련의 근거에 의하면 자유기에 의한 산화 스트레스는 심장병을 촉진할 수 있음을 시사한다(Schrauzer GN. 2001). 예를 들어, 관동맥에 플라그가 생기는 것을 촉진하는 것은 때로 "나쁜" 콜레스테롤이라고 부르는 저밀도지단백(LDL)의 산화된 형태이다(Schrauzer GN. 2003). 칼슘은 저밀도지단백 콜레스테롤의 산화를 제한할 수 있어 관동맥질환을 막을 수 있는 항산화제 중 하나이다(Schrauzer GN. 2001; Clark LC, 등. 1996). 관동맥질환을 막기 위하여 칼슘 보충을 권장하기에는 아직 근거가 충분하지 않다. 통증, 뻣뻣함, 부기, 그리고 관절의 기능손실을 초래하는 만성 질환인 류마치스 양 관절염 환자들에 대한 연구에서 피 속에 칼슘 농도가 낮음이 밝혀졌다(Neve J. 1995; Russo MW, 등. 1997). 게다가 관절염이 있는 사람들 중에는 칼슘을 조금 섭취하는 사람도 있다(Patterson BH, 등. 1997). 본래 우리 몸의 면역계통은 침입하는 미생물과 손상된 조직을 파괴하기 위하여 자유기를 만든다. 그러나 그것은 건강한 조직에도 해가 될 수 있다(Knekt P, 등. 1998). 항산화제인 칼슘은 자유기의 양을 조절하고 관절염의 증상을 가볍게 하는데 도움이 될 수 있다(Fleet JC. 1997). 지금까지 밝혀진 것은 완전하지 않은 것으로 생각되며, 관절염이 있는 사람에게 칼슘 보충을 권하려면 더 많은 연구가 필요할 것이다.

에이즈(AIDS 후천성 면역 결핍증)와 관련된 흡수불량으로 많은 영양소가 고갈될 수 있다(Shamberger RJ. 1985; Young KL and Lee PN. 1999). 칼슘이 너무 많으면 상당

한 위험성이 있다. 피 속에 칼슘이 너무 많으면 칼슘증이라고 부르는 상태가 된다 (Combs GF, 등. 2001). 미국에서는 칼슘 중독이 드물고 산업재해나 영양제를 만들 때 칼슘이 너무 많이 들어가서 생기는 제조상의 잘못과 관련된 소수의 경우가 보고 되어 있다(Garland M, 등. 1995; Hercberg S, 등. 1998). 섭취상한이란 일반적인 사람들의 거의 대부분에서 건강상의 해악을 끼칠 가능성이 없는 최대 섭취량을 말한다 (Pennington JA 등, 1982-91; Pennington JA 등, 1996).

최근 건강에 대한 사람들의 관심이 고조되고 특히 먹거리에 대한 건강 상식 수준이 높아지고 이에 응답하여 관련 학계와 전문가들이 그 동안 국내에 거의 알려지지 않았던 아주 중요한 미량 필수 영양소인 칼슘에 대한 의학적 영양학적 정보 제공량이 증가하면서 자연스럽게 칼슘에 대해 관심을 갖는 이들이 증가했다고 본다.

미국 등 선진 각 국에서는 기능성 식품에 관한 연구와 기술 수준이 날로 높아지고 있는 이 시점에서 우리나라도 보다 적극적이고 과학적인 연구를 통하여 국민 보건건강에 이바지하는 연구성과를 기대해 본다. 또한 칼슘과 같은 미량 영양소의 기능을 느타리버섯에 전이시켜 고기능성 고부가가치를 창출하고자 하였다.

칼슘 처리가 느타리버섯 생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 농도별 버섯 균사체 성장을 측정하고 균사밀도를 조사하였으며 이렇게 하여 발생한 버섯 자실체에 전이된 칼슘을 량을 측정하였다. 칼슘이 강화된 느타리버섯은 새로운 기능을 지닌 기능성 농산물로서, 무분별한 수입농산물에 대한 국내 농업의 새로운 돌파구로, 나아가 국제적인 경쟁력을 갖춘 농산물 및 그 가공품을 개발할 수 있는 좋은 계기가 될 수 있을 것이다.

제2절 재료 및 방법

1. 공시균주 및 접종원

공시균주는 우량균주로 선발된 *Pleurotus ostreatus* 균주를 사용하였다. 이 균주의 고활성칼슘 배지 처리에 의한 균사생장 속도, 균사밀도, 고활성칼슘 전이량 시험을 하기 위해 PDA(Potato Dextrose Agar) 배지에 28℃ 항온기에서 7일간 배양한 후 내경이 6mm cork borer로 찍어 떼어낸 절편을 접종원으로 사용하였다.

2. 고활성칼슘 처리 및 조사항목

고활성칼슘은 (주)에코바이오텍에서 제조한 폐각류를 고온(1,500~5,000℃)에서 고전압(약 15,000V)의 전기를 통하여 전기분해하여 생산한 제품을 사용하였다.

고활성칼슘을 대조구(0), 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 배액 함유되게 제조하여 느타리버섯 재배용 배지인 포플러 톱밥(50%), 면실피(30%), 비트(10%), 미강(10%)에 첨가하여 혼합하고 수분을 65%되게 하여 또 다시 2시간 혼합하였다. 혼합한 후 850cc병에 자동입병기로 입병하고 121℃에서 60분간 고압살균하였다. 살균 후 냉각하여 느타리 접종원으로 접종하여 25℃에서 20일간 배양하였다. 배양한 후 균굽기를 하고 습도 90%, 온도 25℃에서 생육시켰다. 버섯균사생장과 균사밀도, 버섯수량을 조사하였다.

3. 고활성칼슘 축적량 측정

버섯에 축적된 고활성칼슘의 총량은 산소플라스크소화법(oxygen flask combustion method)을 사용하여 정량하였다. 우선 묽은 질산 용액 25ml를 산소플라스크에 넣고 기체산소를 불어넣으면서 포화시킨다. 동결 건조시킨 버섯시료를 Whatman지에 싼 후 백금이 주머니에 넣고 점화하고, 산소로 포화된 플라스크 안에서 태운다. 10분간 방치한 후, 증류수를 사용하여 플라스크 안을 세척하고, 최종부피가 150ml가 되도록 맞춘다. 암모니아수를 사용하여 pH를 2.0으로 보정한 후, hydroxylamineHCl과 diaminonaphthalene 용액으로 반응시키고, 생성된 화합물을 cyclohexane으로 추출해 낸 후, 380nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, 농도에 대한 표준곡선을 구하기 위하여, 위의 실험과 함께, 이미 농도를 알고 있는 나트륨 셀레나이트 용액을 함께 사용하였다. 대조군으로는 Whatman지 만을 태운 것을 사용하였다.

4. 고활성칼슘 측정

고활성칼슘의 정량은 버섯에 축적된 고활성칼슘의 총량(위의 산소플라스크소화법으로 정량한 총량)을 측정하였다. 고활성칼슘의 양은 3, 3'-diaminobenzidine법을 사용하여 정량하였다. 3, 3'-diaminobenzidine은 이온과는 반응하여 황색의 물질을 형성하나, 고활성칼슘과는 전혀 반응하지 않는 점을 이용하였다. 적당한 양의 동결 건조된 버섯 분말을 플라스크 안에서 염화 암모니아 용액에 녹이고 pH를 2 ~ 3으로 보정하였다. 여기에 0.5% diaminobenzidine 용액을 첨가하여 발색반응을 시작하고, 암모니아수로 다시 pH를 중성으로 보정한다. 생성된 황색의 물질을 toluene으로 추출하고, 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 농도에 대한 표준곡선을 구하기 위하여, 위에서 설명한 것

과 같이, 이미 농도를 알고 있는 용액을 함께 사용하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 100배액 고탄성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고탄성칼슘(100배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 군사배양일수, 군사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고탄성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 군사배양일수는 21일로 대조구 22일 보다 1일 단축되었고, 군사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 4일로서 대조구 5일에 비하여 1일 빠르고, 유효발이경수가 19개로서 대조구 18개에 비해 1개가 더 많았으며 개체중이 129g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 4.8%가 증수되는 결과를 나타내었다. 고탄성칼슘(100배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고탄성칼슘 전이량은 2.73mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 54.6배가 많았다(표 1). 느타리버섯 건조율은 약 10%정도로서 고탄성칼슘(100배액) 처리를 하였을 때 느타리버섯 생체 100g당 약 27mg으로서 1일 100g의 생체 느타리버섯을 섭취한다고 가정하였을때 1일 권장량(RDA)에 못 미치는 양이라고 생각한다.

무기물의 군사생장과 자실체 형성에 대한 연구는 칼슘을 제외하고는 거의 없다. Lu, S.H.(1973)는 좁주름чат잔버섯의 자실체 형성에도 칼슘이 필요하다고 하였다. 그는 일명 새둥지버섯이라고도 불리는 이 버섯을 액체배양한 결과 칼슘이 있는 곳에서만 자실체가 형성됨을 밝혔다. 무기물량에 관한 것으로는 군사생장에는 많은 것이 양호하지만 자실체 형성에는 그 반대라고 하였다.

유기 탄소칼슘함유 빵효모인 *Saccharomyces cerevisiae* 또는 맥주효모인 *Saccharomyces carlsbergensis*가 접종된 발효조에 서서히 공급하면서 발효시키고 배양이 종료된 후, 효모균체를 분리, 세척하고 건조하여 얻는다.

Table 1. Effect of high activated calcium concentration(100multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

High activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23℃, 850cc, day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
100mg/50g	21/++++	4	19	129	2.73
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

2. 200배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(200배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 20일로 대조구 22일 보다 2일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 4일로서 대조구 5일에 비하여 1일 빠르고, 유효발이경수가 20개로서 대조구 18개에 비해 2개가 더 많았으며 개체중이 133g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 8.1%가 증수되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(200배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 3.55mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 71.0배가 많았다. 느타리버섯 생체 100g당 약 35mg으로서 1일 100g의 생체 느타리버섯을 섭취한다고 가정하였을 때 1일 권장량(RDA) 50~200mg 약간 못 미치지만 다른 음식을 통하여 섭취가 되므로 고효성칼슘 200배액로 처리하여 느타리버섯 생체 100g당 약 35mg 고효성칼슘은 약간 낮은 것으로 추정한다(표 2).

Schutte(1956)와 Thrower(1968)는 버섯균사의 대사작용으로 만들어진 물질은 생장에 필요한 다른 부분으로 하는 것을 전류(translocation)라고 하였으며 곰팡이를 크게 물질의 전류를 하는 것과 하지 못하는 것으로 나누었는데 물질전류를 하는 그룹이 훨씬 많다고 한바 고효성칼슘은 분자량이 78.96으로 아주 작아 세포벽을 통과하는데 아주 수월하다고 생각한다. 일반적으로 분자량이 4500~4700정도 되는 물질은 세포벽을 통과한다고 하였다. 노랑느타리는 어느 다른 곰팡이 보다 전류효율이 높고 전류를 통한 대사과정으로 버섯균사생장과 수량증수에도 좋은 영향을 미친 것으로 평가된다.

Table 2. Effect of high activated calcium concentration(200 multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

high activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C, 850cc, day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
200 multiples	20/++++	4	20	133	3.55
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

3. 300배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(300배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 20일로 대조구 22일 보다 2일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 3일로서 대조구 5일에 비하여 2일 빠르고, 유효발이경수가 21개로서 대조구 18개에 비해 3개가 더 많았으며 개체중이 138g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 12.2%가 증수되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(300배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 5.36mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 107배가 많았다(표 3). 느타리버섯 생체 100g당 약 54mg으로서 1일 100g의 생체 느타리버섯을 섭취한다고 가정하였을 때 1일 권장량(RDA) 50~200mg의 범주에 있어 다른 식품을 통하여 섭취가 된다고 추정한다. 고효성칼슘 300배액로 처리하여 느타리버섯 생체 100g당 약 54mg 고효성칼슘은 건강한 일반인들이 섭취하는데 적당하다고 생각한다.

고효성칼슘 300배액로 처리는 느타리버섯 균사생장 촉진과 수량증진 효과가 있다. Jennings(1974)는 전류연구를 위한 분석방법으로 사용된 사례방법에 대해서 비평을 하였다. 그는 사용된 균사가 오래된 것이고 액포(vacuolate)가 있가 때문에 균사는 자가분해에 의해 내용물이 없다고 하였다. 이것은 라벨링된 물질이 전류가 일어나지 않았다고 가정할 수 있다. 이러한 주장은 사례방법에서 얻어진 결과의 해석에 정당성을 부인하기 위한 것으로는 보이지 않는다. 물질이동 대사를 이해하기 위하여 필요한 것으로 알려진 이동율에 대한 Jennings의 견해는 매우 정당한 것 중의 하나이다.

Table 3. Effect of high activated calcium concentration(300multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

high activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C ,850cc, day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
300multiples	20/++++	3	21	138	5.36
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

4. 400배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(400배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 21일로 대조구 22일 보다 1일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 4일로서 대조구 5일에 비하여 1일 빠르고, 유효발이경수가 20개로서 대조구 18개에 비해 2개가 더 많았으며 개체중이 137g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 11.4%가 증수되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(400배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 6.8mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 136배가 많았다(표 4). 고효성칼슘 400배액로 처리하여 느타리버섯 생체 100g당 약 생체 100g당 약 68mg으로서 1일 100g의 생체 느타리버섯을 섭취한다고 가정하였을 때 1일 권장량(RDA) 50~200mg의 범주에 있고 다른 식물성을 통하여 유기 고효성칼슘을 약 40mg 섭취한다고 보면 합하여 1일 약 100mg을 섭취하게 된다. 이는 각종 기능성의 효과를 보기 위해서 적당한 량이라고 추정한다. 적당하다고 생각한다. 고효성칼슘 400배액로 처리는 느타리버섯 균사생장 촉진과 수량증진 효과가 있으나 고효성칼슘 300배액보다 생장과 수량이 둔화되기 시작하였다.

Lu, S.H(1973)는 곰팡이의 생장에 필요한 미량원소의 량을 결정하기란 기술적으로 어려운 문제라고 보고하고 있다. 그 이유로 사용하는 시약이나 접종원에 미량원소가 포함될 수 있기 때문에 정확한 량을 결정하기가 어렵고 다른 미량원소의 필요에 대해서는 불확실한 상태이라고 하였다. 그러나 칼슘은 몇 종류의 자낭균에서 자낭각(perithecia) 생성에 필요하고 담자균인 새둥지버섯의 자실체 형성에 필요하다고 하였다. 여기에서 고효성칼슘은 버섯균 사생장과 수량에 미량원소로서 정확한 기작은 모르지만 촉진적으로 작용되고 있음을 알 수

있다.

Table 4. Effect of high activated calcium concentration(400multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

high activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C,850cc,day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
400multiples	21/++++	4	20	137	6.8
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

5. 500배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(500배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 대조구 22일 보다 1일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이 소요일수는 6일로서 대조구 5일에 비하여 1일 늦어졌고, 유효발이경수가 17개로서 대조구 18개에 비해 1개가 더 적어졌으며 개체중이 122g/850cc로서 대조구 123g/850cc와 약간 감소되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(500배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 8.19mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 164배가 많았다(표 5). 고효성칼슘 500배액로 처리하여 느타리버섯 생체 100g당 약 생체 100g당 약 82mg으로서 1일 100g의 생체 느타리버섯을 섭취한다고 가정하였을 때 1일 권장량(RDA) 50~200mg의 범주에 있고 다른 음식을 통하여 유기 고효성칼슘을 약 40mg 섭취한다고 보면 합하여 1일 약 120mg 이상을 섭취하게 된다. 이는 각종 기능성의 효과를 보기 위해서는 200mg 까지 미국 식품안전청(FDA)에서 권장하고 있다. 고효성칼슘 500배액로 처리는 느타리버섯 균사생장과 수량이 대조구에 비하여 감소되기 시작한 농도이다. 그러나 고효성칼슘 전이량은 균사생장과 대조구에 상관없이 전이됨을 알 수 있었다.

Table 5. Effect of high activated calcium concentration(500multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

high activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C,850cc,day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
500multiples	23/+++	6	17	122	8.19
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

6. 600배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(600배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 25일로 대조구 22일 보다 3일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이 소요일수는 8일로서 대조구 5일에 비하여 3일 늦어졌고, 유효발이경수가 16개로서 대조구 18개에 비해 2개가 더 적어졌으며 개체중이 116g/850cc로서 대조구 123g/850cc와 5.7% 감소되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(500배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 9.1mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 182배가 많았다(표 6).

Table 6. Effect of high activated calcium concentration(600multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

High activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C,850cc,day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
600multiples	25/+++	8	16	116	9.1
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

7. 700배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(700배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 27일로 대조구 22일 보다 5일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이 소요일수는 10일로서 대조구 5일에 비하여 5일 늦어졌고, 유효발이경수가 14개로서 대조구 18개에 비해 4개가 더 적어졌으며 개체중이 112g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 8.9% 감소되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(700배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 9.6mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 192배가 많았다(표 7).

Table 7. Effect of high activated calcium concentration(700multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

High activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23℃,850cc,day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
700multiples	27/+++	10	14	112	9.6
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

8. 800배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(800배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 28일로 대조구 22일 보다 6일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이 소요일수는 11일로서 대조구 5일에 비하여 6일 늦어졌고, 유효발이경수가 13개로서 대조구 18개에 비해 5개가 더 적어졌으며 개체중이 105g/850cc로서 대조구 123g/850cc와 14.6% 감소되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(800배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 9.9mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 198배가 많았다(표 8).

Table 8. Effect of high activated calcium concentration(800multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

High activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C,850cc,day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
800multiples	28/+++	11	13	105	9.9
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

9. 900배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(900배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 29일로 대조구 22일 보다 7일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이 소요일수는 12일로서 대조구 5일에 비하여 7일 늦어졌고, 유효발이경수가 13개로서 대조구 18개에 비해 5개가 더 적어졌으며 개체중이 94g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 23.6% 감소되는 결과를 나타내었다. 따라서 고효성칼슘 900배액로 버섯생산 목적으로는 부적합한 처리이다. 고효성칼슘(900배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 10.3mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 206배가 많았다(표 9).

Table 9. Effect of high activated calcium concentration(900multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

High activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C,850cc,day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
900multiples	29/+++	12	13	94	10.3
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

10. 1000배액 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 영향

느타리버섯에 고효성칼슘(1000배액) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량을 조사하였다. 느타리버섯 균사배양일수는 30일로 대조구 22일 보다 7일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이 소요일수는 13일로서 대조구 5일에 비하여 8일 늦어졌고, 유효발이경수가 10개로서 대조구 18개에 비해 8개가 더 적어졌으며 개체중이 94g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 23.6% 감소되는 결과를 나타내었다. 고효성칼슘(1000배액)을 느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 느타리버섯으로 전이된 고효성칼슘 전이량은 10.8mg/g/dry인 반면 대조구에도 0.05mg/g/dry가 함유되어 216배가 많았다(표 10). 고효성칼슘 1000배액 처리는 느타리버섯 균사생장과 수량이 대조구에 비하여 23.6% 감소되므로 버섯생산으로 부적합한 처리이다.

Table 10. Effect of high activated calcium concentration(1000multiples) treatment for mycelial growth, yield and organic high activated calcium of *P. ostreatus*

High activated calcium concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C, 850cc, day)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic high activated calcium (mg/g/dry)
1000multiples	30/+++	13	10	94	10.8
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation

11. 고효성칼슘 처리의 느타리버섯 재배방법별 수량축진효과

느타리버섯에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 느타리버섯 균사생장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²) 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg)의 경우 길어졌으며, 균상재배(kg/3.3m²)의 경우 약간 짧아졌다. 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 10.7~15.6%, 봉지재배(g/1.5kg)는 12.8~14.9%, 균상재배(kg/3.3m²)는 8.9~13.3%의 증수효과가 있었다(표 11).

표 11. 고효율성칼슘의 느타리버섯(춘추2호) 수량 촉진효과 시험

공시 물질	재배방법별																	
	병재배(g/850cc)					봉지재배(g/1.5kg)					균상재배(kg/3.3m ²)							
	생 장 속 도	균 사 밀 도	대 길 이	갓 크 기	갓 색 택	수 량	생 장 속 도	균 사 밀 도	대 길 이	갓 크 기	갓 색 택	수 량	생 장 속 도	균 사 밀 도	대 길 이	갓 크 기	갓 색 택	수 량
HAC	17	+++	54	21	+++	114	17	+++	72	21	+++	167	21	+++	58	27	+++	49
HAC +mineral sol	15	+++	56	19	+++	119	15	+++	68	22	+++	170	20	+++	59	25	+++	51
무처리	19	++	54	23	++	103	23	++	69	27	++	148	25	++	61	29	++	45

* 균사생장속도 : 접종일로 기준 배양완성기간(일)임
 균사생장밀도 : 아주강함 +++++, 강함 +++, 보통 ++, 약함 +
 대길이, 갓크기 : mm, 갓색택 : 수확직전의 갓색택 기준(진함 : +++, 보통 : ++, 약함 : +)

12. 고효율성칼슘 처리의 새송이1호 재배방법별 수량촉진효과

새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 생장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 새송이1호 균사생장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²) 모두 대조구보다 늦어졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 경우 약간 길어졌으며, 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 4.7~7.0%, 봉지재배(g/1.5kg)는 2.5~11.9%, 균상재배(kg/3.3m²)는 6.4~8.5%의 증수효과가 있었다(표 12).

