

증기 처리한 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배*¹

박 현*^{2†} · 이 봉 훈*² · 가 강 현*² · 박 원 철*² · 오 득 실*³ · 박 준 모*⁴ · 천 우 재*⁵

Cultivation of Cauliflower Mushroom (*Sparassis crispa*) by Use of Steam-treated Coniferous Sawdusts*¹

Hyun Park*^{2†} · Bong-Hun Lee*² · Kang-Hyeon Ka*² · Won-Chull Bak*² · Deuk-Sil Oh*³ · Jun-Mo Park*⁴ · Woo-Jae Chun*⁵

요 약

꽃송이버섯 재배는 침엽수 톱밥의 좋은 사용처로 부각되었다. 하지만 6개월 이상 야적한 톱밥을 사용하여야 한다는 기존의 재배방식은 야적공간과 시간의 문제를 낳는다. 보다 효율적인 꽃송이버섯 재배를 위하여 낙엽송, 소나무 및 잣나무 톱밥에 증기 처리를 하여 생산기간 단축을 시도하였다. 증기처리를 한 경우, 낙엽송과 잣나무 톱밥의 경우 10% 이상의 균사생장 촉진효과를 나타내었으며, 소나무 톱밥을 이용한 재배에서는 단 1회 수확한 KFRI644 균주의 경우 12.5%(50.1 g/400 g)의 수율을 16.7%(66.7 g/400 g)로 향상시킬 수 있었다. 즉, 증기처리된 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯의 재배기간을 단축하고 생산성을 높일 수 있는 좋은 방법이며, 침엽수 톱밥자원의 효율적인 활용방법이라고 할 수 있다.

ABSTRACT

Cultivation of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) became a good way of consumption for coniferous sawdust. However, conventional method for the cultivation demanded ready-decomposed sawdust in field more than 6 months, which resulted in the spatial and temporal problems. This study was conducted to develop an efficient cultivation method to minimize the problem with steam-treated sawdust media of *Larix leptolepis*, *Pinus densiflora* and *Pinus koraiensis*. By the treatment, mycelial growth was stimulated by 10% compared to that of untreated

*¹ 접수 2005년 12월 28일, 채택 2006년 4월 3일

*² 국립산림과학원 화학미생물과 Div. of Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute

*³ 전남산림환경연구소 Jeollanamdo Forest Environmental Research Station

*⁴ 전북산림환경연구소 Jeollabukdo Forest Environmental Research Station

*⁵ 경북산림환경연구소 Gyeongsangbukdo Forest Environmental Research Station

† 주저자(corresponding author) : 박현(e-mail: hyunpark@foa.go.kr)

sawdust with the sawdust media of *L. leptolepis* and *P. koraiensis*, and the mushroom productivity was improved from 12.5% (50.1 g/400 g) to 16.7% (66.7 g/400 g) with the sawdust medium of *P. densiflora* from first harvest in case of KFRI644. Steam treatment is thought to be a good method for cultivation of cauliflower mushroom by minimizing culturing period and increasing productivity, which is an effective way of utilization for coniferous sawdusts.

Keywords: steam-treated, sawdust-based media, *Sparassis crispa*

1. 서 론

꽃송이버섯은 1,3- β -D-glucan의 함량이 다른 버섯에 비하여 훨씬 높아 항암 및 면역증강 효과가 큰 식용버섯으로 알려지면서(Harada 등, 2002a; 2002b), 최근 일본과 우리나라에서 재배 시도가 늘고 있다. 특히, 이 버섯은 침엽수 톱밥을 이용하여 재배할 수 있는 버섯으로서, 우리나라에 널리 조립된 침엽수림이 무육의 손길을 기다리고 있지만 경제성의 문제로 간벌이 이루어지지 않고 있는 점을 감안하면 산림자원 관리의 측면과 임산소득 증진의 일석이조 효과를 거둘 수 있는 좋은 품목이라고 할 수 있다(박 등, 2005).

