

라오스 느타리버섯 균사배양 배지의 적정 배합비율

장현유 · 썬소우리봉 · 비엡캄¹ · 비라반 파노우라트¹ · 백운호² · 양규남² · 이용하² · 장종근²

한국농업대학 버섯연구실, ¹라오스 농림부, ²한국국제협력단 라오스 사무소

Optimal substrate mixture ratio for mycelial growth of oyster mushroom in Lao PDR

Hyun-You Chang, Sengsoulivong Viengkham¹, Viravahn Phannourath¹, Woon-Ho Back²,
Kyu-Nam Yang², Yong-Ha Lee² and Jong-Geun Chang²

Dept. of Mushroom Science, Korea National Agricultural College. 445 - 760, Korea

¹Ministry of Agricultural and Forestry Department of Agriculture P.O.Box: 811, Vientiane, Lao PDR

²Korea International Cooperation Agency Laos Office & Apartment Building #2A-2211 Luang PrabangRd.,
Ban Sithan Neua Sikhottabong District, P.O.Box 10822 Vientiane, LAO PDR

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the mycelial growth and density of Laos oyster mushroom treated straw, rice hull, mixture rate of straw and rice hull and beer wastes respectively. In case of straw 70%, rice hull 40%, 50%, straw and rice hull 4 : 6, soil type and yeast type of Laos beer wastes mixture, the mycelial growth and density are the best respectively.

KEYWORDS : Beer wastes, Density, Laos, Mycelial growth, Oyster mushroom, Rice hull, Sawdust, Straw

서 언

라오스는 1인당 GDP가 350\$ (2004)이나 2015년까지 850\$을 국가 목표로 삼고 세계 최빈민국을 탈출하고자 온갖 운동을 펼치고 있다. 전국 평균 엔겔지수가 약 60%, 화장실이 없는 가구가 71%, 위생적인 식수 공급율이 50% 이하, 전기보급율 31%, 우기시 마을에 접근할 수 있는 도로 확보율 53%, 평균수명 56세로 국내의 환경과 큰 차이를 나타내고 있다 (DDFI, Lao PDR. 2003).

라오스의 연중 평균기온은 26℃, 최저 15℃, 최고 45℃로서 열대성기후이다. 계절은 건기 (10월~5월)와 우기 (6월~9월)가 있고, 연간 강우량은 2000mm이나 벼의 연중 생산 체계가 확립되어 있지 않다. 라오스 인구는 550만 명으로 15세 이하가 43%, 65세 이상은 3%, 인구밀도 km²당 20명으로 자본과 노동 집약적 작목인 버섯이 각광을 받을 것으로 보인다 (전. 2004).

라오스는 농업국으로 짧은 자급자족이 가능한 국가이나 다른 농가 소득에 기여할 수 있는 고소득 작물 보급은 아직 미미한 실정이다. 따라서 버섯은 농가 소득증대에 기여가 가능한 고소득 작목으로 라오스 농림부에서 판단하고 있다. 한국국제협력단 라오스사무소를 통하여 저개발국의 빈곤퇴치 운동을 버섯이라는 매개체로 농가소득 증대를 추진하고 있는 라오스 농림부의 버섯재배전문가 파견요청으로 6개월 (06. 12. 1 ~ 07. 2. 28과 07. 6. 1~07. 08.

31)간 라오스 농림부 PPC (Plant Protection Center)의 한라영농센터 (Korea Laos Agricultural Development Center) (그림 1)에 파견근무를 하는 동안 라오스 버섯재배농가의 버섯생산 수율이 낮은 원인을 분석한 결과, 버섯재배에 이용되는 톱밥의 수종이 수분을 흡수하여 보유하지 못하고 입자가 먼지같이 적어 배지의 물리성이 좋지 않아 버섯균사체가 톱밥배지의 표면에만 하얗게 배양되어 버섯의 수량이 적고 품질이 낮음을 확인하였다 (그림 2).