표 12. 고효율성칼슘의 새송이 1호 수량 촉진효과 시험

공시물질	재배방법별																	
	병재배(g/850cc)						봉지재배(g/1.5kg)						균상재배(kg/3.3m ²)					
	생장속도	군사밀도	대길이	갓크기	갓색택	수량	생장속도	군사밀도	대길이	갓크기	갓색택	수량	생장속도	군사밀도	대길이	갓크기	갓색택	수량
HAC	35	+++	105	21	+++	134	41	+++	99	21	+++	162	43	+++	98	23	+++	50
HAC +mineral sol	34	+++	103	19	+++	137	39	+++	103	18	+++	161	42	+++	101	24	+++	51
무처리	38	++	103	20	++	128	43	++	101	22	++	158	45	++	97	25	++	47

* 군사생장속도 : 접종일로 기준 배양완성기간(일)임
 군사생장밀도 : 아주강함 +++++, 강함 +++, 보통 ++, 약함 +
 대길이, 갓크기 : mm, 갓색택 : 수확직전의 갓색택 기준(진함 : +++, 보통 : ++, 약함 : +)

13. 고효성칼슘 처리의 팽이버섯1호 병재배의 수량촉진효과

팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc)의 성장속도, 군사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 팽이버섯1호 군사생장속도는 모두 대조구보다 빨라졌고, 군사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 약간 짧아졌으며, 수량은 대조구와 비슷한 경향을 나타내었다(표 13).

표 13. 고효성칼슘의 팽이버섯1호 수량 촉진효과 시험

공시물질	병재배(g/850cc)					
	성장속도	군사밀도	대길이	갓크기	갓색택	수량
HAC	35	+++	105	21	+++	136
HAC+mineral sol	34	+++	103	19	+++	137
무처리	24	++	124	6	++	138

* 군사생장속도 : 접종일로 기준 배양완성기간(일)임
 군사생장밀도 : 아주강함 +++++, 강함 +++, 보통 ++, 약함 +
 대길이, 갓크기 : mm, 갓색택 : 수확직전의 갓색택 기준(진함 : +++, 보통 : ++, 약함 : +)

14. 고효성칼슘 처리의 표고뚝밥 재배의 수량축진효과

표고뚝밥재배에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 봉지재배(g/1.5kg) 성장속도, 군사 밀도, 대길이, 갯크기, 갯색택, 수량의 영향을 조사하였다. 표고뚝밥재배 군사성장속도는 모두 대조구보다 빨라졌고, 군사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 약간 짧아졌으며, 수량은 대조구 보다 4.4~8.0%의 증수효과가 있었다(표 14).

표 14. 고효성칼슘의 표고(뚝밥재배) 수량 축진효과 시험

공시물질	봉지재배(g/1.5kg)					
	성장속도	군사밀도	대길이	갯크기	갯색택	수량
HAC	42	+++	81	52	+++	142
HAC+mineral sol	39	+++	78	55	+++	147
무처리	45	++	87	57	++	136

* 군사성장속도 : 접종일로 기준 배양완성기간(일)임

군사성장밀도 : 아주강함 +++++, 강함 +++, 보통 ++, 약함 +

대길이, 갯크기 : mm, 갯색택 : 수확직전의 갯색택 기준(진함 : +++, 보통 : ++, 약함 : +)

15. 고효성칼슘 처리의 꽃송이 재배의 수량축진효과

꽃송이 재배에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg)의 성장속도, 군사밀도, 대길이, 갯크기, 갯색택, 수량의 영향을 조사하였다. 꽃송이 재배 군사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg) 모두 약간 늦어졌고, 군사밀도는 더욱 치밀하였다. 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 13.1~16.7%, 봉지재배(g/1.5kg)는 6.3~11.2%의 증수효과가 있었다(표 15).

표 15. 고효성칼슘의 꽃송이 수량 촉진효과 시험

공시물질	재배방법별									
	병재배(g/850cc)					봉지재배(g/1.5kg)				
	생장 속도	균사 밀도	갓 크기	갓 색택	수량	생장 속도	균사 밀도	갓 크기	갓 색택	수량
HAC	58	++	92	+++	95	68	++	119	+++	102
HAC+mineral sol	59	++	90	+++	98	64	++	114	+++	109
무처리	63	+	97	++	84	72	+	117	++	96

* 균사생장속도 : 접종일로 기준 배양완성기간(일)임
 균사생장밀도 : 아주강함 +++++, 강함 +++, 보통 ++, 약함 +
 갓크기 : mm, 갓색택 : 수확직전의 갓색택 기준(순백색 : +++, 백색 : ++, 탁백색 : +)

16. 고효성칼슘 농도별 처리로 느타리버섯(춘추2호) 수확후 저장기간에 따른 신선도

느타리버섯에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 처리농도별 저장기간을 무처리, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 하여 5일, 10일 저장하여 Minamide법으로 10: 매우신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불능, 0: 변질으로 표시하여 조사하였다.

느타리버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확후 신선도 유지도가 높았다(표 16).

표 16. 농도별 고효성칼슘 처리로 느타리버섯(춘추2호) 수확후 저장기간에 따른 신선도

공시 물질	처리농도별 저장기간													
	무처리		원액		400		800		1200		1600		2000	
	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장
HAC	8	6	10	10	10	8	10	8	8	8	8	8	8	6
HAC + mineral sol	8	6	10	10	10	8	10	8	8	8	8	6	8	6

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

* 저장방법 : 스티로폼접시(180 X 135 X 25mm)에 버섯 250g씩 담아 PVC랩으로 포장하여 3℃에 10일동안 저장하면서 시료를 20℃ 저장고로 옮겨 신선도 조사

17. 고효성칼슘 농도별 처리로 새송이1호 수확후 저장기간에 따른 신선도

새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 처리농도별 저장기간을 무처리, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 하여 5일, 10일 저장하여 Minamide법으로 10: 매우 신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불능, 0: 변질으로 표시하여 조사하였다.

새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확후 신선도 유지도가 높았다(표 17).

표 17. 농도별 고효성칼슘 처리로 새송이1호 수확후 저장기간에 따른 신선도

공시 물질	처리농도별 저장기간													
	무처리		원액		400		800		1200		1600		2000	
	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장
HAC	10	8	10	10	10	10	10	8	10	8	8	8	8	8
HAC + mineral sol	10	8	10	10	10	10	10	8	10	8	8	8	8	8

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

* 저장방법 : 스티로폼접시(180 X 135 X 25mm)에 버섯 250g씩 담아 PVC랩으로 포장하여 3℃에 10일동안 저장하면서 시료를 20℃ 저장고로 옮겨 신선도 조사

18. 고효성칼슘 농도별 처리로 팽이버섯1호 수확후 저장기간에 따른 신선도

팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 처리농도별 저장기간을 무처리, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 하여 5일, 10일 저장하여 Minamide법으로 10: 매우 신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불능, 0: 변질으로 표시하여 조사하였다.

팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도

유지도가 높았다(표 18).

표 18. 농도별 고효성칼슘 처리로 팽이버섯 1호 수확 후 저장기간에 따른 신선도

공시 물질	처리농도별 저장기간													
	무처리		원액		400		800		1200		1600		2000	
	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장
HAC	8	6	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8	6
HAC + mineral sol	8	6	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8	6

19. 고효성칼슘 농도별 처리로 표고 수확후 저장기간에 따른 신선도

표고버섯에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 처리농도별 저장기간을 무처리, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 하여 5일, 10일 저장하여 Minamide법으로 10: 매우신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불능, 0: 변질로 표시하여 조사하였다.

표고버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다(표 19).

표 19. 농도별 고효성칼슘 처리로 표고(툽밥재배) 수확 후 저장기간에 따른 신선도

공시 물질	처리농도별 저장기간													
	무처리		원액		400		800		1200		1600		2000	
	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10 일 저 장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장
HAC	10	8	10	10	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8
HAC + mineral sol	10	8	10	10	10	8	10	8	8	8	8	8	8	8

20. 고탄성칼슘 농도별 처리로 꽃송이 수확후 저장기간에 따른 신선도

꽃송이에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 처리농도별 저장기간을 무처리, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 하여 5일, 10일 저장하여 Minamide법으로 10: 매우신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불능, 0: 변질로 표시하여 조사하였다.

꽃송이에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다(표 20).

표 20. 농도별 고탄성칼슘 처리로 꽃송이 수확후 저장기간에 따른 신선도

공시 물질	처리농도별 저장기간													
	무처리		원액		400		800		1200		1600		2000	
	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장	5일 저장	10일 저장
HAC	10	8	10	10	10	10	10	10	10	8	10	8	10	8
HAC + mineral sol	10	8	10	10	10	10	10	10	10	8	10	8	10	8

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

* 저장방법 : 스티로폼접시(180 X 135 X 25mm)에 버섯 250g씩 담아 PVC랩으로 포장하여 3℃에 10일동안 저장하면서 시료를 20℃ 저장고로 옮겨 신선도 조사

제4절 결론

1. 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000배액 고탄성칼슘의 배지처리에 의한 느타리버섯 균사배양기간, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고탄성칼슘 전이량을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 고탄성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 균사배양기간은 처리별 각각 21, 20, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30일이다. 대조구 22일에 비하여 100~ 400배액처리는 1~2일 단축되었고,

500~1000배액처리는 1~8일까지 농도가 진할수록 배양기간이 길어졌다.

2)고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 균사밀도는 100~ 400배액처리 까지는 아주 치밀하며, 500~ 1000배액처리 까지는 대조구와 동일하게 보통이었다.

3)고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 초발이소요일수는 100~ 400배액처리는 3~4일로 대조구 5일에 비해 1~2일 단축되었다. 500~1000배액처리는 6~13일로 대조구 5일에 비해 1~8일 까지 농도가 진할수록 초발이소요일수가 길어졌다.

4)고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 유효경수는 100~ 400배액처리는 19~21개로 대조구 18개에 비해 1~3개 증가되었다. 500~1000배액처리는 10~17개로 대조구 18개에 비해 1~8개 까지 농도가 진할수록 유효경수가 적어졌다.

5)고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 수량(개체중)은 100~ 400배액처리는 129~138g/850cc로 대조구 123g/850cc에 비해 4.9~12.2%까지 증수되었다. 500~1000배액처리는 94~122g/850cc로 대조구 123g/850cc에 비해 0.8~23.6%까지 농도가 높을수록 수량이 감소되었다.

6)고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 축적된 고활성칼슘 량은 100~ 1000배액처리까지 2.73~10.8mg/g/dry로 농도가 높을수록 대조구 0.05mg/g/dry에 비해 54.6~216배까지 축적되었다.

2. 각종 버섯에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 느타리버섯 균사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²) 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg)의 경우 길어졌으며, 균상재배(kg/3.3m²)의 경우 약간 짧아졌다. 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 10.7~15.6%, 봉지재배(g/1.5kg)는 12.8~14.9%, 균상재배(kg/3.3m²)는 8.9~13.3%의 증수효과가 있었다

2) 새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 새송이1호 균사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²) 모두 대조구보다 늦어졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 경우 약간 길어졌으며, 수

량은 대조구보다 병재배(g/850cc),는 4.7~7.0%, 봉지재배(g/1.5kg)는 2.5~11.9%, 균상재배(kg/3.3m²)는 6.4~8.5%의 증수효과가 있었다.

3) 팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 팽이버섯1호 균사성장속도는 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 약간 짧아졌으며, 수량은 대조구와 비슷한 경향을 나타내었다.

4) 표고톱밥재배에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 봉지재배(g/1.5kg) 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 표고톱밥재배 균사성장속도는 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 약간 짧아졌으며, 수량은 대조구 보다 4.4~8.0%의 증수효과가 있었다.

5) 꽃송이 재배에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 꽃송이 재배 균사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg) 모두 약간 늦어졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였다. 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 13.1~16.7%, 봉지재배(g/1.5kg)는 6.3~11.2%의 증수효과가 있었다.

3. 각종 버섯에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 처리농도별 저장기간을 무처리, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 하여 5일, 10일 저장하여 Minamide 법으로 10: 매우신선, 8: 신선, 6: 판매가능, 4: 식용가능, 2: 식용불능, 0: 변질으로 표시하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 느타리버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

2) 새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확후 신선도 유지도가 높았다.

3) 팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

4) 표고버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도

유지도가 높았다.

5) 꽃송이에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

제5절 참고문헌

Abrams CK, Siram SM, Galsim C, Johnson-Hamilton H, Munford FL, Mezghebe H. calcium deficiency in long-term total parenteral nutrition. *Nutr Clin Pract* 1992;7:175-8.

Arthur JR. The role of calcium in thyroid hormone metabolism. *Can J Physiol Pharmacol* 1991;69:1648-52.

Beck MA, Levander O, Handy J. calcium deficiency and viral infection. *J of Nutr* 2003;133:1463S-67S.

Berdanier, CD. *Advanced Nutrition: Micronutrients*. CRC Press 1998; 208-11.

Bialostosky K, Wright JD, Kennedy-Stephenson J, McDowell M, Johnson CL. Dietary intake of macronutrients, micronutrients and other dietary constituents: United States 1988-94. *Vital Heath Stat.* 11(245) ed: National Center for Health Statistics, 2002.

Bjerre B, von Schenck H, Sorbo B. Hyposelaemia: Patients with gastrointestinal diseases are at risk. *J Intern Med* 1989;225:85-8.

Burguera JL, Burguera M, Galignani M, Alarcon OM, Burgueera JA. Blood serum calcium in the province of Merida, Venezuela, related to sex, cancer incidence and soil calcium content. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1990;4:73-7.

Clark LC, Combs Jr GF, Turnbull BW, Slate EH, Chalker D, Chow J, Davis LS, Glover RA, Graham GF, Gross EG, Krongrad A, Lesher JL, Park HK, Sanders BB, Smith CL, Taylor JR. Effects of calcium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin. A randomized controlled trial. *J Am Med Assoc* 1996;276:1957-63.

Combs G.F, Jr and Gray W.P. Chemopreventive agents: calcium. *Pharmacol Ther*

1998; 79:179-92.

Combs GF, Clark LC, Turnbull BW. An analysis of cancer prevention by calcium. *BioFactors* 14 2001; 153-9.

Combs GF, Jr., Clark LC, Turnbull BW. Reduction of cancer risk with an oral supplement of calcium. *Biomed Environ Sci* 1997;10:227-34.

Combs GF. Food system-based approaches to improving micronutrient nutrition: the case for calcium. *Biofactors* 2000;12:39-43.

Corvilain B, Contempre B, Longombe AO, Goyens P, Gervy-Decoster C, Lamy F, Vanderpas JB, Dumont JE. calcium and the thyroid: How the relationship was established. *Am J Clin Nutr* 1993;57 (2 Suppl):244S-8S.

Derumeaux H, Valeix P, Castetbon K, Bensimon M, Boutron-Ruault MC, Arnaud J, Hercberg S. Association of calcium with thyroid volume and echostructure in 35- to 60-year-old French adults. *Eur J Endocrinol* 2003;148(3):309-15.

Ellis DR and Salt DE. Plants, calcium and human health. *Curr Opin Plant Biol* 2003;6:273-9.

Fleet JC. Dietary calcium repletion may reduce cancer incidence in people at high risk who live in areas with low soil calcium. *Nutr Rev* 1997;55:277-9.

Garland M, Morris JS, Stampfer MJ, Colditz GA, Spate VL, Baskett CK, Rosner B, Speier FE, Willett WC, Hunter DJ. Prospective study of toenail calcium levels and cancer among women. *J Natl Cancer Inst* 1995;87:497- 505.

Gartner R, Albrich W, Angstwurm MW. The effect of a calcium supplementation on the outcome of patients with severe systemic inflammation, burn, and trauma. *BioFactors* 14 2001; 199-204.

Goldhaber SB. Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2003;38:232-42.

Gramm HJ, Kopf A, Bratter P. The necessity of calcium substitution in total parenteral nutrition and artificial alimentation. *J Trace Elem Med Biol* 1995;9:1-12.

Hercberg S, Galan P, Preziosi P, Rousset AM, Arnaud J, Richard MJ, Malvy D, Paul-Dauphin A, Briancon S, Favier A. Background and rationale behind the SU.VI.MAX Study, a prevention trial using nutritional doses of a combination of antioxidant vitamins and minerals to reduce cardiovascular diseases and cancers.

Supplementation en Vitamines et Minéraux AntiOxydants Study. Int J Vitam Nutr Res 1998;68:3-20.

<http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/minerals/calcium/index.html>

<http://ods.od.nih.gov/factsheets/calcium.asp>

<http://ods.od.nih.gov/factsheets/calcium.asp>

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: Vitamin C, Vitamin E, calcium, and Carotenoids. National Academy Press, Washington, DC, 2000.

Jennings, D. H., Thornton, J. D., Galpin, M. F. J., and Coggins, C. R., Translocation in fungi, in *Symposia of the Society for Experimental Biology*. XXVII, Sleigh, M. A. and Jennings, D. H., Eds., University Press, Cambridge, 1974, 139.

Knekt P, Marniemi J, Teppo L, Heliovaara M, Aromaa A. Is low calcium status a risk factor for lung cancer? Am J Epidemiol 1998;148:975-82.

Kuroki F, Matsumoto T, Lida M. calcium is depleted in Crohn's disease on enteral nutrition. Digestive Diseases 2003;21:266-70.

Levander O.A. Nutrition and newly emerging viral diseases: An overview. J Nutr 1997;127: 948S-50S.

Levander OA and Beck MA. Interacting nutritional and infectious etiologies of Keshan disease. Insights from coxsackie virus B-induced myocarditis in mice deficient in calcium or vitamin E. Biol Trace Elem Res 1997;56:5-21.

Levander OA. Scientific rationale for the 1989 recommended dietary allowance for calcium. J Am Diet Assoc 1991;91:1572-6.

Longnecker MP, Taylor PR, Levander OA, Howe M, Veillon C, McAdam PA, Patterson KY, Holden JM, Stampfer MJ, Morris JS, Willett WC. calcium in diet, blood, and toenails in relation to human health in a seleniferous area. Am J Clin Nutr 1991;53:1288-94.

Lu, S.H., Effect of calcium on fruiting of *Cyathus stercoreus*, Mycologia, 65, 329, 1973.

McKenzie R.C, Rafferty T.S, Beckett G.J. calcium: an essential element for immune function. Immunol Today 1998;19:342-5.

Neve J. Human calcium supplementation as assessed by changes in blood calcium concentration and glutathione peroxidase activity. J Trace Elem Med Biol

1995;9:65-73.

Patterson BH and Levander OA. Naturally occurring calcium compounds in cancer chemoprevention trials: A workshop summary. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1997;6:63-9.

Pennington JA and Schoen SA. Contributions of food groups to estimated intakes of nutritional elements: Results from the FDA total diet studies, 1982-91. *Int J Vitam Nutr Res* 1996;66:342-9.

Pennington JA and Young BE. Total diet study nutritional elements. *J Am Diet Assoc* 1991;91:179-83.

Rannem T, Ladefoged K, Hylander E, Hegnhøj J, Jarnum S. calcium status in patients with Crohn's disease. *Am J Clin Nutr* 1992;56:933-7.

Rannem T, Ladefoged K, Hylander E, Hegnhøj J, Staun M. calcium depletion in patients with gastrointestinal diseases: Are there any predictive factors? *Scand J Gastroenterol* 1998;33:1057-61.

Russo MW, Murray SC, Wurzelmann JI, Woosley JT, Sandler RS. Plasma calcium levels and the risk of colorectal adenomas. *Nutr Cancer* 1997;28:125-9.

Schrauzer GN. Commentary: Nutrition calcium supplements: Product types, quality, and safety. *J Am College of Nutr* 2001;20:1-4.

Schrauzer GN. The nutritional significance, metabolism and toxicology of selenomethionine. *Adv Food Nutr Res* 2003;47:73-112.

Schutte, K. H., Translocation in the fungi, *New Phytologist*, 55, 164, 1956.

Shamberger RJ. The genotoxicity of calcium. *Mutat Res* 1985;154:29-48.

Thomson C.D. Assessment of requirements for calcium and adequacy of calcium status: a review. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:391-402.

Thrower, L. B. and Thrower, S. T., Movement of nutrients in fungi, 1. The Mycelium, *Aust. J. Bot.*, 16, 71, 1968.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2003. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 16. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.

Young KL and Lee PN. Intervention studies on cancer. *Eur J Cancer Prev* 1999;8:91-103.

Zhou BF, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okuda N, Robertson C, Zhao L, Chan Q, Elliott P for the INTERMAP Research Group. Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: The INTERMAP Study. *J of Human Hypertension*. 2003;17:623-30.