하지만, 특허를 포함하여 현재까지 공개된 꽃송이버섯 재배기술은 6개월 이상 1차 부숙(腐熟) 처리를 한 침엽수 톱밥에서만 자실체가 잘 형성될 수 있는 것으로 알려져 있다(가, 2003). 이러한 절차는 침엽수 톱밥을 꽃송이버섯 재배에 활용하려면 톱밥을 만들어 일정한 공간에 6개월 이상 야적해 두어야 한다는 문제를 야기한다. 침엽수 톱밥이 부산물로 대량생산되는 목재회사의 경우에도 야적을 위한 공간 확보가 어려워 단기간에 처리를 원하고 있으며, 이로 인하여 헐값에 톱밥을 넘기고 있는 실정이다.

이러한 상황을 고려하여 본 연구는 침엽수 톱밥을 야적하지 않고 곧바로 활용할 수 있는 방법을 모색하고자 시도하였다. 대형 목재회사의 경우, 각종 제재 처리과정에서 파생되는 톱밥에 일정 시간 컨베이어 상에서 증기를 처리하는 공정을 추가할 수 있을 것으로 판단되었다. 이에 따라, 부숙 처리 대신 증기를 처리한 톱밥을 이용하여 꽃송이버섯 재배를 시도하였으며 그 결과를 보고한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 톱밥배지 준비

우리나라에 널리 식재되어 있는 낙엽송(*Larix leptolepis*)과 잣나무(*Pinus koraiensis*), 그리고 우리나라의 대표 수종인 소나무(*Pinus densiflora*)의 톱밥을 공시수종으로 사용하였다. 각 수종의 톱밥은 강원도 홍천군 홍천읍 삼마치리 소재 '신우임산주식회사'에서 구입하였다.

구입된 톱밥은 2가지로 구분하여 처리하였는데, 증기처리를 한 것과 무처리한 톱밥의 2가지로 구분하였다. 증기처리는 톱밥을 광목에 쌓아 짐통에 넣은 후 2 시간 동안 중탕처리를 하며 생성된 증기가 톱밥에 가해지도록 하였다. 두 가지 톱밥은 각각 톱밥과 보릿가루 및 설탕을 80:20:3의 비율로 혼합하여 조제하였으며, 수돗물을 섞어서 수분함량 65% 내외를 만든 후 750 ml 용량의 배양병에 400 g씩 입병하였다. 특히, Shim 등(1998)의 연구에 따르면 꽃송이버섯은 일반적으로 재배되는 식용버섯과 달리 pH 4 내외의 강한 산성조건에서 좋은 균사생장을 나타내는데 침엽수 톱밥은 pH 4 내외를 나타내므로 별도의 pH 조정을 위한 처리는 하지 않았다.

배지의 밀도를 일정하게 하기 위하여(0.8 g/cm³ 내외) 배양병에 일정한 부피(500 ml)를 나타내는 선까지 정해진 중량의 배지가 들어갈 수 있도록 다지면서 넣었다. 입병이 끝나면 배지 중앙 부분에 5 cm 깊이의 구멍(직경 1.5 cm)을 뚫어 종균 접종을 위한 공간을 마련하였으며, 배양병을 깨끗이 하여 뚜껑을 덮었다.

2.2. 멸균 및 접종

준비된 배양병은 각각 뚜껑을 닫은 후 1.5 기압, 121°C의 조건에서 60 분간 멸균처리 하였으며, 냉각 후 미리 준비한 톱밥균주를 이용하여 접종을 실시하였다. 접종을 위하여 사용한 균주는 국립산림과학원의 KFRI644(광릉), KFRI645(구례)로서 낙엽송 톱밥을 넣은 종균병에서 약 45 일간 배양된 것이었다. 접종은 시약스폰을 이용하여 두 스푼씩(생중량 4.5 g, 건중량 2.0 g 내외)을 배양병의 중앙에 넣어 주었다.

2.3. 초기배양 및 발생처리

접종된 배양병은 각 처리별로 일정한 용기에 정리한 후 암조건 23±1°C의 조건에서 배양하였다. 접종 후 35 일 및 50 일이 경과된 시점에 균사 생장량을 배양병의 외부에서 측정하였는데, 톱밥배지의 윗부분에서 아래로 생장하는 균사의 선단부분을 4방위에서 측정하여 평균치를 계산하였다.