라오스의 톱밥봉지재배 (1kg)의 자실체 수량은 약 50~100g의 낮은 상태이다. 일반적으로 버섯균과 자실체 형성에 필요한 대부분의 영양원은 배지 또는 기주체 내에 함유되어 있는 리그닌, 셀룰로스, 헤미셀룰로스 등을 분해하므로써 영양분을 흡수 이용한다고 하였다 (Waksman 등, 1931, 1932, 1934, 1939^a, 1939^b). 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

*Corresponding author: <hychang@kn.ac.kr>



Fig. 1. PPC (Plant Protection Center) and Korea Laos Agricultural Development Center in Laos



Fig. 2. Using hard wood sawdust in Laos and weak mycelial density

배양기질의 원리를 응용하여 버섯 수량을 높이기 위해서 가장 중요한 공정은 보습율이 좋은 물리성을 가진 배지의 선택이 중요하다. 라오스 국가에서 가장 흔하면서 보습율과 물리성이 좋은 벚짚과 왕겨, 맥주박을 기존 사용하고 있는 톱밥에 혼합사용하여 가장 좋은 균사생장과 밀도를 나타내는 조합을 조사하기 위하여 유리칼럼시험을 통하여 적정 배지 혼합비율을 시험한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

라오스 농림부 PPC (Plant Protection Center)의 한라영농센터 (Korea Laos Agricultural Development Center)에서 전통적으로 사용하고 있는 고온성 라오스 느타리버섯 (*Pleurotus ostreatus*)을 공시균주로 사용하였다. 접종원은 페트리디쉬(녹십자, 90mm)에 PDA(Potato Dextrose Agar/Difco)배지를 25ml씩 분주하여 내경이 6mm cork borer로 찍어 떼어낸 공시균주의 절편을 접종하여 25℃ 항온기에서 10일간 배양한 후 접종원으로 사용하였다.

유리칼럼 배지충진 및 살균

유리칼럼 시험관 (Φ3.0 20.0cm)에 수량당수를 제고하기

위한 배지를 혼합 처리한 것을 50g(가비중 0.21)씩 3반복으로 충전하여 실리스토퍼 (No.19)로 마개를 막은 후 121℃에서 30분간 고압살균한 다음 미리 준비한 접종원을 15 x 15mm씩 절단하여 무균 접종하였다. 공시균이 접종된 유리 칼럼시험관은 25±2℃로 조절된 배양실에서 배양하면서 5일 간격으로 균사생장과 밀도를 조사하였다.

대조구 (control) 조제 처리

대조구는 라오스 PPC (Plant Protection Center)에서 사용하고 있는 유카리투스 톱밥 80%, 미강 19%, 탄산칼슘 (calcium carbonate) 0.4%, pumice 0.3%, sugar waste 0.3%를 혼합하여 수분을 55%로 조제하였다. 전통적으로 사용하고 있는 톱밥은 수분 보유력이 약하여 수분함량을 55%이상 높힐 수 없었으며 미강은 매우 거칠어 한국의 미강에 비하여 질적으로 낮았다.

벚짚 및 왕겨 조제 처리

라오스 참쌀벼 품종의 벚짚과 왕겨를 사용하였다. 벚짚은 수확 후 3개월간 건조된 벚짚을 2일간 물에 침지한 후 1cm 길이로 잘라 사용하였고 왕겨는 5일간 물에 침지한 후 사용하였다. 이 벚짚과 왕겨를 라오스에서 기존 사용하고 있는 톱밥배지의 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90%



Fig. 3. Preparation of straw and rice hull for experiment

까지 각각 혼합처리 (V/V)하여 유리칼럼시험을 실시하여 균사의 생장과 밀도를 5일 간격으로 조사하였다 (그림 3).

볏짚과 왕겨의 혼합 처리

볏짚과 왕겨를 각각 조제하여 이를 라오스에서 기존 사용하고 있는 재배 배지의 80%를 차지하는 톱밥을 대체하기 위하여 볏짚 : 왕겨의 비율을 2 : 8, 4 : 6, 5 : 5, 6 : 4, 8 : 2로 각각 혼합처리 (V/V)하여 유리칼럼시험을 실시하여 균사의 생장과 밀도를 5일 간격으로 조사하였다.

라오스 맥주박 처리

라오스 수도에 위치한 라오맥주 제조회사에서는 매일 맥주박이 약 2톤이 생산된다. 이 맥주박을 톱밥붕지재배의 영양원으로 사용되고 있는 미강 (19%)을 대체하기 위하여 미강 대신 맥주박을 10, 20, 30%까지 혼합처리 (V/V)하여 유리칼럼시험을 실시하여 균사의 생장과 밀도를 5일 간격으로 조사하였다. 라오스에서 생산되는 맥주박은 진흙과 비슷한 형태 (soil type)와 효모와 비슷한 형태 (yeast type)가 있어서 이를 건조한 후 분말형태로 만들어 사용하였다. 진흙과 비슷한 형태 (soil type)를 S.T로, 효모와 비슷한 형태 (yeast type)를 Y.T로 나타내었다 (그림 4).