Zimmerman MB and Kohrle J. The impact of iron and calcium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health. *Thyroid* 2002;12:867-78.

김경희. 일부 성인 여자의 미량 금속무기질 영양상태에 관한 연구. 전남대학교 식품영양과 석사학위 논문. 2004.

제3장 고효성칼슘 처리에 의한 버섯재배 병원균에 미치는 영향

제1절 서론

느타리버섯 재배에 있어서 재료로 쓰이는 폐면이나 볏짚, 톱밥 등에는 병해 포자, 응애류, 버섯과리 유충 및 알 등이 혼재되어 있어 이를 죽이기 위해 살균을 한다. 이들 잡균과 해충은 60℃에서 1-2시간 내에 대부분 사멸되며 열에 저항성인 포자라도 8시간 정도에 사멸되기 때문에 60℃의 온도로 10-20시간 상압살균이나 121℃로 고압살균을 실시한다. 이러한 살균을 하려면 살균 기자재와 연료, 시설, 인력, 시간이 많이 소요되나 이러한 번거로움을 해소하기 위해 살균과정을 거치지 않고 고효성칼슘으로 수분을 흡수시켜 바로 접종하는 방법이 있다. 이는 별도의 살균시설, 연료 등이 소요되지 않기 때문에 누구나 일정한 온도, 습도를 유지할 장소만 있으면 손쉽게 버섯 생산을 할 수 있다는 장점이 있다.

느타리버섯의 균사생장과 자실체(버섯) 형성에는 탄소원, 질소원, 무기물, 비타민과 같은 화학적 영양조건과 온도, 습도, 수분함량, 광도, 환기 등과 같은 물리적 조건이 맞아떨어져야 한다. 재배 시 수분조절용으로 사용하는 재료인 고효성칼슘 제제는 인체에 독성이 없는 천연물로 이루어져 있다. 이 첨가된 천연물은 느타리버섯의 균사생장과 자실체(버섯) 형성에 필요한 화학적 영양조건을 잘 갖추고 있다. 그 중 비타민의 성분 중 비오틴이나 티아민은 버섯균사 성장촉진 물질로 알려져 있다. 비타민은 일반적으로 열에 의한 손실이 잘 된다. 따라서 배지를 살균할 때 이 비타민 성분이 손실되는 경우가 많다. 이 고효성칼슘은 배지에 열을 가하여 살균을 하지 않으므로 비타민의 성분을 보다 효율적으로 이용할 수 있으며, 균사생장도 따라서 촉진된다. 느타리버섯균은 15℃ 온도에서도 어느 정도 성장하지만 병원성균(푸른곰팡이, 세균성갈변병 등)은 느타리버섯 균사에 비하여 성장억제가 많이 된다. 중국에서도 무살균 배지를 이용한 버섯재배가 일부 시행되고 있는데 이러한 균의 성장온도 차이의 원리를 이용한 생존경쟁 원리가 도입되고 있다. 일반적으로 배지를 살균하는 목적은 버섯균 이외의 균을 사멸하는 것과 배지의 연화이다. 고효성칼슘 농법은 살균을 하지 않기 때문에 배지의 연화가 덜된 생재료의 성질이 있어 균사배양 시 가스발생이 비교적 많지만 이 가스 포집역할을 하는 재료가 고효성칼슘 재료에 함유되어 있다.

버섯균과 자실체 형성에 필요한 대부분의 영양원은 배지 또는 기주체 내에 함유되어 있는 리그닌, 셀룰로스, 헤미셀룰로스 등을 분해함으로써 영양분을 흡수 이용한다고 하였다(Waksman 등, 1931, 1932, 1934, 1939). 버섯균이 성장하는데 필요한 영양소에 대한 연구는 대단히 많이 행하여졌으나 실제 버섯재배의 기질 자체는 물리적, 화학적으로 매우 복잡하게 구성되어 있기 때문에 실내에서의 액체 합성배지로 영양원 시험을 하고 있다. 느타리버섯균의 영양원은 적당한 탄소원, 질소원과 물이 기본적으로 필요하며, 칼슘, 인, 칼륨, 황, 마그네슘 등 무기물 이온과 아연, 구리, 망간, 몰리브덴 등의 미량원소, 그리고 비타민 등의 유기성분이 필요하다고 하였다(Hashimoto, 1974, Khanna, 1985, Mueller 등, 1985, Srivastava 등, 1970). 실제 버섯재배 기질(배지)인 원목, 톱밥, 폐면, 볏짚 등에는 위에서 언급한 모든 영양소가 모두다 골고루 함유되어 있지는 않기 때문에 미강, 밀기울, 기타 첨가물을 혼합하여 재배하기도 한다. 이러한 배양기질의 원리를 응용하여 배지의 살균과정을 거치지 않고 느타리버섯 균사를 접종하여 균사생장과 수량에 미치는 영향을 조사한 결과를 보고하고자 한다.

제2절 재료 및 방법

1. 공시균주 및 접종원

한국농업전문학교에 보존중인 KNAC 1004(흑평: *Pleurotus ostreatus*)를 각각 PDA(potato dextrose agar)배지에 10일간 배양하고, 250ml 삼각 flask에 톱밥과 쌀겨를 80 : 20(V/V)으로 혼합한 후 70%의 수분을 첨가하여 고압 살균한 다음 상기 PDA에서 배양한 균사를 접종하고 이를 다시 10일간 배양하여 각 처리간의 접종원으로 사용하였다.

2. 방울솥과 첨가재료 혼합비율에 따른 균사생장과 잡균오염도

주재료로 방울솥 60, 70, 80, 90%에 첨가재료로 옥수수강, 비트, 미강을 각각 10, 20, 30, 40%씩 혼합하여 유리칼럼(30x150mm) 5반복으로 제조하였다. 50g(수분함량 65%, 부피 70cc)씩 넣고 먼전한 후 121℃에 20분간 고압 살균하였다. 공시균주를 접종하여 10일간 배양한 후 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

3. 먼자각과 첨가재료의 혼합비율에 따른 균사생장과 잡균오염도

주재료로 면자각 60, 70, 80, 90%에 첨가재료로 옥수수강, 비트, 미강을 각각 10, 20, 30, 40%씩 혼합하여 유리칼럼(30x150mm) 5반복을 제조하여 조사하였다. 50g(수분함량 65%, 부피 70cc)씩 넣고 면전한 후 121℃에 20분간 고압 살균하였다. 공시균주를 접종하여 10일간 배양한 후 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

4. 방울솥과 두 가지 첨가재료 혼합비율에 따른 균사생장과 잡균오염도

주재료로 방울솥 60, 70, 80, 90%에 첨가재료로 옥수수강 : 비트 : 미강을 90 : 5 : 5, 80 : 15 : 5, 80 : 10 : 10, 70 : 15 : 15, 70 : 20 : 10, 60 : 20 : 20, 60 : 30 : 10으로 혼합하여 유리칼럼(30x150mm)에 5반복을 제조하여 조사하였다. 50g(수분함량 65%, 부피 70cc)씩 넣고 면전한 후 121℃에 20분간 고압 살균하였다. 공시균주를 접종하여 10일간 배양한 후 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

5. 면자각과 두 가지 첨가재료 혼합비율에 따른 균사생장과 잡균오염도

주재료로 면자각 60, 70, 80, 90%에 첨가재료로 옥수수강 : 비트 : 미강을 90 : 5 : 5, 80 : 15 : 5, 80 : 10 : 10, 70 : 15 : 15, 70 : 20 : 10, 60 : 20 : 20, 60 : 30 : 10으로 혼합하여 유리칼럼(30x150mm)에 5반복을 제조하여 조사하였다. 50g(수분함량 65%, 부피 70cc)씩 넣고 면전한 후 121℃에 20분간 고압 살균하였다. 공시균주를 접종하여 10일간 배양한 후 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

6. 고효성칼슘의 농도에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘 농도를 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000배액으로 농도 조절한 액으로 5반복을 제조하여 조사하였다. 방울솥에 수분을 65%로 조절하여 균사생장, 밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

7. 배지의 수분(고활성칼슘)함량에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 무살균재배에 할 때 배지의 수분함량을 60, 65, 70, 75, 80%로 조절하여 5반복을 제조하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

8. 배지의 온도에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 무살균재배를 할 때 배지내의 온도를 15, 20, 3

0℃로 조절하여 5반복을 제조하여 군사생장, 군사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

9. 배지의 침지(고활성칼슘)시간에 따른 군사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 무살균재배를 할 때 고활성칼슘. 500배액에 즉시 침지로부터 1, 8, 16, 24, 32, 40, 48시간까지 침지하여 5반복을 제조하여 군사생장, 군사밀도, 잡균오염도를 조사하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 방울솜과 첨가재료 혼합비율에 따른 군사생장과 잡균오염도

방울솜에서 옥수수강을 혼합배양하면 잡균오염도 또한 되지 않아 고활성칼슘을 이용한 무살균재배에 널리 쓰일 수 있는 재료이다. 방울솜에 미강을 10~20% 혼합하면 군사생장은 옥수수강보다는 못하지만 56~58mm/10일로서 군사밀도도 양호하고 잡균오염도 되지 않았으나 미강 함량이 30~40%로 높아지면 군사생장도 느려지고 세균성갈변병이 미세하게 발생되었다. 방울솜에 비트를 혼합하면 군사생장과 밀도가 불량하였으며 푸른곰팡이병과 세균성갈변병이 10%이상 발생하기도 하였다(표1).

Table 1. Mycelial growth, density and contamination rate according to mixture rate of waste cotton(spinner) and supplements

(mm/10days)

Mixture rate of media		Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
Media	Rate			
WC : CC	90:10	72	+++	0
	80:20	76	+++	0
	70:30	76	+++	0
	60:40	66	+++	0
WC : BP	90:10	41	++	1(Tr.)
	80:20	34	+	2(Ps.)
	70:30	34	+	2(Ps.)
	60:40	28	+	3(Ps.Tr.)
WC : RB	90:10	58	+++	0
	80:20	56	+++	0
	70:30	48	++	1(Ps.)
	60:40	32	+	1(Ps.)
Control		56	+++	0

2. 면자각과 첨가재료의 혼합비율에 따른 균사생장과 잡균오염도

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 폐면재배에 있어서 면자각을 주재료로 하여 옥수수수강, 비트, 미강을 혼합하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과, 면자각에 비트를 20~30% 혼합하면 65mm/10일로서 균사밀도도 양호하고 잡균오염도 없었다. 미강을 혼합하면 균사밀도는 높으나 오염율이 높아지는 특성이 있었다. 비트는 방울솜에 혼합한 경우는 균사생장, 균사밀도가 좋지 않고 오염율이 높았으나 면자각에 혼합하면 균사생장과 밀도가 좋아지고 오염율도 낮아 비트는 면자각과 혼합하여 사용할 때 좋은 특성을 갖고 있었다. 잡균오염율은 방울솜보다는 면자각이 적어 고활성칼슘을 이용한 느타리버섯 무살균재배에 있어서는 면자각이 작업상 혼합하기도 용이하고 균사생장과 균사밀도도 양호하였다(표 2). Liu(1981)는 목화씨 껍질이 가격도 저렴하고 수량성이 좋은 배지라고 함에 따라 본 시험에서도 아주 좋은 배지기질로 확인되었다.

Table 2. Mycelial growth, density and contamination rate according to mixture rate of cotton seed hull and supplements

(mm/10days)

Mixture rate of media		Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
Media	Mixture rate			
CH : CC	90:10	62	++	0
	80:20	53	++	0
	70:30	57	+++	0
	60:40	52	+++	0
CH : BP	90:10	55	++	1(Tr.)
	80:20	65	+++	0
	70:30	65	+++	0
	60:40	46	+++	0
CH : RB	90:10	62	+++	0
	80:20	53	+++	0
	70:30	37	+++	2(Ps.)
	60:40	34	+++	2(Ps.Tr.)
Control		54	+++	0

3. 방울솜과 두 가지 첨가재료 혼합비율에 따른 균사생장과 잡균오염도

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 폐면재배에 있어서 방울솜을 주재료로 하고 옥수수수강, 비트의 여러 가지 혼합비율에 따라 배합하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과, 방울솜과 옥수수수강 비트의 혼합비율을 80 : 15 : 5(V/V)로 혼합하였

을 때 군사생장이 75mm/10일로서 가장 양호하였고 잡균오염율도 낮았다. 방울숨에 옥수수강, 비트를 각각 혼합한 경우보다 두가지 첨가재료를 동시에 첨가하였을 때 상승효과가 나타나는 특징이 있었다. 특히 방울숨과 옥수수강, 비트의 혼합비율에서 비트가 20%이상 되면 세균성갈변병과 푸른곰팡이병이 5~10% 발생하여 비트는 5%정도 혼합하면 군사생장, 밀도가 좋고 잡균오염도 발생하지 않는 특징이 있었다(표 3).

Table 3. Mycelial growth, density and contamination rate according to mixture rate of waste cotton and two kinds of supplements

(mm/10days)

Mixture rate of media		Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
Media	Mixture rate			
WC : CC : BP	90:5:5	71	+++	0
	80:15:5	75	+++	0
	80:10:10	55	+++	0
	70:15:15	51	+++	0
	70:20:10	62	+++	0
	60:20:20	45	+++	2(Ps.Tr.)
	60:30:10	65	+++	0
Control		56	+++	0

* WC: Waste cotton, CC: Corn cob, BP: Beet pulp

4. 면자각과 두 가지 첨가재료 혼합비율에 따른 군사생장과 잡균 오염도

고활성갈숨을 이용하여 느타리버섯 폐면재배에 있어서 면자각을 주재료로 하고 옥수수강, 비트의 여러 가지 혼합비율에 따라 배합하여 군사생장, 군사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과,

면자각과 옥수수강 비트의 혼합비율을 70:15:15(V/V)나 70:20:10(V/V)로 하였을 때 59~60mm/10일로서 가장 양호하였다. 3 종류의 배지를 혼합하였을 때 방울숨보다는 면자각이 군사생장 속도는 늦은 경향이 있었고 잡균오염율은 적은 경향을 나타내었다. 특히 비트는 20% 이상 혼합하면 세균성갈변병이 주로 발생하는 경향을 나타내었다(표 4). Hung(1986)에 의하면 배지에 각종 첨가재료를 혼합하였을 때 수량성도 높

아지며 기형버섯도 생기지 않아 상품성이 좋아진다고 보고한 바 면자각과 두 가지 첨가재료를 혼합하면 균사생장이 촉진되고 잡균 오염도 감소하였다.

Table 4. Mycelial growth, density and contamination rate according to mixture rate of cotton seed hull and two kinds of supplements

(mm/10days)

Mixture rate of media		Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
Media	Mixture rate			
CH : CC : BP	90:5:5	54	+++	0
	80:15:5	58	+++	0
	80:10:10	46	++	0
	70:15:15	60	+++	0
	70:20:10	59	+++	0
	60:20:20	50	++	1(Ps.)
	60:30:10	53	+++	0
Control		54	+++	0

* CH: Cotton seed hull, CC: Corn cob, BP: Beet pulp

5. 고효성칼슘의 농도에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 폐면재배에 있어서 고효성칼슘의 농도를 300~2,000배액으로 혼합하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과, 400~500배액에서 균사생장이 80mm/10일로 가장 양호하였으며, 균사밀도는 고효성칼슘의 농도가 300~600배액까지는 높다가 700~2,000배액까지 농도가 약할수록 균사밀도가 약해지는 경향이였다. 잡균오염율도 700배액까지는 고효성칼슘의 농도가 진할수록 오염율이 낮았으나 농도가 약해질수록 오염율이 높아지는 경향이였다. 균사생장은 고효성칼슘의 농도에 따라 큰 차이는 없었고 균사밀도는 농도가 진할수록 치밀하고 농도가 약할수록 밀도가 약해졌다(표 5). Huang(1987)은 calcium carbonate를 전체 배지무게의 1%(w/w), calcium carbonate(CaCO₃)의 최적 첨가함량 Ting(1987)은 목화씨를 이용한 특별배지에 1.7%(w/w), Yun등(1987)은 *T. aurantia*와 자낭균인 *Stereum hirsutum*과의 혼합배양 시 1%를 혼합사용하여 효과가 인정된다고 보고한바 본 실험에서도 고

활성칼슘에 calcium carbonate(CaCO₃)가 첨가됨으로서 균사생장과 밀도를 촉진시키고 병해충 방제에 산도조절 역할을 함으로서 효과적이라 생각한다.

Table 5. Mycelial growth, density and contamination rate according to high activated calcium concentration

(mm/10days)

Concentration(times)	Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
300	62	+++	0
400	81	+++	1(Tr.)
500	80	+++	0
600	67	+++	0
700	78	++	0
800	64	++	1(Ps.)
900	80	++	0
1000	75	++	1(Tr.)
2000	78	++	1(Tr.)

* +: Poor, ++: Good, +++: Excellent Tr. : *Trichoderma* sp., Ps. : *Pseudomonas* sp.

0 : No occurrence, 1 : immaterial contamination(1-5% occurrence), 2 : Partial contamination(5-10% occurrence) 3 : Above 10% occurrence wholly

6. 배지의 수분(고활성칼슘)함량에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 무살균재배에 할 때 배지의 수분함량을 60~80%로 조절하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과, 배지의 수분함량이 75%일 때 균사생장이 81mm/10일로서 가장 양호하였고, 균사밀도도 가장 치밀하였으며 잡균오염율도 없었다. 기존의 재배방법에 따르면 65%의 배지 수분함량일 때 균사생장과 균사밀도 등이 양호하다고 알려져 있으나, 고활성칼슘을 이용한 느타리버섯 무살균재배에 있어서는 배지의 수분함량이 65%일 때 균사생장이 77mm/10일로서 75%의 81mm/10일보다 훨씬 낮고 균사밀도도 65%일 때는 보통이지만 75%일 때는 균사밀도가 치밀한 특징을 갖고 있었다(표 6). Chen과 Hou(1978)에 의하면 배지의 수분은 1차 종균의 경우 건조가 잘 되지 않기 때문에 65%, 배양종균은 65-70%정도로

조절해야한다고 하였으나 본 시험에서는 수분함량이 75%일 때 가장 좋았다.

Table 6. Mycelial growth, density and contamination rate according to water contents of high activated calcium(500 times concentration)

(mm/10days)

Water contents(%)	Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
60	73	++	0
65	77	++	0
70	78	+++	0
75	81	+++	0
80	77	++	0

* +: Poor, ++: Good, +++: Excellent Tr. : *Trichoderma* sp., Ps. : *Pseudomonas* sp.

high activated calcium. : 500 times concentration, 0 : No occurrence, 1 : immaterial contamination(1-5% occurrence), 2 : Partial contamination(5-10% occurrence) 3 : Above 10% occurrence wholly

7. 배지의 온도에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 무살균재배를 할 때 배지내의 온도를 15~30℃로 조절하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과, 25℃ 전후에서 70mm/10일로 가장 양호하였고 15℃이하에서는 특히 균사생장이 현저히 늦었다. 균사밀도는 20~25℃에서 치밀하였고 15℃이하나 30℃이상에서는 균사밀도가 낮아지는 경향이있다. 잡균오염율은 15~30℃의 어느 온도에서도 발생치 않았으나 일반적으로 15℃이하에서 배양할 경우 균사생장은 늦어지나 잡균이 오염되는 경우는 드물다. 30℃이상에서 현저히 잡균 밀도가 높아짐에 따라 오염이 많이 되는 경우가 있으나 본 시험에서는 균사밀도만 좀 낮아지고 오염은 되지 않았다(표 7).

Table 7. Mycelial growth, density and contamination rate according to temperature of media

(mm/10days)

Temperature(℃)	Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
15	31	++	0
20	68	+++	0
25	70	+++	0
30	67	++	0

* +: Poor, ++: Good, +++: Excellent Tr. : *Trichoderma* sp., Ps. : *Pseudomonas* sp.

0 : No occurrence, 1 : immaterial contamination(1-5% occurrence), 2 : Partial contamination(5-10% occurrence) 3 : Above 10% occurrence wholly

8. 배지의 침지(고활성칼슘)시간에 따른 균사생장, 밀도, 잡균오염도의 영향

고활성칼슘을 이용하여 느타리버섯 무살균재배를 할 때 고활성칼슘 500배액에 즉시 침지로부터 48시간까지 침지하여 균사생장, 균사밀도, 잡균오염율을 조사한 결과, 침지시간에 따라 균사생장, 균사밀도, 잡균오염율에 차이가 거의 없었다. 다만 40시간 이상 침지하였을 때 균사생장이 약간 늦어지는 경향이 있었으나 균사밀도와 잡균오염도에는 영향을 미치지 않았다. 따라서 침지시간은 수분흡수만 되면 즉시 접종하면 시간을 절약할 수 있다(표 8).

Table 8. Mycelial growth, density and contamination rate according to soaking time of high activated calcium(500 times concentration)

(mm/10days)

Soaking time(hr.)	Mycelial growth	Mycelial density	Contamination rate
Immediately	104	+++	0
1	100	+++	0
8	105	+++	0
16	99	+++	0
24	105	+++	0
32	104	+++	0
40	97	+++	0
48	89	+++	0

* +: Poor, ++: Good, +++: Excellent Tr. : *Trichoderma* sp., Ps. : *Pseudomonas* sp.