균사가 배양병의 바닥까지 완전히 만연되고 원기가 형성되어 배양병 뚜껑을 밀고 올라오는 시점(접종 후 55~65 일 경과 후)에 발생실로 옮겨 수분을 공급하며 자실체 생산을 유도하였다. 즉, 특별한 발생처리는 없이 균사가 완전히 성숙한 시점에서 발생실로 옮겨 주기만 하였는데 발생실의 온도는 21±2°C를 유지하였고, 습도는 95±3%의 조건을 유지하였다.

2.4. 자실체 수확

균주에 따라 자실체 형성에 차이가 있었으므로, KFRI644의 경우에는 발생처리 후 약 1 개월 시점에 수확을 실시하였고, 다시 1.5 개월이 지난 후 2차 수확을 실시하였다. 반면, KFRI645의 경우에는 발생처리 후 45 일 이상 경과된 시점에 자실체 수확을 할 수 있었으며, 2차 수확을 위하여 처리한 결과, 다시 50 일 정도가 소요되었다. 그러나 두 균주 공히 2차 수확을 위하여 처리하는 기간에는 오염물이 급격히 증가하였으므로 실질적인 운영에는 바람직하지 않은 것으로 판단되었다. 이에 따라 1차 수확 시의 생산량만을

기준으로 생산량을 비교하였다.

자실체 생산량은 꽃모양을 형성하는 윗부분과 자루부분을 형성하는 아랫부분으로 구분하여 칼로 잘라낸 후 측정을 시도하였다. 그러나 정확하게 구분하는 지점을 선정하기 어려운 점이 있었으며, 현재까지는 약용버섯으로 꽃부분과 자루부분을 같은 비중으로 사용하고 있으므로 두 부분을 합한 무게(생중량)를 자실체 생산량으로 계산하였다. 자루부분은 톱밥이 완전히 제거될 수 있는 부분까지만 포함시키고, 자실체인지 균사체 덩이인지 구분하기 어려운 부분은 자실체 생산량 측정 시 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 균사 생장

접종 후 약 1개월이 경과된 시점에는 균주별로 균사 생장이 처리에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지 않는 경우도 있었지만, 50일이 경과된 시점에 측정된 꽃송이버섯 균사의 생장량은 증기처리를 한 톱밥에서 무처리 한 톱밥에 비하여 높음을 확인할 수 있었다(Fig. 1). 또한, 두 균주 모두 낙엽송과 소나무에 비하여 잣나무 톱밥에서는 균사 생장이 늦게 나타났는데, 이러한 결과는 기존 연구결과(오, 2003; 박 등, 2005)의 보고와 일치하는 결과로서 국내에서 분리한 꽃송이버섯 균주는 모두 잣나무에 비하여 낙엽송이나 소나무 톱밥을 더 잘 분해하는 것으로 판단되었다. 한편, 소나무 톱밥의 경우 초기생장은 낙엽송 톱밥에 비하여 늦었지만, 일정한 시간 이후 생장시간이 빨라져서 50일이 되기 이전에 배양병의 바닥까지 균사가 만연되는 경우가 많이 나타나 증기처리 한 톱밥배지는 빠른 경우 45 일 시점에 이미 원기가 형성되는 모습을 확인할 수 있었다.

또한, 박 등(2005)의 연구에서 언급된 것처럼 배지의 밀도를 높게 함으로써 균사의 생장속도에 있어서 변이가 줄어드는 모습을 확인할 수 있었다. 배지밀도를 0.65 g/cm³로 설정하였던 박 등(2005)의 연구에서는 변이계수가 10~30%에 달하였지만 0.8 g/cm³로 밀도를 높인 본 연구에서는 5% 이내의 변이계수를 나타내었다. 단, 균사의 생장속도가 박 등(2005)의 연