Fig. 4. Soil type and yeast type of beer wastes in Lao PDR

특히 라오스의 미강은 왕겨가 많이 섞여있어 영양원으로 부적당한 조건을 가지고 있어 미강을 대체할 수 있는 재료가 필요하였다.

유리 칼럼시험 조사항목

각각의 처리를 5반복 하였다. 균사생장은 5일 간격으로 균사생장 길이를 측정하였으며 균사밀도는 대조구 (control)와 육안적으로 비교 조사하여 치밀하게 균사가 자랐으면 +++, 보통이면 ++, 약하면 +로 표시하였다.

결과 및 고찰

볏짚 혼합비율에 따른 라오스 느타리버섯의 균사생장과 밀도

대조구 8.6cm/15일, 6.2cm/10일, 2.2cm/5일에 비하여 균사생장과 밀도가 볏짚을 혼합함으로써 균사생장과 밀도가 현저히 좋았다. 볏짚 70%를 혼합하였을 때 13.5cm/15일, 8.8cm/10일, 3.2cm/5일로서 균사생장이 가장 좋았으며 균사밀도도 가장 높았다. 다음은 60%이었고 30, 40, 50%가 비슷한 그룹을 형성하면서 볏짚함량이 줄어들면 균사생장과 밀도가 낮아지는 경향을 나타내었다. 볏짚은

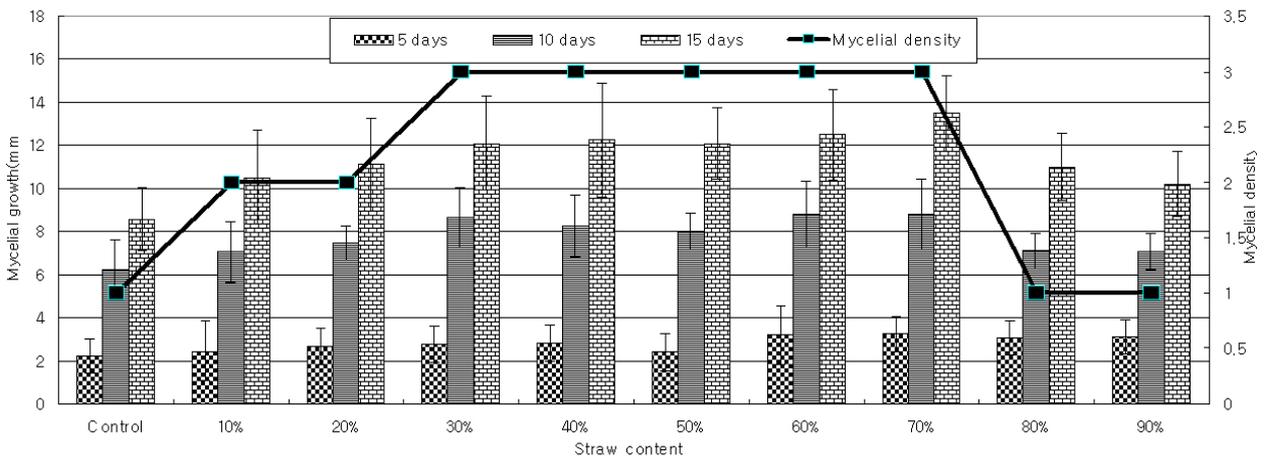


Fig. 5. Mycelial growth and density by straw mixture content of sawdust

70%이상 혼합하면 균사생장이 서서히 감소하면서 균사밀도가 현저히 낮아지는 경향이 있었다.

벼짚은 무엇보다 라오스에서 생산되는 단단한 나무의 톱밥이 모래와 같아 물을 보습하지 못한 단점과 먼지와 같은 톱밥입자의 물리성 개선을 보완하여 보습력을 높여주고 입자의 공극을 확보함으로써 균사의 성장과 밀도가 좋아졌다고 추정한다 (그림 5).

왕겨 혼합비율에 따른 라오스 느티리버섯의 균사생장과 밀도

대조구 8.6cm/15일, 6.2cm/10일, 2.2cm/5일에 비하여 균사생장과 밀도가 왕겨를 혼합함으로써 균사생장과 밀도가 모든 처리에서 더 좋았다. 특히 왕겨 40%, 50%를 혼합하였을 때 각각 10.1cm, 10cm/15일로서 균사생장과 밀도

가 가장 좋았으나 40~50%보다 많거나 적어도 균사의 성장과 밀도에 현저한 차이는 없었다. 10%, 20%, 60% 왕겨 혼합에 따른 균사생장과 밀도가 유사하였고 90% 왕겨 혼합은 균사밀도가 낮아지는 것으로 나타났다(그림 6).