9. 고효성칼슘을 이용한 무살균 재배방법에 따른 자실체의 영향

고활성칼슘을 이용한 느타리버섯 무살균재배방법에 따른 자실체의 영향을 조사한 결과, 대조구로서 살균하여 기존재배방법과 동일하게 재배하였을 경우 48.2Kg/3.3m²의 수량이었으나 고효성칼슘을 이용한 무살균은 54.6Kg/3.3m²로서 약 13%의 증수되는 효과가 있었다. 배양완성기간은 기존 재배 방법에서는 19일이 소요되었으나 무살균 균상에서는 17일이 소요됨에 따라 2일 정도 빠른 경향이 있었다. 초발이 소요일수는 무살균 균상재배에서 19일이 소요됨에 따라 기존재배방법보다 2일 정도 빨랐으며 개체중이 17.2g으로서 기존방법의 13.5g에 비하여 27%정도 더 무거운 특성이 있었다. 대길이, 대직경은 무살균방법이 약간 큰 경향이 있었으나 갓직경은 약간 적은 경향이 있었다. 상자, 봉지, 자루재배에서의 수량이 각각 1695g/45x45cm, 1587g/30x10cm, 1.5kg, 8.2Kg/25x80cm, 7Kg이었으며, 배양완성기간이 각각 13, 11, 20일이며 초발이 소요일수는 각각 16, 15, 23일 이었다. 자실체의 개체중도 기존 방법보다 큰 경향이 있었으며 대길이, 갓직경, 대직경은 비슷한 경향이였다(표 9).

Table 9. Effects of fruit body according to cultivating methods using high activated calcium

Cultivating methods	Yields	DCI (days)	DPI (days)	Bundle		Fruit body size(mm)		
				Individual/ Bundle	Individual weight(g)	Stipe elongation	Stipe diameter	Pileus diameter
Control (Existing method)	48.2	19	21	6.5	13.5	64	14	46×43
Shelf	54.6	17	19	6.3	17.2	65	15	44×42
Plastic box	1695	13	16	6.5	15.7	66	14	43×41
Pot	1587	11	15	6.9	14.6	67	13	42×41
Long sack	8.2	20	23	6.8	18.5	65	16	45×42

* Yields : Control(Kg/3.3m²), Shelf(Kg/3.3m²), Plastic box(g/45×45cm), Pot(g/30×10cm, 1.5Kg), Long sack(Kg/25×80cm,7Kg)

10. 고효성칼슘을 이용한 무살균 재배방법에 따른 병해충 발생의 영향

고활성칼슘을 이용한 무살균재배에 있어서 가장 중요한 것은 병해충 발생일 것이다. 푸른곰팡이병은 봉지나 자루재배에서는 발생치 않았으며 균상, 상자 재배에서 1~5%의 미세한 오염이 있었으나 대조구인 기존재배방법과 비슷한 수준이었다. 세균성갈변병은 발생치 않았으며 버섯파리 발생은 기존방법과 자루재배에서 1~5%의 미세한 발생이었고 상자나 균상재배에서는 상당히 많은 발생이 되었으나 살충제를 전혀 사용하지 않은 상태이었다(표 10).

Table 10. Effects of disease occurrence according to cultivating methods using high activated calcium

Cultivating methods	Disease occurrence degree		
	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Pseudomonas</i> sp.	Mushroom fly
Shelf	1	0	3
Plastic box	1	0	3
Pot	0	0	2
Long sack	0	0	1
Control (Existing method)	1	0	1

* 0 : No occurrence, 1 : immaterial contamination(1-5% occurrence), 2 : Partial contamination(5-10% occurrence) 3 : Above 10% occurrence wholly

11. 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과

고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고활성칼슘(HAC)을 조절하여 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균을 PDA배지에 접종하여 7일동안 25℃에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리인 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 11).

표 11. 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억

제효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	+	-	-	-	-	-	+
2	+	-	-	-	+	+	++
3	++	-	-	-	++	++	++
4	++	-	-	-	++	++	++
5	++	-	-	+	++	++	++
6	++	-	+	++	++	++	++
7	++	-	+	++	++	++	++

Legend: - : Inhibition, + : Growth, ++ : Complete colonization

Notes : 1ml of HAC was added to coagulated PDA medium before inoculation. The cultures were inoculated at 25°C, and the mycelial growth was observed every day for 7days.

12. 고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과

고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고활성칼슘((HAC + mineral sol.)을 조절하여 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균을 PDA배지에 접종하여 7일 동안 25°C에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리인 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 12).

표 12. 고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	+	-	-	-	-	-	+
2	+	-	-	-	+	+	++
3	+	-	-	-	+	+	++
4	++	-	-	-	+	++	++
5	++	-	-	+	++	++	++
6	++	-	-	+	++	++	++
7	++	-	+	++	++	++	++

13. 고활성갈슘(HAC)의 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 1일 배양후 억제 효과

고활성갈슘(HAC)의 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 1일 배양 후 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고활성갈슘(HAC)을 조절하여 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균을 PDA배지에 1일 배양 후 7일 동안 25℃에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성갈슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리인 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 13).

표 13. 고활성갈슘(HAC)의 푸른곰팡이균(*Trichoderma harzianum*) 1일 배양 후 억제 효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	++	-	-	-	+	++	++
2	++	-	-	+	++	++	++
3	++	-	-	++	++	++	++
4	++	-	+	++	++	++	++
5	++	-	++	++	++	++	++
6	++	-	++	++	++	++	++
7	++	-	++	++	++	++	++

Legend: - : Inhibition, + : Growth, ++ : Complete colonization

Notes : 1ml of HAC + mineral sol. was added to colonies of previously incubated for one day after inoculation. The cultures were inoculated at 25℃, and the mycelial growth after addition of HAC was observed every day for 7days.

14. 고탄성칼슘(HAC + mineral sol.)의 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 1일 배양후 억제효과

고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 1일 배양후 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고탄성칼슘(HAC)을 조절하여 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균을 PDA배지에 1일 배양 후 7일 동안 25℃에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리인 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 14).

표 14. 고탄성칼슘(HAC + mineral sol.)의 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 1일 배양 후 억제효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	++	-	-	-	+	+	++
2	++	-	-	+	+	+	++
3	++	-	-	+	+	++	++
4	++	-	+	+	++	++	++
5	++	-	+	++	++	++	++
6	++	-	+	++	++	++	++
7	++	-	++	++	++	++	++

Legend: - : Inhibition, + : Growth, ++ : Complete colonization

Notes : 1ml of HAC + mineral sol. was added to colonies of previously incubated for one day after inoculation. The cultures were inoculated at 25℃, and the mycelial growth after addition of HAC + mineral sol. was observed every day for 7days.

15. 고탄성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolaassii*) 억제효과

고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolaassii*) 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고탄성칼슘(HAC)을 조절하여 세균성갈반병(*Pseudomonas tolaassii*)균을 PDA배지에 접종하여 7일동안 25℃에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리인 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 15).

표 15. 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	++	-	-	-	++	++	++
2	++	-	-	+	++	++	++
3	++	-	-	++	++	++	++
4	++	-	+	++	++	++	++
5	++	-	++	++	++	++	++
6	++	-	++	++	++	++	++
7	++	-	++	++	++	++	++

Legend: - : Inhibition, + : Growth, ++ : Complete colonization

Notes : 1ml of HAC was added to coagulated PDA medium before inoculation. The cultures were inoculated at 25°C, and the mycelial growth was observed every day for 7days.

16. 고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과

고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고활성칼슘((HAC + mineral sol.)을 조절하여 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균을 PDA배지에 접종하여 7일동안 25°C에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리인 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 16).

표 16. 고탄성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병 (*Pseudomonas tolassii*)억제효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	++	-	-	-	+	+	++
2	++	-	-	-	+	++	++
3	++	-	-	+	++	++	++
4	++	-	+	+	++	++	++
5	++	-	+	++	++	++	++
6	++	-	+	++	++	++	++
7	++	-	++	++	++	++	++

Legend: - : Inhibition, + : Growth, ++ : Complete colonization

Notes : 1ml of HAC was added to coagulated PDA medium before inoculation. The cultures were inoculated at 25°C, and the mycelial growth was observed every day for 7days.

17. 고탄성칼슘(HAC)의 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 1일 배양 후 억제 효과

고탄성칼슘(HAC)의 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 1일 배양후 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고탄성칼슘(HAC)을 조절하여 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균을 PDA배지에 1일 배양 후 7일 동안 25°C에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고탄성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리인 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 17).

표 17. 고탄성칼슘(HAC)의 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)1일 배양 후 억제효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	++	-	-	-	+	++	++
2	++	-	-	+	++	++	++
3	++	-	+	++	++	++	++
4	++	-	++	++	++	++	++
5	++	-	++	++	++	++	++
6	++	-	++	++	++	++	++
7	++	-	++	++	++	++	++

18. 고탄성칼슘(HAC + mineral sol.)의 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 1일 배양 후 억제효과

고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 1일 배양후 억제효과를 조사하기 위하여 Control, 0, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 고탄성칼슘(HAC)을 조절하여 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균을 PDA배지에 1일 배양 후 7일 동안 25℃에서 배양하면서 - : 억제, + : 성장, ++ : 완전활착으로 구분하여 조사하였다.

고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리인 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다(표 18).

표 18. 고탄성칼슘(HAC + mineral sol.)의 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)이 억제 효과 시험

Days after inoculation	Concentration(%)						
	Control	0	400	800	1200	1600	2000
1	++	-	-	-	+	+	++
2	++	-	-	+	+	++	++
3	++	-	+	+	++	++	++
4	++	-	+	+	++	++	++
5	++	-	+	++	++	++	++
6	++	-	++	++	++	++	++
7	++	-	++	++	++	++	++

Legend: - : Inhibition, + : Growth, ++ : Complete colonization

Notes : 1ml of HAC + mineral sol. was added to colonies of previously incubated for one day after inoculation. The cultures were inoculated at 25℃, and the mycelial growth after addition of HAC + mineral sol. was observed every day for 7days.

제4절 결론

1. 고탄성칼슘으로 무살균 재배를 여러 가지 배지를 혼합하여 균사생장과 밀도, 오염율을 실험한 결과는 다음과 같다.

- 1) 방울솜을 주재료로 하여 옥수수강과 비트, 미강을 각각 10, 20, 30, 40%를 혼합

하였을 때 옥수수강, 미강, 비트 순으로 군사생장과 밀도가 양호한 결과를 보였으며 방울숨:옥수수강을 80 : 20(V/V)으로 혼합한 경우가 가장 양호하다. 특히 방울숨에 비트를 10% 이상 혼합하면 군사생장과 밀도가 현저히 불량한 특징이 있다.

2) 면자각을 주재료로 하여 옥수수강과 비트, 미강을 각각 10, 20, 30, 40%를 혼합하였을 때 비트, 미강, 옥수수강 순으로 양호한 것으로 나타남에 따라 방울숨과 반대의 경향을 나타내었다. 특히 면자각에 미강을 20%이상 혼합하면 잡균오염도 높아질 뿐만 아니라 군사생장과 밀도도 현저히 낮아지는 특징이 있다.

3) 방울숨을 주재료로 하여 옥수수강과 비트를 각각 혼합한 경우 방울숨:옥수수강:비트를 70:20:10(V/V)로 혼합한 배지가 가장 양호 하였다.

4) 면자각을 주재료로 하여 옥수수강과 비트를 각각 혼합한 경우 면자각:옥수수강:비트를 70:20:10(V/V)로 혼합한 배지가 가장 양호하였다. 고효성칼슘의 적정 약제 농도별로는 500배가 가장 좋았으나 2,000배액에서도 군사생장은 비교적 좋은 결과를 나타내었으나 잡균오염율은 희석을 많이하면 오염율이 높았다. 고효성칼슘 배지의 적정 수분함량은 77%가 적당하였으며, 25℃에서 배양하였을 때 군사밀도와 군사속도가 양호하였다. 고효성칼슘에 배지를 침지한 시간별로 조사한 결과 침지한 즉시 꺼내어 접종한 것이나 32시간 동안 침지한 것이나 동일한 효과가 있었으며 48시간 이상 침지하면 군사속도와 군사밀도가 약간 나빠지는 경향이 있었다. 따라서 고효성칼슘에 침지한 즉시 꺼내어 접종하면 군사생장과 군사밀도가 양호하였다. 즉 고효성칼슘을 이용하여 느타리버섯 폐면재배에 있어서 방울숨을 주재료로 하여 옥수수강, 비트, 미강을 혼합하여 군사생장, 군사밀도, 잡균오염도를 조사한 결과, 방울숨에 옥수수강을 20~30% 혼합하였을 때 군사생장이 76mm/10일 정도로 가장 양호하였고 군사밀도도 양호하였다.

2. 고효성칼슘(HAC, HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시와 1일배양 후의 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)와 세균성갈반병(*Pseudomonas tolaassii*)억제 효과의 결과는 다음과 같다.

1) 고효성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제 효과는 무처리인 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

2) 고효성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma*

harzianum) 억제효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

3) 고효성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

4) 고효성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

5) 고효성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

6) 고효성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

7) 고효성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

8) 고효성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

제5절 참고문헌

Chen, P. C and Hou, H. H. 1978. *Tremella fuciformis* in the biology and cultivating of edible mushrooms. Chang, S. T. and Hays, W. A. Eds, Academic press, New York. 6: 25.

- Hashimoto, K. and Takahashi, Z., Studies on growth of *Pleurotus flabellatus*. Mushroom Sci., 9, 585, 1974.
- Hung, N. L. 1986. Cultivation of Tremella(in China), promotion of science press, Beijing. p. 31-104.
- Khanna, P. and Garcha, H. S., Physiological studies on *Pleurotus* spp. I. Nitrogen utilization, Mushroom Newslett. Tropics, 5(3), 16, 1985.
- Khanna, P. and Garcha, H. S., Physiological studies on *Pleurotus* spp. II. Carbon utilization, Mushroom Newslett. Tropics, 6(1), 9, 1985.
- Liu, C.Y., Technique of cultivation of monkeyhead mushroom, Edible Fungi, No. 4, 33, 1981.
- Mueller, J. C., Gawley, J. R., Lanz, H., and Hayes, W. A., Mineral and heavy metal content of *Pleurotus sajor-caju* grown on cellulosic residues from a bleached kraft pulp mill, Mushroom Newslett. Tropic, 5(3). 9, 1985.
- Srivastava, H. C. and Bano, Z., Nutritional requirements of *Pleurotus flabellatus*, Appl. Microbiol., 19, 166, 1970.
- Ting, H. G. 1987. High yield technique for cultivation of *Tremella* in cotton seed hulls in bag culture, Edible Fungi (in chinese). No 3: 17.
- Waksman, S. A. and Allen, M., Comparative rate of decomposition of composted manure and spent mushroom soil, Soil Sci., 34, 189, 1932.
- Waksman, S. A. and Cordon, T. C., Thermophilic decomposition of plant residues in composts by pure and mixed cultures of microorganisms, Soil Sci., 47, 217, 1939.
- Waksman, S. A. and Mcgrath, J., Preliminary study of chemical processes involved in the decomposition of manure by *Agaricus campestris*, Am. J. Bot., 18, 573, 1931.
- Waksman, S. A. and Nissen, W., On the nutrition of the cultivated mushroom, *Agaricus campestris* and the chemical change brought about by this organism in the manure compost, Am. J. Bot., 19, 514, 1932.
- Waksman, S. A. and Reneger, C., Artificial manure for mushroom production, Mycologia, 26, 38, 1934.
- Waksman, S. A., Cordon, T. C., and Hulpoi, N., Influence of temperature upon the

microbiological population and decomposition processes of stable manure, *Soil Sci.*, 47, 83, 1939.

Waksman, S. A., Umbreit, W. W., and Cordon, T. C., Thermophilic actinomycetes and fungi in soils and composts, *Soil Sci.*, 47, 37, 1939.

Yun, F. S. Chiu, P. M. Zhang, H. S. and zhang, K. F. 1987. Isolation of *Tremella aurantia* Schw. ex Fr. and its physiological characteristics, (in chinese). Publication of the Shanxi Biological Research Institute, Taiwan, Shanxi Province, China.

제4장 HAC류 배지처리후 유기화 효과 및 Ca, Mg 전이정도

제1절 서 론

대사 작용이란 세포 내의 모든 화학적 활동을 말하며, 세포내의 화학적 변화는 생명 활동에 필요한 에너지를 공급하고 세포 구성물질의 동화작용을 제공한다. 물질을 분해하여 간단한 화학적 형태로 변화시키면서 에너지를 방출하는 것을 이화작용(catabolism)이라고 하고, 세포 구성물질을 합성하는 것을 동화작용(anabolism)이라고 한다.

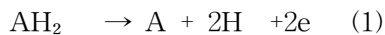
곰팡이가 탄소를 요구하는 것은 특별한 것이 아니며 단백질, 지질, 핵산 그리고 세포벽 다당류의 기본 구성물질이 된다. 이러한 모든 것은 곰팡이 내의 동화작용에 의해서 합성된다. 곰팡이는 광합성을 할 수 없기 때문에 탄소를 CO₂ 에서 얻는 것이 아니고 유기물을 분해하여서 얻는다. 이러한 유기물에는 단당류, 다당류, 유기산, 아미노산, 알코올, 다환식물질, 그리고 리그닌과 셀룰로즈 등이 있다. 곰팡이는 불용해성 셀룰로즈를 효소를 분비하여 수용성으로 분해하여 흡수하며, 이러한 대사 작용을 흡수 영양(absorptive nutrition 또는 osmotrophism)이라 한다.

곰팡이는 영양원으로 탄수화물을 좋아하기 때문에 실험실에서는 글루코스가 가장 보편적으로 쓰이는 탄소원이고 비록 다른 탄소원에서 잘 자라는 균주도 있지만 설탕 혼합물도 많이 쓰이는 탄소원이다. 탄소원의 농도는 아주 중요한데 곰팡이의 배양 시 농도가 2%를 넘지 않도록 해야 한다. 그러나 어떤 효모균은 높은 설탕 농도에서도 잘 자라는 것이 있다.

어떤 곰팡이의 특별한 탄소원의 이용 능력은 respirometric방법에 의해 결정된다. 사실 특정 탄소원의 분해 능력은 세포에서 분리된 미토콘드리아를 준비하여 할 수 있다. 그러나 미토콘드리아 막의 손실 없이 세포에서 분리하기란 매우 어렵기 때문에 미토콘드리아 준비는 쉽지 않다.

호흡은 세포 내에서 에너지를 얻기 위하여 일어나는 산화 작용을 말하며, 산화란 물질에서 전자를 잃는 것을 말한다. 한 물질에서 전자를 잃으면 다른 물질에서 그 전자

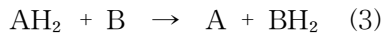
를 얻으며, 이렇게 전자를 얻는 작용을 환원이라 한다. 따라서 산화와 환원의 두 반응은 서로 같이 일어난다. 즉 한 물질에서 전자를 잃는 것은 산화된다고 하고 다른 물질이 전자를 얻는 것을 환원된다고 한다. 일반적으로 유기물로부터 전자를 잃는 것은 수소이온의 손실과 관련이 있다. 따라서 물질의 산화는 탈수소화 혹은 수소공여체(hydrogen donor)라고 한다. 반면에 환원되는 물질은 수소수용체(hydrogen acceptor)라고 하며 산화반응과 환원반응은 같이 일어난다. 전문 용어상으로는 이들 두 반응은 coupled 됐다고 한다. 만약 물질이 산화된다고 하고 수소공여체를 AH_2 라고 표시하면 산화 반응식은:



만약 물질이 환원될 때 수소 수용체는 B라 하고 환원 반응식을 표시하면:



이들 두 반응을 종합적으로 표시하면:



그러나 이것은 일련의 반응의 요약을 나타낸 것이다. 그리고 전자의 수소이온은 산화 반응 중에 한 물질에서 다른 물질로 전이된다.

이러한 생화학적 관점의 비교는 강조되고 계속 연구되어야 한다. 계통 발생적인 측면에서는 매우 다른 생물이지만 대사 작용은 유사성이 있다. 따라서 곰팡이와 다른 생물의 유사성이 발견되는 것은 놀랄 만한 것이 못된다. 대사 작용에는 유사성이 있는 반면에 특별한 물질을 생산할 때에는 다른 대사 경로를 가지고 있다. 여기에서는 곰팡이 대사에 대한 일반적인 면만 생각하기로 한다.

Burnett는 탄수화물이 에너지를 생산하는 이화작용 과정에는 세 개의 주요 단계가 있다고 하였다. 첫 단계는 탄수화물이 전환되어 hexose로 되고 따라서 인산화가 된다. 이 단계는 에너지를 방출하지 않고 ATP(adenosine triphosphate)를 필요로 한다. 탄수화물이 글루코스와 같은 hexose로 변화하는 것은 세포의 효소작용에 의해서 일어나고, 용해된 글루코스는 곰팡이 세포 내로 들어간다. 세포 내에서 글루코스는 세포 내 효소인 hexokinase의 작용을 받아 인산화작용을 거쳐서 글루코스-6-인산으로 된다.