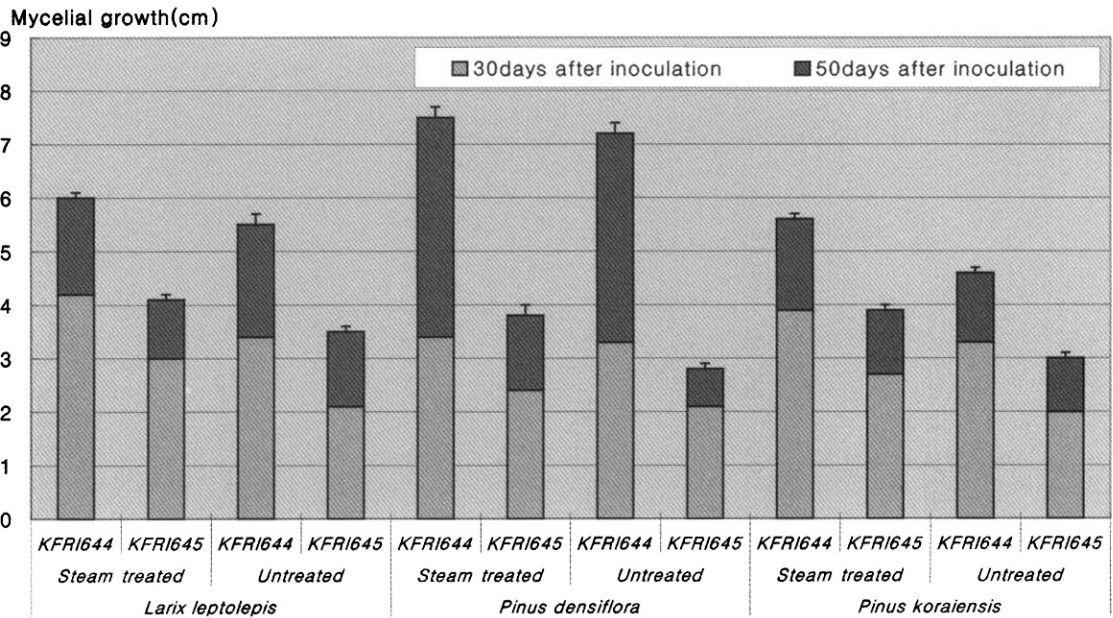


Fig. 1. Mycelial growth of *Sparassis crispa* on three kinds of sawdust media with additions of barley flours.

구에 비하여 다소 낮은 것으로 나타났는데, 이는 배양 병 표면의 균사 선단을 측정할 때에 기인한 것으로서, 실질적인 균체량은 크게 차이가 나타나지 않는 것으로 추측된다. 실제로 균사가 완숙되고 버섯의 원기가 형성되는 기간은 박 등(2005)의 연구에 비하여 본 연구에서 더 짧게 나타나, ergosterol 함량의 변화 등을 실질적으로 측정하지 않았지만, 꽃송이버섯 배양을 위해서는 배지의 밀도를 0.65 g/cm^3 보다는 0.8 g/cm^3 수준으로 하는 것이 유리할 것으로 생각되었다.

낙엽송 톱밥과 소나무 톱밥을 이용한 배지의 경우에는 증기처리 여부에 상관없이 접종 후 55 일 경과시점에 발생실로 옮길 수 있을 정도로 배양병의 상부에 원기가 충분히 형성되었다. 하지만, 잣나무 톱밥배지의 경우에는 증기처리를 한 경우에는 55 일 경과시점에 옮길 수 있었지만, 일반 톱밥배지의 경우에는 이보다 약 10 일 이상 늦은 65 일이 지난 이후에 발생실로 옮길 수 있을 정도의 원기가 형성되었다. 이는 본 연구에서는 구명할 수 없었지만, 잣나무 톱밥이 낙엽송이나 소나무 톱밥에 비하여 균사 생장에 적합하지 않음을 시사한다.

3.2. 자실체 수확량

낙엽송 톱밥이나 소나무 톱밥의 경우에는 증기처리를 한 톱밥배지에서의 자실체 생산량이 더 많거나 같은 결과를 나타내었지만, 잣나무 톱밥의 경우에는 오히려 증기처리를 한 톱밥배지에서 처리를 하지 않은 배지보다 더 낮거나 같은 정도의 꽃송이버섯 자실체 생산성을 나타내었다(Fig. 2). 이는 잣나무 증기처리 톱밥배지의 경우 다른 수종의 처리와 같은 시기에 처리를 하고 그 결과를 확인하기 위하여 배지에 원기의 형성이 완전하지 못한 상태에서 서둘러 발생실로 옮긴 반면, 잣나무 일반 톱밥을 이용한 배지의 경우 아예 10 일간 더 늦게까지 배양하며 충분히 원기가 형성된 이후에 발생실로 옮긴 까닭으로 추측된다.