라오스 참쌀벼의 왕겨는 한국의 왕겨에 비하여 길이가 길고 물에 담그면 가라앉는 특성을 가지고 있다. 물에 가라앉는 원인은 쌀 형태가 길어 도정과정에서 깨어진 쌀(broken rice)이 왕겨에 남아있기 때문인 것으로 추정된다.

벼짚과 왕겨의 혼합비율에 따른 라오스 느티리버섯의 균사생장과 밀도

대조구 8.6cm/15일, 6.2cm/10일, 2.2cm/5일에 비하여 균사생장 전반기에는 거의 비슷한 경향을 나타내다가 10일째, 15일째로 갈수록 혼합처리한 것이 균사생장이 활발

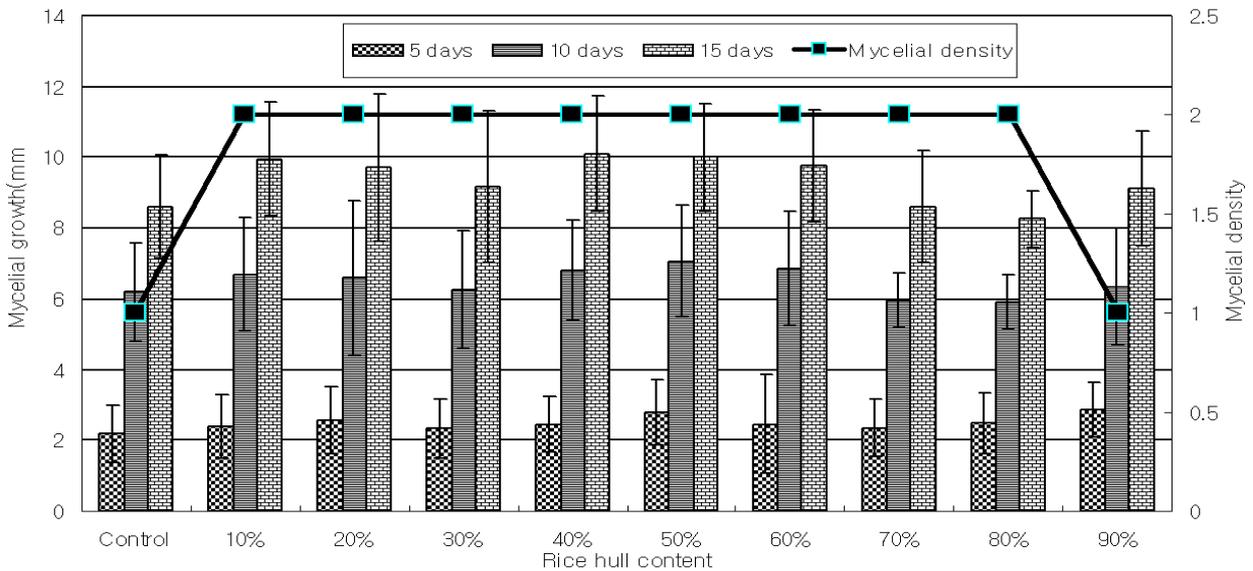


Fig. 6. Mycelial growth and density by rice hullstraw mixture content of sawdust

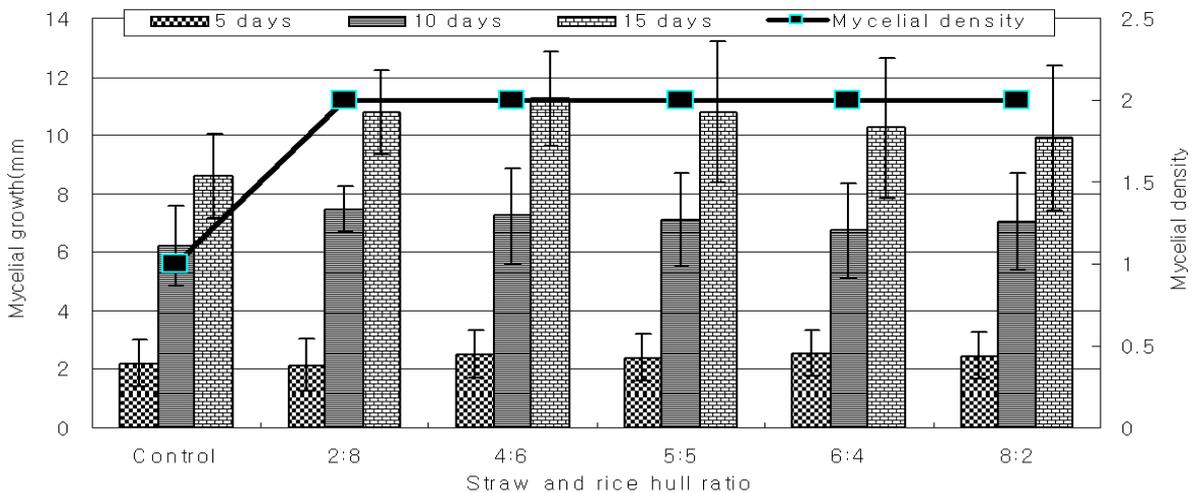