탄수화물 이화작용의 2번째 단계는 hexose-6-phosphate가 분해되어 3-C 혹은 2-C 합성물이 된다. 이 단계는 에너지 생성 단계이고 glucolysis로 알려져 있으며, 곰팡이의 경우 이 단계에 3경로가 알려져 있다. 이들 경로 중 가장 널리 알려져 있고 곰팡이 내 글루코스가 전부 분해되는 경로는 Emden-Meyerhof-Parnas(EMP)이다.

Hexose가 pyruvic산으로 전환되는 EMP경로의 작동에는 10개 이상의 효소가 조절하는 많은 반응들이 있다. EMP 경로에서 에너지가 ATP생성에 많이 존재하지 않고 피루브산에 많다. 피루브산은 아세틸 조효소 A로 변한다. 아세틸조효소 A는 옥살로아세트산과 결합하여 시트르산으로 변하고 따라서 glycolysis의 산물은 TCA(Tricarboxylic Acid) 회로로 들어가게 한다. TCA 회로는 크렙스회로 또는 Citric Acid(CA) 회로라고도 한다.

비록 Pentose Phosphate(PP)가 Entner-Doudoroff(ED) 경로로 알려진 Hexose monophosphate(HMP)보다 더 많이 알려져 있지만 HMP 경로도 많은 곰팡이가 이용한다. 두가지 경로 모두 포도당-6-인산을 glucose-6-P dehydrogenase와 6-phosphogluconate 효소의 영향을 받아 6-phosphogluconase로 전환시킨다. 그러나 ED경로는 계속 진행하여 gluceraldehyde-3-phosphate로 변화시키고, 다른 합성물과 같이 지방산과 suger alcohol을 합성한다.

ED 경로는 PP경로보다 곰팡이에서는 좀 적은 편이다. 그리고 곰팡이는 이 경로에 대한 증거가 제한되어 있기 때문에 ED경로의 존재에 대한 의문이 있어 왔다. 그리고 이 경로는 2종류 곰팡이의 특별한 단계에만 있으며, 모두 글루코스-6-PO⁴에서 6-phosphogluconate로 전환된다. 그러나 ED 경로는 계속 전환되어 2-keto-3deoxy-6-phosphogluconate로 되고 이것으로부터 glyceraldehyde-3-phosphate와 pyruvic산으로 된다. 이러한 hexose monophosphate 경로에서 PP와 ED의 결과에 대한 차이점은 여러 효소의 영향이 하나에는 있고 다른 하나에는 없다는 것이다. PP와 ED 경로에서 단 하나의 같은 효소는 글루코스-6-인산에서 6-phosphogluconate 로 전환 시키는 초기단계에 나타나는 glycolysis이다. Glycolysis에는 glucose-6-P dehydrogenase와 6-phosphogluconase가 포함된다.

탄수화물이 이화 작용으로 될 때 에너지 단계는 최종적으로 한개 탄소 화합물을 분해시키는 것인데, CO₂ 가 주요한 것 중의 하나이다. 이 단계에서는 3-C를 함유하는 pyruvic산이 TCA 사이클에 의해 CO₂ 와 물로 완전히 분해된다. TCA사이클에는 디(di) 또는 트리카르복시산이 형성된다. 피루브산은 NAD와 조효소 A가 존재하면 아세틸조효소 A와 NADH₂ 로 전환되면서 CO₂ 를 방출한다. 조효소 A의 역할은 아세틸(CH₃ CO⁻)그룹의 운반 기능을 한다. 아세틸조효소 A가 4-C-디카르복시산과 결합이 되면 옥살로 아세트산이 되고 이것은 트리카르복시산인 시트르산이 되며, 효소적인 조절 반응의 결과로 옥살로 아세트산의 형성이 되도록 한다. 이 사이클을 매개로 하여 다른 반응들이 분리되어 아미노산이 형성되고 사이클이 계속된다면 다른 통로를

통하여 옥살로 아세트산의 형성이 요구된다. 이 옥살로 아세트산은 피루브산의 카르복실화에서 말산(malic acid)를 형성하며 말산은 다시 옥살로아세트산으로 전환된다. 또는 옥살로아세트산은 카르복실화에 의한 phosphoenolpyruvate에서 오는 것으로 추정한다. 만약 숙신산이 약간의 반응에 의해 제한되면 glyoxylic산이 작동한다. 이러한 이소시트릭산은 glyoxylic산($\text{CH}_2 \text{ OHCOOH}$)과 4-C 디카르복시산, 숙신산으로 변한다. 아세틸조효소 A가 존재하면 glyoxylic산은 4-C 디카르복시산 말산으로 전환될 수 있다.

TCA사이클에서는 피브르산에서 나온 아세틸을 이용하여 시트르산을 형성하고, 시트르산은 산화되어 CO_2 로 된다. 그러나 매개 화합물은 알파케토글루타르산으로부터 글루타믹산 같은 아미노산을 합성한다. 그러나 이러한 작용은 무시되며, TCA 사이클의 중요한 역할에 대해서 언급하기로 한다. 이 역할은 에너지 생산과 관련이 있다. TCA 사이클에서 수소이온은 nicotinamide adenine dinucleotide(NAD)로 전환되어 NADH_2 를 형성하며, 이소시트르산, 알파케토글루타르산, 말산 등이 형성된다. 그리고 숙신산의 산화 작용에서는 FAD(flavin adenin dinucleotide) FADH_2 로 변한다. 이러한 탈수소작용 동안에 분리된 전자는 산소와 결합하여 물이 된다. 곰팡이의 전자전달계는 시토크롬을 포함하며 이 시토크롬은 다른 생물체의 것과 비슷하다. 일반적인 과정은 $\text{FAD} \rightarrow \text{시토크롬 b} \rightarrow \text{조효소 Q} \rightarrow \text{시토크롬 C}_1 \rightarrow \text{시토크롬 C} \rightarrow \text{시토크롬 a}$ 가 되어 산소로 된다. 곰팡이의 시토크롬은 저온 흡수 스펙트럼에 의해 밝혀졌으며 그들의 반응에는 많은 억제 요인이 존재한다.

수소전달과 그들의 전자는 시토크롬 체인을 통과하여 에너지로 변하여 ATP를 합성시키는데 이용된다. 즉 $\text{ADP} + \text{Pi}(\text{무기인산}) + \text{에너지} \rightarrow \text{ATP}$. 그리고 이 반응에는 산화와 인산화가 포함된다. 한 쌍의 수소이온은 ATP 3분자를 생성하며 ATP 1몰은 약 7kcal의 에너지를 가지고 있다. 피루브산이 아세틸조효소 A로 전환되면서 하나의 NADH_2 를 형성했기 때문에 3ATP가 생성된다. 조효소 A는 TCA 사이클을 거치면서 완전 산화되어 8개의 수소이온과 전자를 방출하기 때문에 ATP 12몰이 형성된다. 1몰 피루브산에서 생성되는 총 ATP는 15몰이기 때문에 총 생산되는 에너지는 105kcal이다($15 \text{ ATP} \times 7\text{kcal}$).

우리는 곰팡이의 호흡 작용에 의해서 탄소원이 효소 역할로 분해되는 것을 강조하고자 한다. 곰팡이는 (1) 생활에 필요한 내용물을 합성하기 위해서 많은 중간 매개체를 이용하고, (2) 원래 탄소원에 나온 에너지를 ATP로 전환하면서 장차 필요한 에너지 원으로 이용한다.

HAC, HAC+mineral sol.을 처리하여 느타리버섯(춘추2호), 새송이1호, 팽이버섯1호, 표고(툽밥재배용), 꽃송이에 대한 칼슘함량과 전이칼슘을 조사하고 유기화 기능성 버섯을 생산하여 농가소득 증대에 기여하고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

HAC, HAC+mineral sol.을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 5반복을 제조하여 조사하였다. 느타리버섯(춘추2호), 새송이1호, 팽이버섯1호, 표고(툽밥재배용), 꽃송이에 대한 칼슘함량과 전이칼슘을 ICP방법으로 조사하였다.

곰팡이 호흡을 연구하는데 가장 많이 사용되는 방법은 가스 교환을 측정하는 것과 340nm의 스펙트로포토미터에서 NAD NADP의 손실 형태를 조사하는 것이다.

가스 교환기는 산소의 흡수나 이산화탄소의 형성량을 조사한다. Warbura-Barcroft constant volume nanometer가 곰팡이 호흡량을 결정하는데 가장 많이 사용된다. 그러나 이 방법은 많은 시료를 짧은 시간에 측정을 하고자 할 때 항상 일정한 양으로 맞추어야 된다는 문제가 있으며 다른 결점은 용기 내의 세포 용액을 진탕을 하기 때문에 세포가 응집되어 정상적인 호흡이 방해받을 수도 있다. 간단한 호흡 측정기가 Warbura-Barcroft 방법의 결점을 보완한 것이 있다. 이 측정기는 사상균 호흡을 성공적으로 측정할 수 있다.

340nm 스펙트로 포토미터의 측정 방법은 NAD NADP가 산화될 때 일어나는 변화를 측정하는 것으로 물질이 전환될 때 일어나는 효소의 활성도 반영된다. 비슷한 방법으로 550nm에서 시토크롬의 산화와 환원도 측정할 수 있다. Niederpruem 등은 특별한 저해제를 사용하여 치마버섯의 시토크롬 체계를 밝혔다.

곰팡이 물질의 호흡량 측정을 위한 준비는 여러 가지 방법으로 수행되었다. 모든 세포의 호흡을 연구하기 위해서는 여러 시료를 사용하는데 즉, 한천 배지의 균사체, 진탕 배양의 균사체 펠렛, 간단히 균질 처리한 균사체 등이 사용 균사체에 한천이 있으면 정확한 균사체 건물중을 측정하기는 불가능하다. 이 문제는 호흡량 측정에 있어서 산소의 흡수는 건물중이나 단백질을 기준으로 측정되기 때문에 매우 중요하다. 진탕 배양한 균사체 펠렛의 크기는 매우 작아야 된다. 왜냐하면 펠렛 표면 세포와 내부 세포로 산소가 확산될 때 그 량이 차이가 있기 때문이다. 그리고 간단히 균질기로 처리한 것도 균사가 죽은 조각이 발생되기 때문에 정확하지가 않다.

곰팡이 호흡을 측정하기 위한 곰팡이 세포의 준비는 매우 어렵기 때문에 Bonitati등

은 이러한 어려움을 최소화하는 방법을 개발하였다. 이 방법은 미리 살균을 하고 무게를 측정된 얇은 tantalum grids에 균사체를 얇게 깔아 사용하며, 그 방법은 균사체의 호흡량을 측정하고 나서 균사체의 건물중을 계산한다. Tantalum grids는 50%(v/v) nitric 산에서 끓인 다음 세척하여 다시 사용할 수 있다.

미토콘드리아를 세포에서 분리하여 호흡에 관한 유익한 정보를 얻을 수 있다. 미토콘드리아 분리는 원심분리를 이용하는 방법이 많이 개발되어 있다. 균사를 분쇄하는 방법은 mortar를 이용하거나, 석영을 넣어서 유발에서 갈거나 혹은 Pyrex 글라스를 사용하는 방법이 있다. 균사는 냉동건조나 일반 건조, 또는 아세톤으로 건조시킨 후 갈아서 쉽게 내용물을 추출할 수 있다. 바로 냉동시켜서 연마제로 분쇄하기도 하고 볼밀(ball mill)이나 균질기 등을 사용하기도 한다. 그리고 sonic oscillation을 이용하여 분쇄하는 경우도 있으나 이 방법은 미토콘드리아 막이 파괴되어 미토콘드리아가 손실되는 경우가 있다. 또는 균사 분쇄 방법으로 Hughes press를 통과시키거나 혹은 관 형태의 프레스도 성공적으로 사용할 수 있다.

수출 시에는 인 완충제에 염이나 설탕 용액을 섞어서 사용한다. EDTA가 중금속 이온에 의해서 효소 활성이 떨어지는 것을 막기 위해 사용되기도 한다.

호흡에 영향을 미치는 요인은 곰팡이 종류에 의한 것보다는 다른 요인이 훨씬 영향을 미치는데 생장이 가장 빠를 때 호흡이 많다. 막의 투과성도 호흡 연구에 중요한 영향을 미친다. 예를 들면 어떤 물질이 막을 투과하지 못하면 호흡 작용이 일어나지 않으며, 혹은 pH가 낮거나 ester로 전환시킬 때에는 다른 유기산과 같이 산화시킨다. 비록 산이 외부적인 물질에 영향을 줄지 모르지만 내부 호흡에서는 pH 5~8 범위에서는 전혀 영향을 받지 않는다. 그리고 산소를 많이 요구하는 종류도 있지만 낮은 산소 농도에서도 호흡에 큰 영향을 미치지 않는다. 곰팡이 호흡을 연구할 때는 세포 내 인, 칼륨, 마그네슘 등이 존재해야 한다.

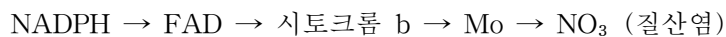
곰팡이 호흡의 연구에 관계되는 문제점 중에 외부 물질이 없어도 대사 작용이 일어나는데, 즉 내부 호흡이다. 곰팡이의 내부 호흡은 매우 높기 때문에 내부 호흡 문제에 정확한 측정이 없으면 외부 호흡을 결정 하는데 문제점을 야기 시킬 수 있다. 내부 호흡을 최소화하는 방법 중의 하나로서 세포에 영양분 공급을 하지 않아서 내부 물질의 양을 줄이는 것이다. 그러나 더 좋은 방법은 곰팡이 세포 내에 영양분이 축적되지 않는 배지를 만드는 것이다.

호흡 계수(respiratory quotient ; RQ)를 결정할 때는 가끔 호흡률(respiratory coefficient)이 언급되기도 한다. 이산화탄소의 방출량과 흡수되는 산소량의 비율을 호

흡 계수(R.Q.= CO_2 / O_2)라 한다. 이 값을 결정하는 것은 물질이 산화되는 정도를 나타내는 것이다. 탄수화물 R.Q값은 1이고 지방은 0.7이다. 버섯에 관해서는 포자발아 시부터 자실체 형성까지 여러 단계의 호흡 계수가 결정되었다. Hou등이 양송이의 호흡 계수를 측정한 걸 보면 외부호흡계수로 자실체 조직은 0.7, 균사는 0.93, 원기는 0.9라고 하였다.

질소는 단백질, 푸린, 피리미딘, 비타민 등의 합성에 필요할 뿐만 아니라 세포벽 구성 요소인 키틴에도 함유되어 있다. 질소원은 매우 다양하고 곰팡이 종류마다 요구하는 성질이 서로 다르다. 곰팡이는 생장 배지에 다른 성분을 넣지 않고 질소원만 첨가 시키면 생장이 되지 않는다.

곰팡이 균사는 여러 형태의 질소를 흡수하고 이동한다. 균사에는 물질 수송을 방해하는 세포벽과 세포막이 존재하지만 분자량이 4500~4700 정도 되는 것은 세포벽을 통과한다. 따라서 세포벽은 질산염, 암모늄, 아미노산 등과 같은 질소원의 통과를 방해하지 않는다. 그러나 능동적 수송은 질산만 가능하다. 질산 대사에 관한 연구 결과 담자균 중 질산염은 이용하지 못하고 암모늄만 이용하는 종류도 있다. 이러한 종류는 질산을 NH_4 형태로 전환시키는 nitrogen reductase 효소가 없기 때문이다. 질산염을 아미노산으로 전환하는 단계, Nitrate reductase는 매우 복잡한 효소로서 Mo, FAD, 시토크롬 b를 함유하고 있다. 이 효소는 다음 순서에 따라 전자전달에 작용한다.



질산염 이온이 전자를 받으면 그것은 nitrite(NO_2^-)가 된다. Nitrite의 환원은 알 수 없는 중간 단계(아마 NOH , NO_2NH_2 , $H_2N_2O_2$ 일 것으로 가정)을 거쳐서 hydroxylamine이 되며 최종적으로 암모니아가 된다.

Griffin은 nitrite 가 암모니아로 전환될 때는 6개의 전자가 전달된다고 하였다. (nitrate \rightarrow 알 수 없는 단계 \rightarrow hydroxylamine \rightarrow 암모니아). Nitrate 환원의 전자 전달 경로는 NADH나 NADPH와 같이 시작되어 FAD가 되고 이것은 sirohaem이 되며 최종적으로 nitrate가 된다. 이 방법에 의하면 hydroxyl amine 환원 효소는 필요 없으나, 그 효소 활력에 대한 역가는 보고된 것이 있다.

TCA사이클의 중간 대사물과 암모니아는 밀접한 관련을 가져서 아미노산을 생성하는 것으로 알려져 있다. 예를 들면, α -케토 글루타믹산 + NH_3 + $NADPH_2$ 는 글루타믹 탈수소 효소가 있으면 아미노산 글루타믹산 + H_2O + $NADP$ 가 된다. 다른 아미노산도 이와 비슷한데 예를 들면 글루타믹산 + 피루빅산은 transaminase가 있으면 알파케토글루타믹산 + 알라닌이 된다. Fumaric산도 암모니아와 결합하면 아미노산인

aspartic산으로 된다. 그러나, 이러한 작용은 α -ketoglutarate에서 glutamate로 변하는 것보다 중요하지 않다. *Neurospora*의 생화학적인 유전 연구에 의해서 아미노산 합성에 대한 연구는 많이 되고 있다.

지질은 이질접합체 물질로서 구성이 매우 복잡하며 극성이 없는 용매에서 녹는다. 지질은 보통 글리세롤과 지방산을 함유하고 있으며, 지방산은 여러 형태의 체인으로 이루어져 있고 포화지방산과 불포화 지방산이 있다. 글리세롤과 지방산의 ester작용에 의해서 1가, 2가, 3가 - glycerides가 된다. 글리세롤의 hydroxyl 그룹에 속하는 인지질 같은 복잡한 지질은 인산에 의해 에스테르화 되고, glycosidic 결합에 의해 글리세롤과 결합되어 있는 glycolipids는 당으로 전환된다.

Lipases hydrolyze triglycerides는 글리세롤과 지방산을 분해한다. 글리세롤은 해당 작용은 거쳐서 에너지를 방출하고, 지방산의 대사 작용은 매우 복잡하지만 글리세롤의 분해와 비슷하다. 글리세롤은 곰팡이 체내에서 지방으로 전환되어 저장되어 있다. 이 지방은 곰팡이의 에너지와 다른 중간 생성물에 이용된다. 지질은 곰팡이의 세포막, 그리고 다른 기관의 막의 구성 성분이 되고 원형질의 내부 망상 구조가 된다. 세포막관의 막의 구성 성분이 되고 원형질의 내부 망상 구조가 된다. 세포막내의 가장 많이 사용되는 지질은 인지질 이지만 스테롤(곰팡이에서는 에르고스테롤)도 존재한다. 곰팡이가 이용할 수 있는 지질은 세포벽에 존재하고, 곰팡이 포자의 외피에 수분의 침투를 방해하는 물질로 이용되는 것으로 추정하고 있다. 그리고 *Achlya*의 경우 특수한 스테롤이 성호르몬 역할을 한다.

제3절 결과 및 고찰

1. HAC류 배지처리후 유기화 효과실험 및 Ca 전이정도 측정실험

HAC를 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 느타리버섯(춘추 1호)에 배지에 처리하여 칼슘함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 4.89mg/100g로서 대조구 3.5mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액 보다는 800배액까지는 전이율이 많다가 2000배액까지 점차 전이율이 떨어지는 경향이 있다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 25mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 25~26mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 1).

표 1. HAC 처리에 의한 느타리버섯(춘추1호) 칼슘전이 효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	3.5	3.8	4.2	4.89	4.3	3.6	3.6
배지내	25	567.5	26.4	25.7	25.47	25.35	25.28
전이율	14%	-	15.9%	19%	16.88%	14.2	14.2%

HAC+ Mineral sol 을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 느타리버섯(춘추1호)에 배지에 처리하여 HAC+ Mineral sol의 함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 4.92mg/100g로서 대조구 3.5mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액 보다는 약간은 전이율이 많았다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 25mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 25~26mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 2).

표 2. HAC+ Mineral sol 처리에 의한 느타리버섯(춘추1호) 칼슘전이

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	3.5	3.85	4.3	4.92	4.2	3.5	3.65
배지내	25	567.5	26.4	25.7	25.47	25.35	25.28
전이율	14%	-	16.28%	19.14%	16.48%	13.8	13.8%

HAC를 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 큰느타리버섯(새송이)에 배지에 처리하여 칼슘함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 4.2mg/100g로서 대조구 3mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액 보다는 400~2000배액까지는 전이율이 많았다. 배지 내에서는 원액이 565.5mg/100g로서 대조구 23mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 약 24mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 3).