예비실험과정에서 깨닫게 된 것으로서, 꽃송이버섯의 경우에는 병재배를 하면서 발이 유도를 위하여 '균 굵기 처리'를 할 경우 1 개월 이상 자실체 생산이 늦어지는 결과를 낳았다. 따라서 꽃송이버섯은 균사가 충분히 성장하여 스스로 원기를 형성하고 배양병의 뚜껑을 밀고 올라오는 수준에 이를 때까지 배양병을 발

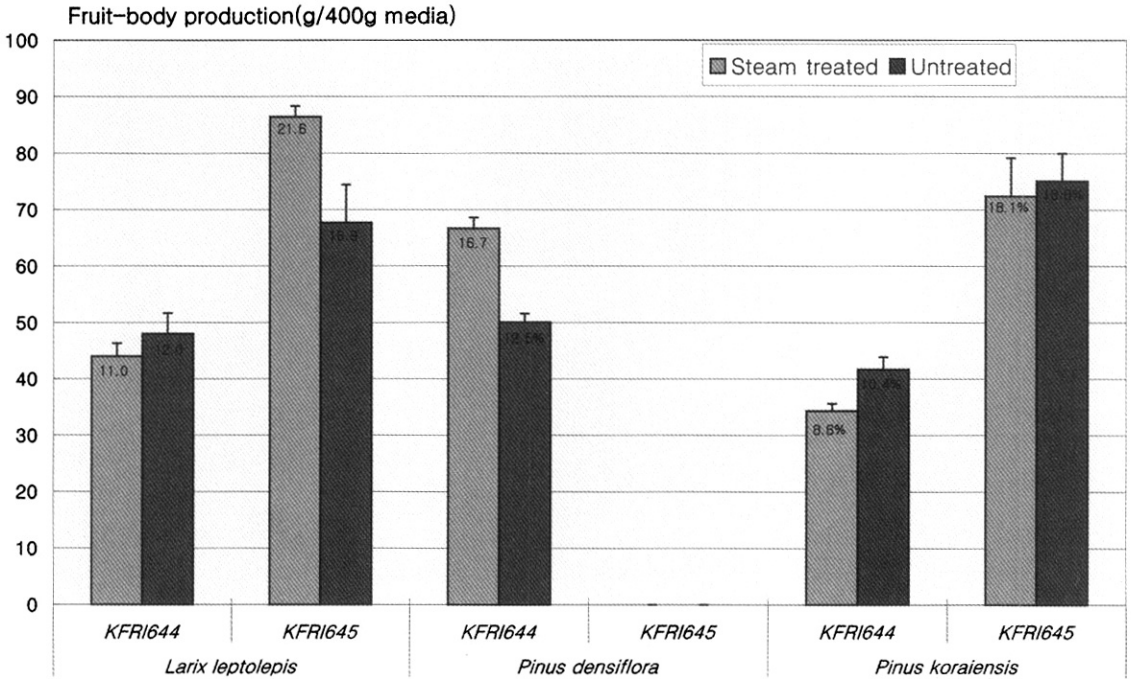


Fig. 2. Cauliflower mushroom production from the bottled coniferous sawdust media with addition of barley flours and sugar.

생실로 옮기지 않는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

한편, 모든 배지에서 특별히 우수한 성장과 생산량을 나타내는 균주를 찾기는 어려웠다. KFR1644에 비하여 상대적으로 KFR1645가 수율이 높은 것으로 나타났다지만, 실질적인 생산성은 KFR1644가 결코 낮다고 할 수 없었다. 이는 재료 및 방법에서 설명하였듯이 KFR1644의 경우 1 개월 만에 자실체를 생산하고 약 1.5 개월 경과 후 다시 2차 생산을 하게 되는 경우, 그 생산량은 약 2 배에 달하였기 때문이다. 단, 2 차 생산에 이르는 기간에 오염률이 높아진다는 문제점이 있어서, KFR1644의 경우에도 산업적으로 활용하기 위해서는 최대한 자실체를 키운 후 1.5 개월 이상 경과한 후 단 1 회 수확하는 방식을 채택하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

따라서 수종별, 생산방식별로 우수한 균주를 선발하는 연구가 필요하다고 할 수 있다. 경제성 등을 고려하여 1차 생산 후 배지를 폐기하는 방식을 적용한다면 낙엽송과 잣나무는 KFR1644보다는 KFR1645를 사용하는 것이 바람직하다고 할 수 있었다.