Fig. 7. Mycelial growth and density by straw and rice hull mixture ratio of sawdust

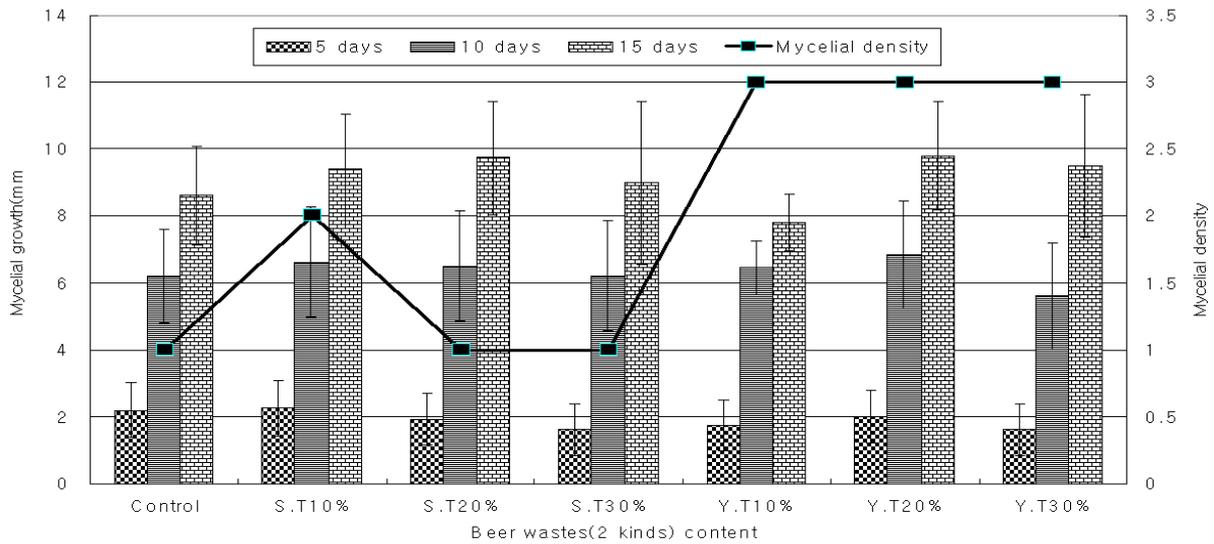


Fig. 8. Mycelial growth and density by beer waster(2 kinds) mixture ratio of sawdust

해지는 경향을 나타내었다. 균사생장은 4 : 6의 혼합비율이 5, 10, 15일째에 각각 2.5, 7.25, 11.25cm로 가장 좋았고 다음이 5 : 5와 2 : 8비율이 좋았고, 6 : 4, 8 : 2 순으로 균사생장과 밀도가 대조구에 비하여 좋았다(그림 7).

균사생장과 밀도가 볏짚과 왕겨를 비율별로 혼합 처리구가 대조구에 비하여 모두 좋은 경향을 나타내었다. 이 결과는 라오스에서 일반적으로 사용되고 있는 재료인 톱밥은 볏짚이나 왕겨로 대체하여 물리성을 개선해야하는 당면한 문제를 안고 있음을 확인하였다.