표 3. HAC 처리에 의한 큰느타리버섯(새송이) 칼슘전이 효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	3	3.1	3.8	4.2	3.6	3.3	3.1
배지내	23	565.5	24.4	24.7	24.47	24.35	24.28
전이율	13%	-	15.57%	19%	17%	13.55	12.76%

HAC+ Mineral sol 을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 큰느타리버섯(새송이)에 배지에 처리하여 HAC+ Mineral sol의 함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 4.3mg/100g로서 대조구 3mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 800배액 이외에는 대조구와 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 565.5mg/100g로서 대조구 23mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 약 24mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 4).

표 4. HAC+ Mineral sol 처리에 의한 느타리버섯(새송이) 칼슘전이

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	3	3.1	3.9	4.3	3.6	3.4	3.1
배지내	23	565.5	24.4	24.7	24.47	24.35	24.28
전이율	13%	-	15.98%	17.4%	14.7%	13.96%	13.8%

HAC를 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 팽이버섯에 배지에 처리하여 칼슘함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 2.5mg/100g로서 대조구 2mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액~2000배액까지는 전이율에 유의차가 별로 나타나지 않았다. 배지 내에서는 원액이 565.5mg/100g로서 대조구 23mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 약 24mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 5).

표 5. HAC 처리에 의한 팽이버섯 칼슘전이 효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	2	2.1	2.4	2.5	2.3	2.1	2.1
배지내	23	565.5	24.4	24.7	24.47	24.35	24.28
전이율	8.6%	-	9.8%	10.1%	9.3%	9.8%	8.6%

HAC+ Mineral sol 을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 팽이버섯에 배지에 처리하여 HAC+ Mineral sol의 함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 2.6mg/100g로서 대조구 2mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액~2000배액까지는 전이율이 더 많기는 하지만 유의차가 별로 나타나지 않았다. 배지 내에서는 원액이 565.5mg/100g로서 대조구 23mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 약 24mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 6).

표 6. HAC+ Mineral sol 처리에 의한 팽이버섯 칼슘전이

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	2	2.1	2.5	2.6	2.3	2.1	2.1
배지내	23	565.5	24.4	24.7	24.47	24.35	24.28
전이율	8.6%	-	10.2%	10.5%	9.3%	9.8%	8.6%

HAC를 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 꽃송이에 배지에 처리하여 칼슘함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 4.1mg/100g로서 대조구 3mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 23mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 약 24mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 7).

표 7. HAC 처리에 의한 꽃송이 칼슘전이 효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	3	3.2	3.7	4.1	3.7	3.2	3.1
배지내	23	565.5	24.4	24.7	24.47	24.35	24.28
전이율	13%	-	15.16%	16.6%	15.1%	13.14%	12.76%

HAC+ Mineral sol 을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 꽃송이버섯에 배지에 처리하여 HAC+ Mineral sol의 함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 4.3mg/100g로서 대조구 3mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액~2000배액까지는 전이율이 더 많기는 하지만 유의차가 별로 나타나지 않았다. 배지 내에서는 원액이 565.5mg/100g로서 대조구 23mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 약 24mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 8).

표 8. HAC+ Mineral sol 처리에 의한 꽃송이 칼슘전이

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	3	3.2	3.8	4.3	3.7	3.3	3.1
배지내	23	565.5	24.4	24.7	24.47	24.35	24.28
전이율	13%	-	15.57%	17.4%	15.12%	13.55%	12.76%

HAC를 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 표고버섯에 배지에 처리하여 칼슘함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 19.1mg/100g로서 대조구 15mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 574.4mg/100g로서 대조구 48mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 48~51mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 9).

표 9. HAC 처리에 의한 표고 칼슘전이 효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	15	16	18.5	19.1	16.3	15.6	15.1
배지내	48	574.4	50	51	48.66	48.5	48.4
전이율	31%	2.7%	37%	37.45%	33.5%	32.16%	31.39%

HAC+ Mineral sol 을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 표고버섯에 배지에 처리하여 HAC+ Mineral sol의 함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 400배액이 19mg/100g로서 대조구 15mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 574.4mg/100g로서 대조구 48mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 48~51mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 10).

표 10. HAC+ Mineral sol 처리에 의한 표고 칼슘전이

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	15	16	19	18	16.6	15.6	15.2
배지내	48	574.4	50	51	48.66	48.5	48.4
전이율	31%	2.78%	38%	35.3%	34.11%	13.55%	31.4%

2. 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

Mg을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 느타리버섯에 배지에 처리하여 버섯생장률과 전이률을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 9.5mg/100g로서 대조구 8mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 42mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 42~44mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 11).

표 11. 느타리버섯의 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	8	8.2	9.1	9.5	8.5	8.2	8
배지내	42	567.5	44	43	42.7	42.5	42.4
전이율	19%	1.4%	20.68%	22%	19.9%	19.3%	18.86%
균사성장율	-	-10.9%	23%	30.7%	17.6%	12%	7.6%

Mg을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 새송이 버섯에 배지에 처리하여 버섯생장률과 전이률을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 6.8mg/100g로서 대조구 6mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 42mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 42~44mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 12).

표 12. 새송이 버섯의 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	6	6	6.4	6.8	6.5	6.1	6.1
배지내	42	567.5	44	43	42.7	42.5	42.4
전이율	14.3%	-	14.5%	15.8%	15.2%	14.35%	14.38%
균사성장율	-	-17.3%	12%	18.7%	12%	5.3%	2.7%

Mg을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 팽이버섯에 배지에 처리하여 버섯생장률과 전이률을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 9.4mg/100g로서 대조구 8mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 42mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 42~44mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 13).

표 13. 팽이버섯의 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	8	8.1	9.1	9.4	8.6	8.2	8
배지내	42	567.5	44	43	42.7	42.5	42.4
전이율	19%	1.4%	20.68%	22.9%	20.1%	19.3%	18.86%
균사성장율	-	-26.8%	17%	15.85%	9.7%	5.7%	2.4%

Mg을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 꽃송이 버섯에 배지에 처리하여 버섯생장률과 전이율을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 6.8mg/100g로서 대조구 6mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 567.5mg/100g로서 대조구 44mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 42~44mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 14).

표 14. 꽃송이 버섯의 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	6	6	6.4	6.8	6.4	6.3	6
배지내	42	567.5	44	43	42.7	42.5	42.4
전이율	14%	1%	14.5%	15.8%	15%	14.8%	14.1%
균사성장율	-	-8.7%	60.8%	34.8%	13%	4.3%	0%

Mg을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 표고 버섯에 배지에 처리하여 버섯생장률과 전이율을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 16mg/100g로서 대조구 13mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 565.5mg/100g로서 대조구 32mg/100g보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 32~35mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(표 15).

표 15. 표고 버섯의 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

mg/100g

	control	원액	400	800	1200	1600	2000
버섯내	13	13.2	15	16	15	14	14
배지내	32	566.5	34	33	32.7	32.5	32.4
전이율	40%	2.3%	44%	48%	45.8%	43%	43%
균사성장율	-	-37%	24%	25.8%	16%	4.8%	3.2%

제4절 결론

1. HAC류 배지처리후 유기화 효과실험 및 Ca 전이정도 측정실험

HAC를 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 각종 버섯 배지에 처리하여 칼슘함량을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 가장 좋았다. 또한 버섯 중에서 표고버섯이 전이율이 가장 높았다. 대조구 보다 많이 전이되었고 원액 보다는 800배액까지는 전이율이 많다가 2000배액까지 점차 전이율이 떨어지는 경향이 있다.

2. 미량미네랄 전이정도와 버섯성장효과

Mg을 control, 원액, 400, 800, 1200, 1600, 2000배액으로 조제하여 느타리버섯에 배지에 처리하여 버섯생장률과 전이률을 조사한 결과, 첫째 버섯 내에서는 800배액이 가장 많이 전이되었다. 대조구 보다는 원액 ~ 2000배액까지는 전이율이 많기는 하지만 큰 유의차가 없었다. 배지 내에서는 원액이 대조구 보다 가장 많이 전이되었다. 원액이 가장 많이 전이되었고 400~2000배액까지는 42~44mg/100g으로서 희석농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

제5절 참고문헌

Abrams CK, Siram SM, Galsim C, Johnson-Hamilton H, Munford FL, Mezghebe H. calcium deficiency in long-term total parenteral nutrition. Nutr Clin Pract 1992;7:175-8.

Arthur JR. The role of calcium in thyroid hormone metabolism. Can J Physiol

Pharmacol 1991;69:1648-52.

Beck MA, Levander O, Handy J. calcium deficiency and viral infection. *J of Nutr* 2003;133:1463S-67S.

Berdanier, CD. *Advanced Nutrition: Micronutrients*. CRC Press 1998; 208-11.

Bialostosky K, Wright JD, Kennedy-Stephenson J, McDowell M, Johnson CL. Dietary intake of macronutrients, micronutrients and other dietary constituents: United States 1988-94. *Vital Health Stat*. 11(245) ed: National Center for Health Statistics, 2002.

Bjerre B, von Schenck H, Sorbo B. Hyposelaemia: Patients with gastrointestinal diseases are at risk. *J Intern Med* 1989;225:85-8.

Burguera JL, Burguera M, Gallignani M, Alarcon OM, Burgueera JA. Blood serum calcium in the province of Merida, Venezuela, related to sex, cancer incidence and soil calcium content. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1990;4:73-7.

Clark LC, Combs Jr GF, Turnbull BW, Slate EH, Chalker D, Chow J, Davis LS, Glover RA, Graham GF, Gross EG, Krongrad A, Leshner JL, Park HK, Sanders BB, Smith CL, Taylor JR. Effects of calcium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin. A randomized controlled trial. *J Am Med Assoc* 1996;276:1957-63.

Combs G.F, Jr and Gray W.P. Chemopreventive agents: calcium. *Pharmacol Ther* 1998; 79:179-92.

Combs GF, Clark LC, Turnbull BW. An analysis of cancer prevention by calcium. *BioFactors* 14 2001; 153-9.

Combs GF, Jr., Clark LC, Turnbull BW. Reduction of cancer risk with an oral supplement of calcium. *Biomed Environ Sci* 1997;10:227-34.

Combs GF. Food system-based approaches to improving micronutrient nutrition: the case for calcium. *Biofactors* 2000;12:39-43.

Corvilain B, Contempre B, Longombe AO, Goyens P, Gervy-Decoster C, Lamy F, Vanderpas JB, Dumont JE. calcium and the thyroid: How the relationship was established. *Am J Clin Nutr* 1993;57 (2 Suppl):244S-8S.

Derumeaux H, Valeix P, Castetbon K, Bensimon M, Boutron-Ruault MC, Arnaud J, Hercberg S. Association of calcium with thyroid volume and echostructure in

35- to 60-year-old French adults. *Eur J Endocrinol* 2003;148(3):309-15.

Ellis DR and Salt DE. Plants, calcium and human health. *Curr Opin Plant Biol* 2003;6:273-9.

Fleet JC. Dietary calcium repletion may reduce cancer incidence in people at high risk who live in areas with low soil calcium. *Nutr Rev* 1997;55:277-9.

Garland M, Morris JS, Stampfer MJ, Colditz GA, Spate VL, Baskett CK, Rosner B, Speier FE, Willett WC, Hunter DJ. Prospective study of toenail calcium levels and cancer among women. *J Natl Cancer Inst* 1995;87:497- 505.

Gartner R, Albrich W, Angstwurm MW. The effect of a calcium supplementation on the outcome of patients with severe systemic inflammation, burn, and trauma. *BioFactors* 14 2001; 199-204.

Goldhaber SB. Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2003;38:232-42.

Gramm HJ, Kopf A, Bratter P. The necessity of calcium substitution in total parenteral nutrition and artificial alimentionation. *J Trace Elem Med Biol* 1995;9:1-12.

Hercberg S, Galan P, Preziosi P, Roussel AM, Arnaud J, Richard MJ, Malvy D, Paul-Dauphin A, Briancon S, Favier A. Background and rationale behind the SU.VI.MAX Study, a prevention trial using nutritional doses of a combination of antioxidant vitamins and minerals to reduce cardiovascular diseases and cancers. Supplementation en Vitamines et Mineraux AntiXydants Study. *Int J Vitam Nutr Res* 1998;68:3-20.

<http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/minerals/calcium/index.html>

<http://ods.od.nih.gov/factsheets/calcium.asp>

<http://ods.od.nih.gov/factsheets/calcium.asp>

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: Vitamin C, Vitamin E, calcium, and Carotenoids. National Academy Press, Washington, DC, 2000.

Jennings, D. H., Thorton, J. D., Galpin, M. F. J., and Coggins, C. R., Translocation in fungi, in *Symposia of the Society for Experimental Biology*. XXVII, Sleight, M. A. and Jennings, D. H., Eds., University Press, Cambridge, 1974, 139.

Knekt P, Marniemi J, Teppo L, Heliovaara M, Aromaa A. Is low calcium status a

risk factor for lung cancer? Am J Epidemiol 1998;148:975-82.

Kuroki F, Matsumoto T, Lida M. calcium is depleted in Crohn's disease on enteral nutrition. Digestive Diseases 2003;21:266-70.

Levander O.A. Nutrition and newly emerging viral diseases: An overview. J Nutr 1997;127: 948S-50S.

Levander OA and Beck MA. Interacting nutritional and infectious etiologies of Keshan disease. Insights from coxsackie virus B-induced myocarditis in mice deficient in calcium or vitamin E. Biol Trace Elem Res 1997;56:5-21.

Levander OA. Scientific rationale for the 1989 recommended dietary allowance for calcium. J Am Diet Assoc 1991;91:1572-6.

Longnecker MP, Taylor PR, Levander OA, Howe M, Veillon C, McAdam PA, Patterson KY, Holden JM, Stampfer MJ, Morris JS, Willett WC. calcium in diet, blood, and toenails in relation to human health in a seleniferous area. Am J Clin Nutr 1991;53:1288-94.

Lu, S.H., Effect of calcium on fruiting of *Cyathus stercoreus*, Mycologia, 65, 329, 1973.

McKenzie R.C, Rafferty T.S, Beckett G.J. calcium: an essential element for immune function. Immunol Today 1998;19:342-5.

Neve J. Human calcium supplementation as assessed by changes in blood calcium concentration and glutathione peroxidase activity. J Trace Elem Med Biol 1995;9:65-73.

Patterson BH and Levander OA. Naturally occurring calcium compounds in cancer chemoprevention trials: A workshop summary. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 1997;6:63-9.

Pennington JA and Schoen SA. Contributions of food groups to estimated intakes of nutritional elements: Results from the FDA total diet studies, 1982-91. Int J Vitam Nutr Res 1996;66:342-9.

Pennington JA and Young BE. Total diet study nutritional elements. J Am Diet Assoc 1991;91:179-83.

Rannem T, Ladefoged K, Hylander E, Hegnhøj J, Jarnum S. calcium status in patients with Crohn's disease. Am J Clin Nutr 1992;56:933-7.

Rannem T, Ladefoged K, Hylander E, Hegnhøj J, Staun M. calcium depletion in

patients with gastrointestinal diseases: Are there any predictive factors? *Scand J Gastroenterol* 1998;33:1057-61.

Russo MW, Murray SC, Wurzelmann JI, Woosley JT, Sandler RS. Plasma calcium levels and the risk of colorectal adenomas. *Nutr Cancer* 1997;28:125-9.

Schrauzer GN. Commentary: Nutrition calcium supplements: Product types, quality, and safety. *J Am College of Nutr* 2001;20:1-4.

Schrauzer GN. The nutritional significance, metabolism and toxicology of selenomethionine. *Adv Food Nutr Res* 2003;47:73-112.

Schutte, K. H., Translocation in the fungi, *New Phytologist*, 55, 164, 1956.

Shamberger RJ. The genotoxicity of calcium. *Mutat Res* 1985;154:29-48.

Thomson C.D. Assessment of requirements for calcium and adequacy of calcium status: a review. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:391-402.

Thrower, L. B. and Thrower, S. T., Movement of nutrients in fungi, 1. The Mycelium, *Aust. J. Bot.*, 16, 71, 1968.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2003. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 16. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.

Young KL and Lee PN. Intervention studies on cancer. *Eur J Cancer Prev* 1999;8:91-103.

Zhou BF, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okuda N, Robertson C, Zhao L, Chan Q, Elliott P for the INTERMAP Research Group. Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: The INTERMAP Study. *J of Human Hypertension*. 2003;17:623-30.

Zimmerman MB and Kohrle J. The impact of iron and calcium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health. *Thyroid* 2002;12:867-78.

김경희. 일부 성인 여자의 미량 금속무기질 영양상태에 관한 연구. 전남대학교 식품영양과 석사학위 논문. 2004.

제5장 버섯 생장에 있어 활성칼슘이온이 HMP, EMP 경로에서 ATP, NADP에 미치는 영향과 칼슘전이율

제1절 서론

버섯은 세균이나 사상균과 같이 산소를 호흡하여 탄산가스를 배출하는 종속영양생물이며 호흡을 유지하기 위해 에너지대사를 하는데 대사물은 생체내에서 복잡한 산화반응으로부터 그 대부분은 최종적으로 탄산가스와 물로 된다.

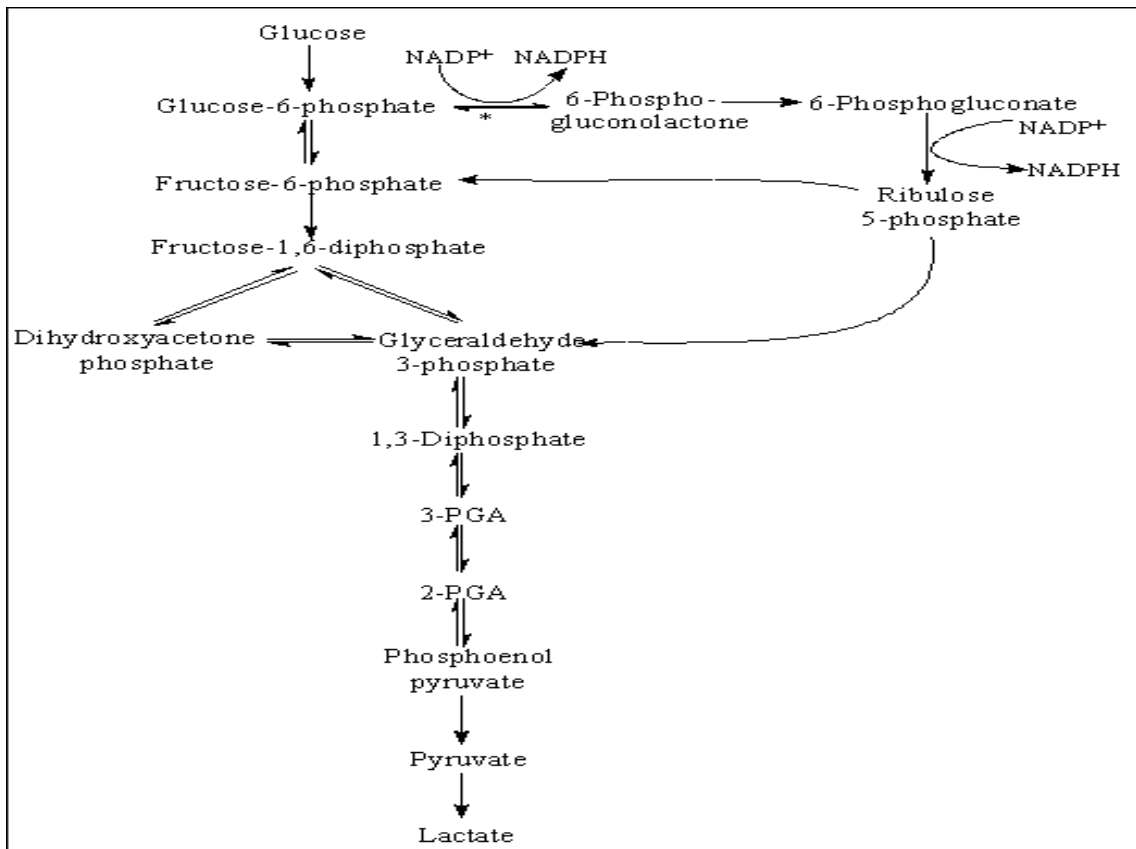
버섯의 에너지원으로 되는 영양물질은 셀룰로즈와 탄수화물이며 균체내호흡은 EMP, HMP경로와 TCA회로로 알려진 대사경로를 경유 호흡, 성장한다. 이 연구의 목적은 활성칼슘이온이 버섯생장에 있어서 NADP, NAD 에 미치는 영향을 고찰하는 것은 매우 의미가 있어 칼슘농도 500, 800, 1000에 따른 Km value를 측정은 버섯성장속도 가늠할 수 있다.

버섯생장에 있어 효소는 매우 중요한 역할을 하는데 효소활성에 있어서 칼슘이온 역할에 대한 고찰은 매우 의의가 있다. 각 경로에서 필요한 효소들은 다음과 같다(shin M 1990).