한편, 균사의 성장과 자실체 생산량이 일정한 비례 관계에 있지 않다는 점은 특기할 사항이다. Fig. 1에서 KFR1644는 KFR1645에 비하여 높은 균사 성장속도를 나타내었지만, Fig. 2를 살펴보면 KFR1644의 자실체 생산량은 KFR1645에 비하여 오히려 적은 것으로 나타났다. 꽃송이버섯은 균사의 초기오염이 높아서 초기 균사생장이 좋은 것이 바람직하지만, 버섯 균주는 궁극적으로 자실체 생산량이 많아야 하므로 균형적인 시각에서 균주를 선발하여야 한다. 따라서 약 3~4 개월이 소요되는 꽃송이버섯 재배의 전 공정을 충분히 검토한 후 균주를 선발하는 것이 바람직하다. 이러한 측면에서 보면 톱밥재배를 위한 전처리로서의 증기처리는 궁극적으로 자실체 생산량은 많지만 초기 정착이 잘 되지 않는 균주를 사용한 꽃송이버섯 재배에 매우 유리한 방법이라고 할 수 있다.

4. 결 론

침엽수톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배가 침엽수 톱

밥자원의 새로운 사용처로 부각되고 있지만, 다른 버섯과 달리 배양 및 생산기간이 오래 소요되는 문제는 산업화에 걸림돌이 되고 있다. 이를 해결하기 위하여 제재과정 등에서 부산물로 산출되는 톱밥을 증기로 전처리한 후 꽃송이버섯을 재배한 결과, 균사생장을 촉진하여 궁극적으로 자실체 생산을 위한 기간을 단축하고, 생산량도 증대시킬 수 있음을 확인하였다. 특히, 이러한 경향은 잣나무 톱밥에서는 균사생장에 뚜렷하게 영향을 미침을 확인할 수 있었으며, 균주에 따라 다른 경향은 있으나 낙엽송과 잣나무 톱밥을 이용하는 경우 자실체 생산량에서도 뚜렷한 차이를 나타내었다. 따라서 대량생산되는 침엽수 톱밥을 공장에서 증기로 처리한 후 꽃송이버섯 재배용 배지로 판매한다면 침엽수 톱밥의 부가가치를 훨씬 높일 수 있을 것이라 생각한다.

참 고 문 헌

1. 가강현. 2003. 유망 임산버섯 재배. pp.95-113. 박현(편). 임산버섯 재배의 이론과 실제. 한국임산버섯연구회 2003 세미나 자료집. 134p.
2. 박현, 이봉훈, 오득실, 가강현, 박원철, 이학주. 2005. 보릿가루가 첨가된 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배. 임산에너지 24(2): 31-36.
3. 오득실. 2003. 꽃송이버섯의 균사생장 최적화를 위한 배지조성 및 배양조건에 관한 연구. 전남대학교 대학원 석사학위 청구논문. 33p.
4. Harada, T., N. Miura, Y. Adachi, M. Nakajima, T. Yadomae, and N. Ohno. 2002a. Effect of SCG, 1,3- β -D-glucan from *Sparassis crispa* on the hematopoietic response in cyclophosphamide induced Leukopenic mice. *Biol. Pharm. Bull.* 25(7): 931-939.
5. Harada, T., N. N. Miura, Y. Adachi, M. Nakajima, T. Yadomae, and N. Ohno. 2002b. IFN- γ induction by SCG, 1,3- β -D-glucan from *Sparassis crispa*, in DBA/2 Mice *in vitro*. *Journal of Interferon & Cytokine Research* 22: 1227-1239.
6. Shim, J.-O., S.-G. Son, S.-O. Yoon, Y.-S. Lee, T.-S. Lee, S.-S. Lee, K.-D. Lee, and M.-W. Lee. 1998. The optimal factors for the mycelial growth of *Sparassis crispa*. *The Korean Journal of Mycology* 26(1): 39-46.