라오스 맥주박의 혼합비율에 따른 라오스 느타리버섯의 균사생장과 밀도

균사생장은 두가지 형 모두 약간의 촉진효과가 있었고 균사밀도는 진흙 형보다 효모 형이 균일하게 좋았다. 라오스의 느타리버섯 톱밥 봉지재배(그림 8)에 사용되는 미강 19%를 대체하기 위하여 라오스 유일의 맥주공장인 라오 비어에서 1일 1톤씩 생산된 효모 형(Y.T)맥주박을 사용하면 균사밀도는 미강을 사용한 것에 비하여 현저히 좋고 균사생장도 약간 촉진됨으로 염가배지로 추천할 수 있다.

적 요

라오스의 느타리버섯 수량과 품질을 향상시키기 위하여 볏짚, 왕겨, 볏짚과 왕겨의 혼합, 맥주박을 사용하여 균사생장과 밀도를 조사한 결과는 다음과 같다.

라오스 찹쌀벼 품종의 볏짚 및 왕겨를 각각 기존 사용하고 있는 톱밥배지의 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90% 까지 각각 혼합처리 (V/V)하여 유리칼럼시험을 실시하여 균사의 생장과 밀도를 5일 간격으로 조사한 결과, 대조구 8.6cm/15일, 6.2cm/10일, 2.2cm/5일에 비하여 볏짚 및 왕겨를 각각 혼합함으로써 균사생장과 밀도가 현저히 좋

았다. 볏짚 70%를 혼합하였을 때 13.5cm/15일, 8.8cm/10일, 3.2cm/5일로서 균사생장이 가장 좋았으며 균사밀도도 가장 높았다. 왕겨 40%, 50%를 혼합하였을 때 각각 10.1cm, 10cm/15일로서 균사생장과 밀도가 가장 좋았다.

볏짚과 왕겨의 비율을 2 : 8, 4 : 6, 5 : 5, 6 : 4, 8 : 2로 각각 혼합처리(V/V)한 결과, 4 : 6의 혼합비율이 15일째에 각각 11.25cm로 가장 좋았고 다음이 5 : 5와 2 : 8비율이 좋았고, 6 : 4, 8 : 2 순으로 균사생장과 밀도가 대조구에 비하여 좋았다.

맥주박의 진흙 형 (S.T)과 효모 형 (Y.T)을 각각 10, 20, 30%까지 혼합처리 (V/V)한 결과, 균사생장은 두가지 형 모두 약간의 촉진효과가 있었고 균사밀도는 진흙 형보다 효모 형이 균일하게 좋았다.

참고문헌

DDFI, Lao PDR, 2003. Available at <http://www.invest.laopdr.org/business guide.htm>

Hashimoto, K. and Takahashi, Z. 1974. Studies on growth of *Pleurotus flabellatus*. Mushroom Sci., 9, 585.

Khanna, P. and Garcha, H. S. 1985. Physiological studies on *Pleurotus* spp. I. Nitrogen utilization, Mushroom Newslett. Tropics, 5(3), 16.

Khanna, P. and Garcha, H. S. 1985. Physiological studies on *Pleurotus* spp. II. Carbon utilization, Mushroom Newslett. Tropics, 6(1), 9.

Mueller, J. C., Gawley, J. R., Lanz, H., and Hayes, W. A. 1985. 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.

Srivastava, H. C. and Bano, Z. 1970. Nutritional requirements of *Pleurotus flabellatus*, Appl. Microbiol., 19, 166.

- Waksman, S. A. and Allen, M. 1932. Comparative rate of decomposition of composted manure and spent mushroom soil, *Soil Sci.*, 34, 189.
- Waksman, S. A. and Cordon, T. C. 1939. Thermophilic decomposition of plant residues in composts by pure and mixed cultures of microorganisms, *Soil Sci.*, 47, 217.
- Waksman, S. A. and Mcgrath, J. 1931. Preliminary study of chemical processes involved in the decomposition of manure by *Agaricus campestris*, *Am. J. Bot.*, 18, 573.
- Waksman, S. A. and Nissen, W. 1932. 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.
- Waksman, S. A. and Reneger, C. 1934. Artificial manure for mushroom production, *Mycologia*, 26, 38.
- Waksman, S. A., Cordon, T. C., and Hulpoi, N. 1939^a. Influence of temperature upon the microbiological population and decomposition processes of stable manure, *Soil Sci.*, 47, 83.
- Waksman, S. A., Umbreit, W. W., and Cordon, T. C. 1939^b. *Thermophilic actinomycetes and fungi in soils and composts*, *Soil Sci.*, 47, 37.
- 전운성. 2004. 라오스의 농촌빈곤퇴치를 위한 농촌새마을운동 보고서.