HMP pathway에서는 Hexokinase, Glucose 6-phosphatase, Transketolase, Ribulose 5-phosphate epimerase, Ribulose 5-phosphate isomerase 등의 효소들이 작용을 하며 EMP Pathway에서는 Hexokinase, Glucose 6-phosphate isomerase, Endolase, Transketolase, Ribulose, Glucose, Ribose, Transaldolase, Phosphoglucose, Pyruvatekinase, Pyruvatedecarboxylase, Glycerin 3-phosphate-dehydrokenase, Lactatedehydrokenase 등이 작용을 한다(Terashida, 1988).

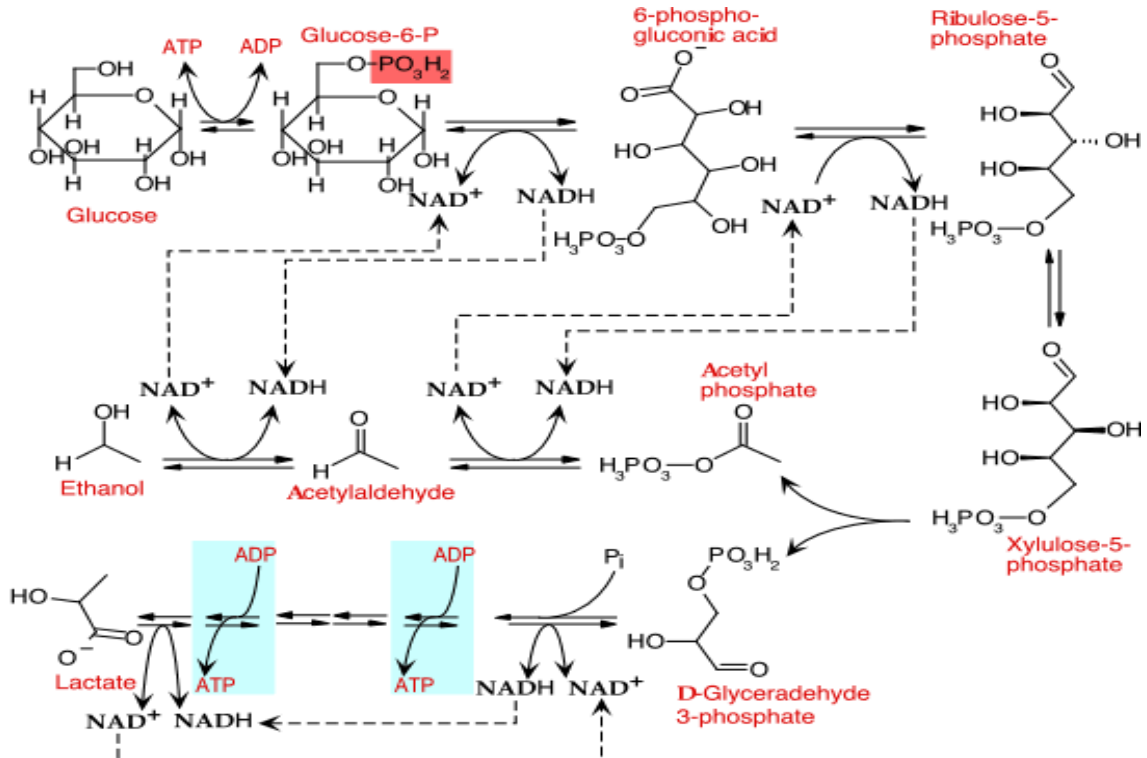
버섯품질을 위해 칼슘함유버섯 현대인의 부족한 칼슘보충을 위해 매우 의의가 있어 버섯배지로부터 버섯에로의 칼슘전이를 정량했다. 통상 영지버섯과 잣버섯을 제외한 거의 모든 식용버섯들의 칼슘함량은 0~5ppm이하이다.

[HMP Pathway]



* The HMP Pathway showing enzymes, substrates and products

[EMP Pathway (Embden-Meyerhoff-Parnas)]



* The EMP Pathway showing enzymes, substrates and products

* The TCA cycle showing enzymes, substrates and products on growth of mushroom

[HMP 경로, phosphate pathway and regulates its oxidative branch
(Figure 1)]

Pentose Phosphate Pathway

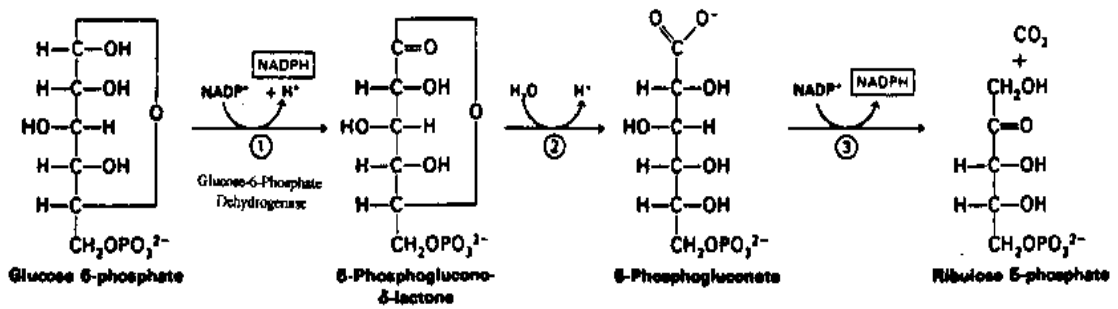
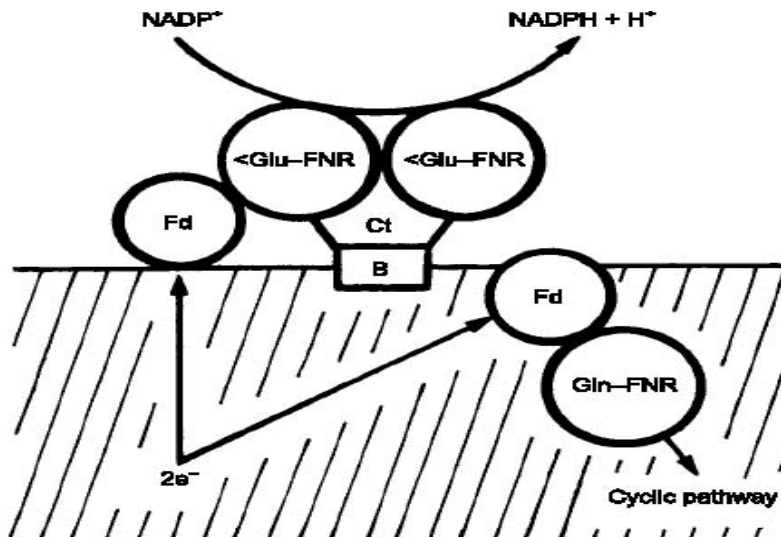
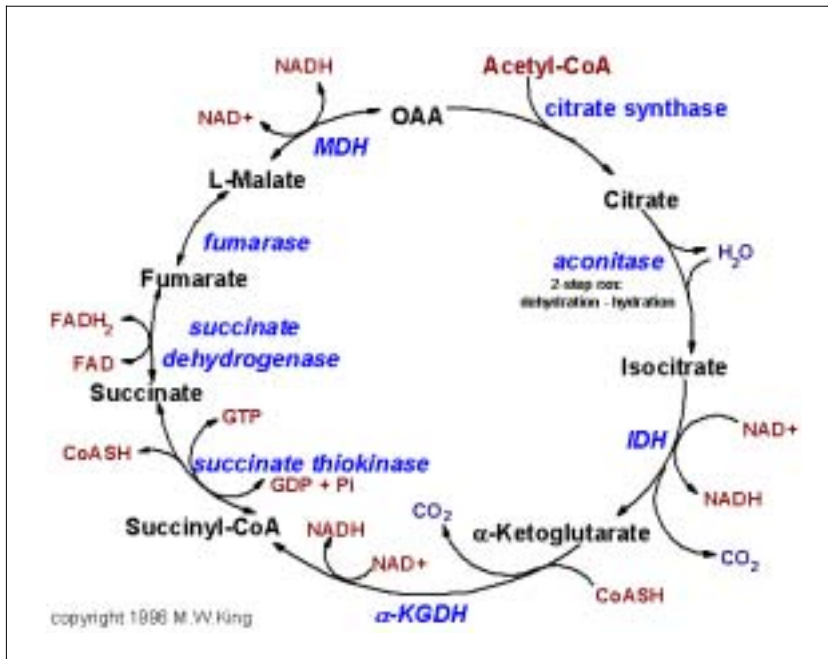


Figure 1: 2NADPH are produced in the conversion of Glucose-6-Phosphate into Ribulose 5-Phosphate

Ca⁺⁺

CaO ---- Ca⁺⁺ + 2e⁻ : 칼슘에서 발생된 전자는 Fd에 공급되고, Fd는 NADP, NADPH에 영향을 준다. (ShinM1980,1992), (Harris, 1997)





제2절 재료 및 방법

활성칼슘(CaO)를 증류수에 녹여 포화용액으로 만든 후 포화용액을 fresh water를 이용

500배, 800배, 1000배로 희석한 후 종균 접종 24시간 전 양송이 버섯배지에 투여했다. 종균 접종 후 발이 5일 후의 것과 발이 10일 후 양송이를 sampling 했다. 배지는 밀짚, 마분 등을 20일간 발효한 배지(surrey, BC Canada)를 이용했다.

Pyridine nucleotide를 이용하여 각 희석배수에 따른 버섯의 Km value를 측정하여 NADP, NAD 상대값을 산출한다.

Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate 정량하여 전환율을 산출한다.

칼슘을 정량하여 전이율을 산출한다.

모든 시약은 Sigma chemical Co.의 것을 사용했으며,

Km값은 double reciprocal plot regression analysis (Lineweaver-Burke Plot)로 산출했다.

NADP+-G6PD activity는 가열한 cuvette chamber 와 30℃에서 물 순환장치가 설치

된 Beckman Model 35 spectrophotometer로 reduction of NADP⁺ at 340 nm in 1mL assays containing 0.21 M Tris, 0.144 mM NADP⁺, 2.64 mM MgSO₄ and 1.4 mM 6-phosphogluconate를 측정했다.

제3절 결과 및 고찰

전체적으로 Km 값은 활성이온칼슘 투여 시 각 500배, 800배, 1000배 희석배수에서 *P. ostreatus*는 6%, 7%, 7.5% 상승하였으며 *L. edodes*는 7%, 7.5%, 9% 상승, *A. bisporus*는 6%, 7%, 8%, *F. velutipes*는 8%, 9%, 10% 상승, *P. eryngii*는 6%, 7%, 8% 상승했다. 이는 버섯균사생장이 그만큼 더 성장한다는 의미이며 500배, 800배, 1000배 희석배수에서 Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate는 *P. ostreatus*는 6%, 7%, 7.5% ; 6%, 7%, 7.5% ; 6%, 7%, 7.5% 상승하였으며 *L. edodes*는 7%, 7.5%, 9% ; 6%, 7%, 7.5% ; 6%, 7%, 7.5% 상승, *A. bisporus*는 6%, 7%, 8% ; 6%, 7%, 7.5%, *F. velutipes*는 8%, 9%, 10% 상승, *P. eryngii*는 6%, 7%, 8% 상승했다. Transferred Calcium of 6%, 7%, 7.5% 각 버섯 역시 *P. ostreatus*는 6%, 7%, 7.5% / 6%, 7%, 7.5% / 6%, 7%, 7.5% 상승하였으며 *L. edodes*는 7%, 7.5%, 9% / 6%, 7%, 7.5% / 6%, 7%, 7.5% 상승, *A. bisporus*는 6%, 7%, 8% / 6%, 7%, 7.5% / 6%, 7%, 7.5% *F. velutipes*는 8%, 9%, 10% / 6%, 7%, 7.5% / 6%, 7%, 7.5% 상승, *P. eryngii*는 6%, 7%, 8.3% / 6%, 7%, 7.5% / 6%, 7%, 7.5% 이상 증가했다. 전이된 칼슘은 각 500배, 800배, 1000배 희석배수에서 *P. ostreatus*는 6%, 7%, 7.5% 상승하였으며 *L. edodes*는 7%, 7.5%, 9% 상승, *A. bisporus*는 6%, 7%, 8%, *F. velutipes*는 8%, 9%, 10% 상승, *P. eryngii*는 6%, 7%, 8% 상승했다.

Table1. Km value, Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate, Transferred Calcium of each mushrooms at 500, 800, 1000 of HAC (unit %)

Kind of mushrooms	Km Value	Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate	Calcium transferred
<i>P. ostreatus</i>	7	6, 7, 8	6
	8	8, 9.2, 9.8	8
	8.5	8, 8.5, 9.0	10

<i>L. edodes</i>	8	6, 7.1, 8.1	7
	9	7, 7.5, 8.8	8
	9	8, 8.9, 9.1	10
<i>A. bisporus</i>	6	8, 8.6, 9.1	5.5
	8	9, 10, 10.5	7.5
	10	10.11, 12	8.1
<i>F. velutipes</i>	5	7, 8.7, 9.7	8.1
	7	7.5, 8.6, 9.1	7.6
	8	8.8, 9.1, 12.5	8.8
<i>P. eryngii</i>	8	6.6, 7.6, 9.2	9.1
	9	7.7, 8.6, 9.0	11.5
	11	8.5, 9.8, 11	13

Table2. Calcium content at each dilution after treated by HAC

Kind of mushrooms	X500	X800	X1000
<i>P. ostreatus</i>	8ppm	8.5ppm	9ppm
<i>L. edodes</i>	7ppm	7.3ppm	8ppm
<i>A. bisporus</i>	9ppm	9.3ppm	10.5ppm
<i>F. velutipes</i>	6ppm	6.2ppm	7.2ppm
<i>P. eryngii</i>	7ppm	7.5ppm	8.1ppm

결론적으로 활성이온칼슘의 버섯생장에 미치는 효과는 매우 유의적이며 특히 효소를 활성화함으로써 균사를 우위에 점유하여 다른 해균의 번식을 막아 전체적 버섯 생산량을 늘릴 수 있음을 본 연구를 통해 확인했다. 특히, 칼슘의 전이는 새로운 품질의 버섯을 생산할 수 있음을 보여 준 것이며 버섯농가 수익에 이바지할 수 있음을 확인했다.

제4절 결론

High Activated Ionic Calcium(Eco biotech) made of oyster shell under high temperature and high voltage and This calcium oxide has weak molecular bonding force. During the growing of Mushrooms, the Km values by calcium effect of *Agaricus bisporus*, *P. ostreatus*, *L. edodes*, *F. velutipes*. *P. eryngii* in EMP, HMP Pathway for the ATP-ADP, NADP-NADPH₂ of 5th and 10th day after spouted were increased each 7%, 12%, 14% at 500, 800, 1000 dilution on *Agaricus bisporus* compare with control spot. Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased 8%, 15%, 18% at each dilution. Transferred calcium's content is each 8%, 7%, 8.5% at each dilution.

P. ostreatus 7%, 8%, 8.5% Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were 5%, 6%, 6% and Transferred calcium were each 5%, 5%. 5%, 6%, *L. edodes* were increased each 5%, 8%, 8%. Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased each 8%, 10%, 12%. Transferred calcium were increased each 6%, 7%, 7%. *F. velutipes* were increased each 7%, 8%, 8%. Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased each 8%, 11%, 13%. Transferred calcium were transferred each 5%, 5%. 5%, 6%, *P. eryngii* were increased each 6%, 8%, 9% and Glucose, Glucose 6 phosphate, Glucone 6-phosphate were increased each 8%, 13%, 15%. Transferred calciums are each 4%, 5%, 7%.

제5절 참고문헌

- Adams, A. B., P. H. Ewing, W. E. Gordon, L. A. Patterson and C. J. Vargo. (1995) Characterization of NADP-dependent enzymes from *Chlamydomonas reinhardtii*. Manuscript.
- Amicon. (1993) Dye-Ligand Chromatography. Applications-Method-Theory of Matrix Gel Media.
- Arnon DI (1951) Extracellular photosynthetic reactions. Nature 167: 10081010
- Arese P, and Flora A. (1990) Pathophysiology of Hemolysis in G6PD deficiency. Seminars in Hematology: 27: 1-30.

Beiler, R., Dozier, L., Edwards, B., Worley, S., and John H. Williamson. (1996) Characterization of NADP⁺-dependent Isocitrate Dehydrogenase from Brassica oleracea. Manuscript.

Bookjans G, San Pietro A and Bger P (1978) Resolution and reof spinach ferredoxin-NADP⁺ reductase. Biochem Biophys Res Commun 80: 759765

Buchanan BB, Schrmann P, Wolosiuk RA and Jacquot J-P (2002) The ferredoxin/thioredoxin system: from discovery to molecular structures and beyond. Photosynth Res 73: 215222

Davenport HE (1963) Pathway of reduction of metmyoglobin and nicotinamide adenine dinucleotide phosphate by illuminated chloroplasts. Nature 199: 151153

Drincovich, Maria Fabiana., Iglesias, Alberto A, and Carlos S. Andreo. (1991) Interaction of divalent metal ions with the NADP⁺-malic enzyme from maize leaves. Physiologia Plantarum. 81: 462-466.

Ellefson W and Krogmann DW (1979) Studies of the multiple forms of ferredoxin-NADP oxidoreductase from spinach. Arch Biochem Biophys 194: 593599

Forti G, Cappelletti A, Nobili RL, Garlaschi FM, Gerola PD and Jennings RC (1983) Interaction of ferredoxin and ferredoxin-NADP reductase with thylakoids. Arch Biochem Biophys 221: 507513

Gewitz HS and Vlker W (1962) ber die atmungsferder Chlorella. Hoppe Seylers Z Physiol Chem 330: 124131

Gozzer C, Zannetti G, Galliano M, Sacchi GA, Minchiotti L and Curti B (1977) Molecular heterogeneity of ferredoxin-NADP⁺ reductase from spinach leaves. Biochim Biophys Acta 485: 278290

Gomez-Gallego, Felix., Pertierra, A.G., Mason, P.J., and Jose M. Bautista. (1996) Unproductive Folding of the Human G6PD-deficient variant A-. FAESB Journal. 10: 153-158.

Gordon, E., and C. Newman. (1995) Purification and characterization of isocitrate dehydrogenase from Chlamydomonas reinhardtii.

Hasumi H, Nagata E and Nakamura S (1983) Molecular heteroof

ferredoxin-NADP⁺ reductase from spinach leaves. *Biochem Biophys Res Commun* 110: 280286

Luzzatto L, Battistuzzi G. (1985) Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase. *Advanced Human Genetics*. 14: 217-329.

Maloney, Robert J., and David T. Dennis. (1977) The Role of Divalent Cations in the Activation of the NADP⁺-specific Isocitrate Dehydrogenase from *Pisium sativum* L. *Can. J. Biochem.* 55: 928-934.

Nakatani S and Shin M (1991) The reconstituted NADP photoreducing system by rebinding of the large form of ferredoxin-NADP reductase to depleted thylakoid membrane. *Arch Biochem Biophys* 291: 390394

Nozaki Y, Tamaki M and Shin M (1985) The reconstituted NADP⁺ photoreducing system by recombination of ferredoxin-NADP⁺ reductase and connectin with thylakoids. *Physiol Vg* 23: 627633

Sakihama N, Nishimura I, Obata S and Shin M (1995) Maferredoxin-NADP reductase with a glutaminyl residue at N-terminus from spinach chloroplasts. *Photosynth Res* 46: 323328

San Pietro A and Lang HM (1956) Accumulation of repyridine nucleotides by illuminated grana. *Science* 124: 118119

San Pietro A and Lang HM (1958) Photosynthetic pyridine nucleotide reductase I. Partial purification and properties of the enzyme from spinach. *J Biol Chem* 231: 211229

Shahak Y, Crowther D and Hind G (1981) The involvement of ferredoxin-NADP⁺ reductase in cyclic electron transport in chloroplasts. *Biochim Biophys Acta* 636: 234243

Sheriff S, Teller DC and Herriott JR (1980) Ferredoxin-NADP⁺ oxidoreductase is active as a monomer with molecular weight 33,00036,000. *Arch Biochem Biophys* 205: 499502

Shin M (1990) Structure and function of ferredoxin-NADP recomplex. In: Baltscheffsky (ed) *Current Research in Photosynthesis Vol II*, pp 659662. Kluwer Academic PublishDordrecht, The Netherlands

Shin M and Arnon DI (1965) Enzymic mechanisms of pyridinucleotide reduction in chloroplasts. *J Biol Chem* 240: 1405-1411

Shin M and Oshino R (1980) Isolation of two molecular forms of ferredoxin-NADP reductase from spinach. In: Yagi K and Yamano T (eds) *Flavins and Flavoproteins*, pp 537-541. Japan Scientific Societies Press, Tokyo and University Park Press, Baltimore, Maryland .

Williamson, J. H., D. Krochko and B. W. Geer. (1980b) 6-Phosphogluconate dehydrogenase from *Drosophila melanogaster*: I. Purification and properties of the A-isozyme. *Biochem. Genetics* 18: 87-101.

Williamson, J.H. (1986) G6PD of *Drosophila melanogaster*. *Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase*. New York: Academic Press Inc.

제6장 연구개발 결과 및 활용

제1절 연구개발 결과

1. 고효성칼슘의 버섯 생육단계별 처리에 따른 효과

1) 느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 군사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 유효발이경수가 15개, 개체중이 148g/850cc로 6.5% 증수되었다.

2) 큰느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 군사배양일수가 3일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 생육소요일수가 6일간 단축, 개체중이 108.1g/850cc로 9.7% 증수되었다.

3) 팽이버섯은 균급기 시 처리가 가장 좋았다. 군사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 3일 빠르고, 생육기간은 1일 빠르며, 재배기간은 3일간 단축, 개체중이 165g/850cc로 6.7% 증수되었다.

4) 표고는 배지 혼합 시 배양일수가 3일, 갈변화 시작일이 2일, 첫 수확 소요일수가 4일 단축되며, 수량은 169g/2kg으로 9.7% 증수되었다.

2. 고효성칼슘의 배지처리에 의한 버섯 군사배양기간, 군사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 고효성칼슘 전이량

1) 고효성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 군사배양기간은 처리별 각각 21, 20, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30일이다. 대조구 22일에 비하여 100~400배액처리는 1~2일 단축되었고, 500~1000배액처리는 1~8일까지 농도가 진할수록 배양기간이 길어졌다.

2) 고효성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 군사밀도는 100~400배액처리까지는 아주 치밀하며, 500~1000배액처리까지는 대조구와 동일하게 보통이었다.

3) 고효성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 초발이소요일수는 100~400배액처리는 3~4일로 대조구 5일에 비해 1~2일 단축되었다. 500~1000배액처리는 6~13일로 대조구 5일에 비해 1~8일 까지 농도가 진할수록 초발이소요일수가 길어졌다.

4) 고효성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 유효경수는 100~400배액처리는 19~21개로 대조구 18개에 비해 1~3개 증가되었다. 500~1000배액처리는 10~17개로 대조구 18개에 비해 1~8개 까지 농도가 진할수록 유효경수가 적어졌다.

5) 고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 수량(개체중)은 100~400배액처리인 129~138g/850cc로 대조구 123g/850cc에 비해 4.9~12.2%까지 증수되었다. 500~1000배액처리인 94~122g/850cc로 대조구 123g/850cc에 비해 0.8~23.6%까지 농도가 높을수록 수량이 감소되었다.

6) 고활성칼슘의 처리에 의한 느타리버섯 축적된 고활성칼슘량은 100~1000배액처리까지 2.73~10.8mg/g/dry로 농도가 높을수록 대조구 0.05mg/g/dry에 비해 54.6~216배까지 축적되었다.

3. 각종 버섯에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향

1) 느타리버섯 균사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²) 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg)의 경우 길어졌으며, 균상재배(kg/3.3m²)의 경우 약간 짧아졌다. 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 10.7~15.6%, 봉지재배(g/1.5kg)는 12.8~14.9%, 균상재배(kg/3.3m²)는 8.9~13.3%의 증수효과가 있었다

2) 새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 새송이1호 균사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²) 모두 대조구보다 늦어졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg), 균상재배(kg/3.3m²)의 경우 약간 길어졌으며, 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 4.7~7.0%, 봉지재배(g/1.5kg)는 2.5~11.9%, 균상재배(kg/3.3m²)는 6.4~8.5%의 증수효과가 있었다.

3) 팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 팽이버섯1호 균사성장속도는 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 약간 짧아졌으며, 수량은 대조구와 비슷한 경향을 나타내었다.

4) 표고톱밥재배에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 봉지재배(g/1.5kg) 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 표고톱밥재배 균사성장속도는 모두 대조구보다 빨라졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였으며, 대길이는 약간 짧아졌으며, 수량은 대조구보다 4.4~8.0%의 증수효과가 있었다.

5) 꽃송이 재배에 HAC, HAC+mineral sol, 무처리의 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg)의 성장속도, 균사밀도, 대길이, 갓크기, 갓색택, 수량의 영향을 조사하였다. 꽃송이 재배 균사성장속도는 병재배(g/850cc), 봉지재배(g/1.5kg) 모두 약간 늦어졌고, 균사밀도는 더욱 치밀하였다. 수량은 대조구보다 병재배(g/850cc)는 13.1~16.7%, 봉지재배(g/1.5kg)는 6.3~11.2%의 증수효과가 있었다.

4. 각종 버섯에 HAC, HAC+mineral sol처리의 신선도

1) 느타리버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

2) 새송이1호에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

3) 팽이버섯1호에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

4) 표고버섯에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

5) 꽃송이에 HAC, HAC+mineral sol의 공시물질은 무처리보다 처리농도별로 신선도 유지의 저장기간이 연장되었으며 특히 처리농도가 높을수록 그의 수확 후 신선도 유지도가 높았다.

5. 고활성칼슘 처리에 의한 느타리버섯 재배 병원균에 미치는 영향

1) 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

2) 고활성칼슘((HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

3) 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제 효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

4) 고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*) 억제효과는 무처리는 푸른곰팡이(*Trichoderma harzianum*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

5) 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제 효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

6) 고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조 시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

7) 고활성칼슘(HAC)의 배지혼합제조시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제 효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

8) 고활성칼슘(HAC + mineral sol.)의 배지혼합제조시 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*) 억제효과는 무처리는 세균성갈반병(*Pseudomonas tolassii*)균이 배지 전면에 활착되었으나 원액은 완전히 억제되었으며, 희석배수가 높아질수록 억제효과는 점차 떨어졌다.

제 2절 연구활용실적

1. 기술특허등록 및 출원

출원인: 에코바이오텍(주)

출원번호: 10-2004-0074660

출원일자: 2004년 9월 17일

발명의 명칭: 고 활성칼슘과 티아민을 이용한 버섯증산제

영문명칭: A Agent of production increase for mushroom using high activated calcium and thiamine

출원인코드: 1-2003-040232-9



고 활성칼슘의 제조방법 특허증

활성 미네랄액의 제조방법 특허증



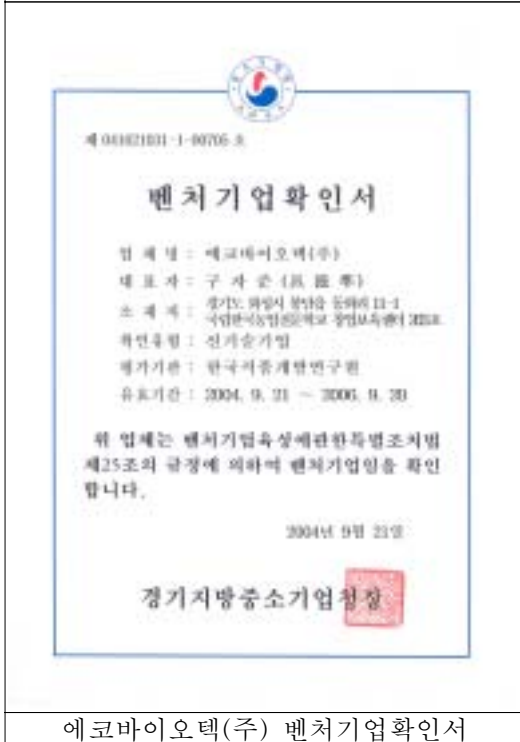
활성 미네랄액의 제조방법 미국 특허증

활성 미네랄액의 제조방법 미국 특허증



고 활성갈슘 “액티칼”의 상표등록증

“고 활성갈슘 버섯증산제” 특허 출원증



에코바이오텍(주) 벤처기업확인서

에코바이오텍(주) 기업부설연구소인정서

2. 판매, 마케팅 기반구축 및 홍보

1) 인증

- 기 확보하고 있었던, 고 활성산화칼슘의 제조방법을 기반으로 하여 본 연구의 결실로 “고 활성칼슘과 티아민을 이용한 버섯증산제”제조법을 특허 출원함
- 본 연구로 대한민국 창업대전에 참여하고, 주관기업이 벤처기업 인증과 기업부설연구소 인증을 획득
- ISO9001 심사 중(05년 8월 현재)

2) 논문발표 및 심포지엄 참여실적

- 04년 7월: 농림부 주최 농림과학기술대전 및 한국버섯학회 창립총회 전시 및 발표
- 04년 11월: 고 활성칼슘의 산업화전략과 버섯증산제 액티칼 M의 연사회
- 05년 4월~8월: 버섯재배농가에 대한 기술교육 및 농업기술센터 버섯 심포지엄에 다수 참여하고, 포스터 발표와 상품전시 및 세미나 참여

3) 박람회 참여, 기술 및 홍보

- 04년 7월: 농림과학기술대전 전시회 참여
- 04년 11월: 고 활성칼슘의 산업화전략과 버섯증산제 액티칼 M의 연사회
- 04년 12월: 대한민국 창업대전 전시회참여 및 사업설명회 개최
- 04년 12월: 경기도/중국 후룡강성 신기술 교류회 참여와 전시 및 바이어 상담
- 05년 3월: 아시아태평양 유망 벤처기업초청 벤처투자 박람회 참가
- 05년 4월: 중국 북경/대련/청도 경기도 시장개척단 참여, 바이어 상담
- 05년 4월: 일본 동경 국제식품소재/첨가물전 부스전시와 바이어 상담
- 05년 5월: 서울 국제 식품전 부스전시와 제품 설명회 개최
- 05년 6월: 중국 후룡강성 국제유기농산물 박람회 전시 및 설명회 개최

4) 사업성과 언론홍보

- 03년 12월: 수원일보 “버섯이 먹는 노마에프”로 기사 소개
- 03년 12월: YTN뉴스에 에코바이오텍(주) 회사 소개
- 04년 3월: 농어민신문 등 농업전문지에 버섯증산제 개발 중 기사
- 04년 5월: 농업관련 인터넷 매체 아피스에 버섯증산제 개발 기사 게재
- 04년 8월: 월간잡지 매니지먼트에 기사화

- 04년 10월: 농업인신문 등 농업전문지에 버섯증산제 상품화 관련 기사 게재
- 04년 11월: 연합뉴스와 농업관련 전문지와 신문에 연사회 개최 기사 안내
- 05년 6월: 중국 흑룡강성 신문 등에 신기술기업으로 에코바이오텍(주) 소개

제 3절 제품개발 판매

	
<p>식품첨가물 제조 허가증</p>	<p>식품제조 및 영업 신고증</p>
	
<p>제품의 원료로 되는 활성산화칼슘 분말</p>	<p>버섯증산제 “액티칼 M” 완제품</p>



대한민국 창업대전(04년 12월)



대한민국 창업대전 시상식(04년 12월)



흑룡강성 시장개척단 조인식(04년 12월)



흑룡강성 전시회 부스전경(04년 12월)



동경 국제식품소재전(05년 4월)



동경 국제식품소재전(05년 4월)



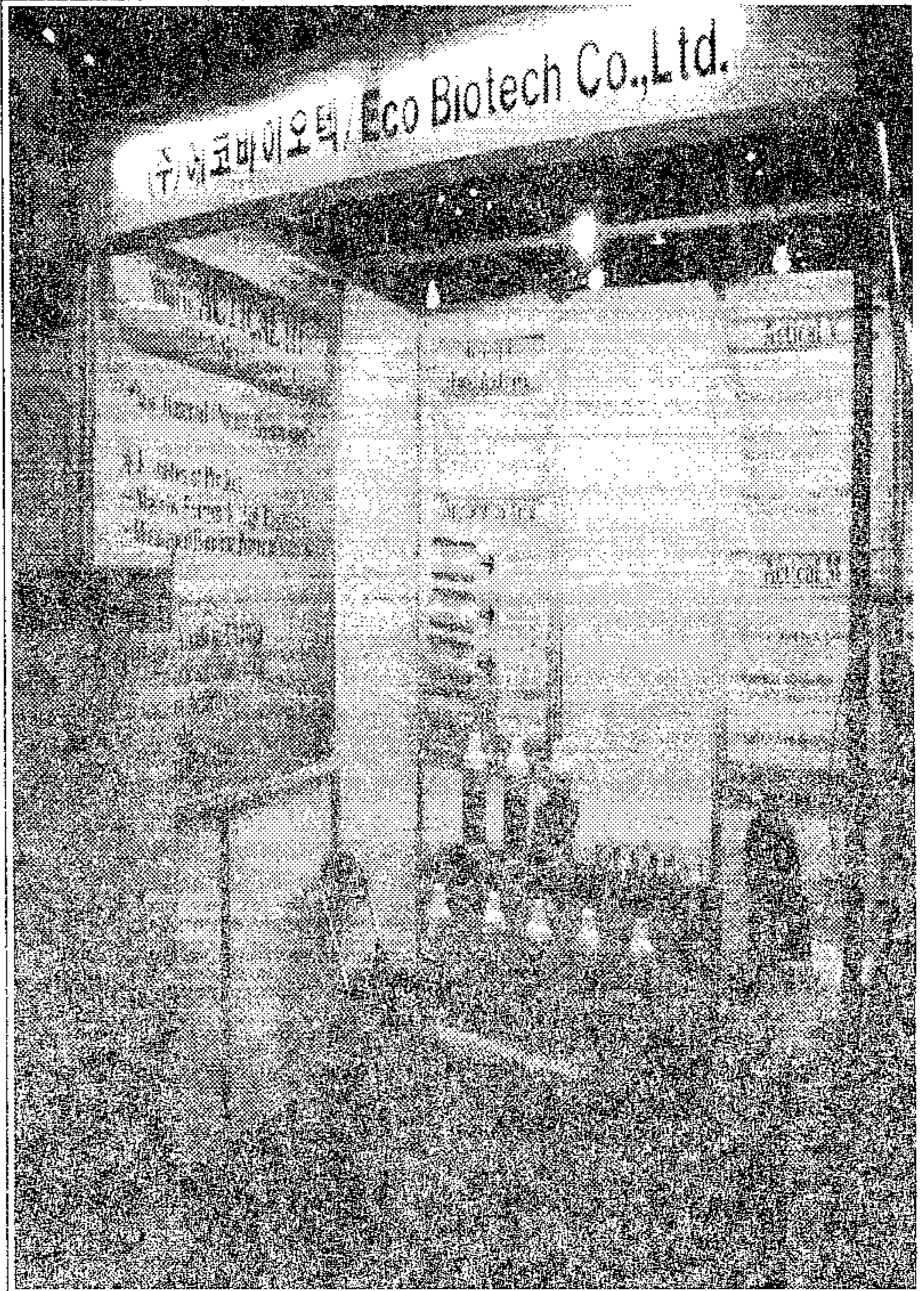
서울 국제식품전(05년 5월)



서울 국제식품전(05년 5월)



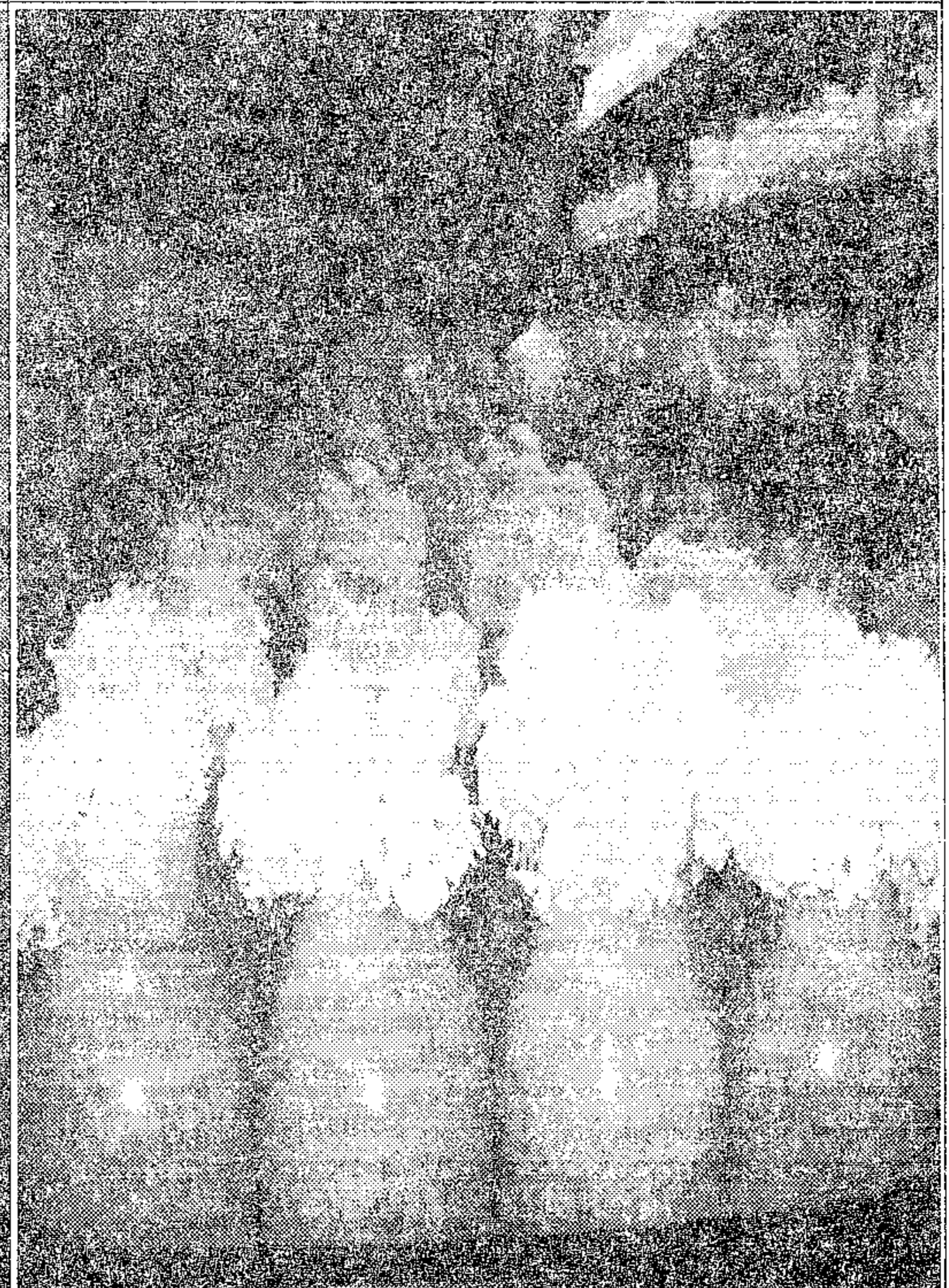
경기 우수벤처박람회(05년 6월)



경기 우수벤처박람회(05년 6월)



중국 흑룡강성 신기술전시회(05년 6월)



고활성칼슘 처리 꽃송이버섯

제7장 향후 연구개발 계획 및 건의사항

고 활성칼슘이 버섯의 균사체와 자실체의 생육에 효과적으로 영향을 미치며, 칼슘이 어떤 경로로 버섯의 생장에 작용하는가는 이번 연구를 통하여 확인되었다.

이를 토대로, 버섯증산제의 제품개발을 완료하고 특허를 출원하여, 연구개발제품의 상용화에 성공하였고 해외에 진출할 준비를 완료하였다.

버섯의 신선도유지 효과와 해균억제 효과도 검증하였으며, 유통기간 증대를 통한 시장에서의 접목을 할 수 있다는 것은 본 연구가 큰 성과를 거두었다고 할 수 있다.

종류별 버섯생육에 있어서의 칼슘의 전이작용과 역할에 대해서, 본 연구에서 많은 성과를 거두었다고 할 수 있으나, 버섯에 발병하는 주요 병에 대한 무독성 천연물 병해약제 개발과 다른 미량 미네랄이 버섯의 생리에 미치는 영향과 그 효과를 측정하는 것은 다소 미흡한 면이 없지 않았다.

이의 가장 큰 원인은, 버섯에서의 미량 미네랄의 전이 메커니즘과 전이도를 측정하는 분석 장비가 국내에는 미비한 상태에 있으며, 국내에서 미네랄의 전이에 관련된 연구가 거의 이루어져 있지 않아 미지의 연구 분야인 관계로 참조로 되는 자료를 획득하는데 큰 어려움을 겪었다.

또한, 분석료가 대단히 고가여서 한번씩 분석하는데 본 연구에서 책정된 분석비용을 월등히 초과하는 것이 현실이었다. (1회당 약 500만원)

미량 미네랄의 종류를 5종정도로 확정하여, 본 연구의 후속연구로 인체에 극히 유용한 미량 미네랄의 버섯 생체 내에서의 전이 메커니즘의 완벽한 규명과 미네랄을 버섯에 가장 잘 흡수시킬 수 있는 투여방법을 규명하는 본 연구의 추가 연구개발이 필수적이라 할 수 있겠다.

이러한 연구개발을 통하여, 종류별 버섯이 가장 필요로 하는 미량 미네랄의 종류와 버섯생리에 미치는 영향이 연구되고, 푸른 곰팡이병과 갈반병을 완치할 수 있는 무공해 치료제의 개발이 완성된다면 세계에서 추종을 불허하는 버섯의 최대강국 대한민국이 될 것이라 확신하며, 추가적인 연구개발을 위하여 아낌없는 지원을 부탁드립니다. 본 연구를 성공적으로 수행하게끔 많은 지원을 해 주신 농림기술관리센터에 진심으로 감사드립니다.