

표고톱밥재배시 톱밥종균과 액체종균의 접종량 차이에 따른 생산성 비교

박원철 · 이봉훈* · 가강현 · 유성열

국립산림과학원 화학미생물과

Comparison of Productivity according to Different Quantity of Sawdust and Liquid Spawn for Sawdust Cultivation of Shiitake

Won-Chull Bak, Bong-Hun Lee*, Kang-Hyeon Ka and Sung-Ryul Ryu

Division of Wood Chemistry and Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

(Received April 28, 2008. Accepted June 2, 2008)

ABSTRACT: Studies were made to investigate the difference of the shiitake productivity according to the use of sawdust and liquid spawn on middle-temperature type strain. Treatments inoculated with sawdust spawn have shown that yields were dispersed according to flushing periods and fruit-bodies occurred sporadically on medium. However, treatments inoculated with liquid spawn have shown that yield was relatively concentrated at 1st flushing period and fruit-bodies were densely occurred on medium. At total yield and the number of fresh fruit-bodies until seventh flushing, treatments inoculated with liquid spawn were more than those inoculated with sawdust spawn. Also, biological efficiency (B.E.) of inoculation with 20 ml liquid spawn which produced 30% of the medium weight was highest as 69%, but biological efficiency of inoculation with 10 g sawdust spawn was lowest as 42%. And, although rate of fruit-bodies over 10 g in total yield was high on treatments inoculated with sawdust spawn, amounts of fruit-bodies over 10 g were not different among treatments.

KEYWORDS : Biological efficiency, Liquid spawn, Middle-temperature type strain, Sawdust spawn, Shiitake

우리나라의 표고톱밥재배 미래를 어렵פות이 엿볼 수 있는 연구들이 있었다. 최근, 소비자들의 표고구매 행태에 대한 연구들에 따르면 표고를 먹는데 있어서 걸림돌이 되는 요인으로 높은 가격과 독특한 냄새 등이 지목되었으며, 신선도도 선택에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다(민과 이, 2006; 정 등, 2003). 여기서 우선 걸림돌로 제시된 높은 버섯 가격을 떨어뜨릴만한 방법은 재배규모를 크게 해서 생산 단가를 낮추고 단위 수확량을 늘리는 것이 될 수 있을 텐데 현실적으로 원목재배로는 한계가 있을 수밖에 없다. 또한 톱밥배지에서 생산된 표고가 원목에서 생산된 표고보다 냄새가 덜 나며, 톱밥재배는 신선한 상태의 생버섯을 생산하기 위한 재배형태라는 점 등을 생각하면 톱밥배지에 의한 표고재배가 앞으로 계속 활성화될 것으로 전망되고 있다.

하지만 이런 전망에도 불구하고 표고톱밥재배는 아직까지 총 표고생산액 1,959억원, 생표고 생산량 23,592톤, 건표고 생산량 2,044톤의 국내 표고시장에서 생산량 5% 내외만을 차지하고 있을 뿐이다(산림청, 2007).

표고 톱밥재배에는 다양한 재료들이 사용 가능한데 주로

해당 지역에서 원활히 공급할 수 있는 자원을 활용하는 방식을 택하게 된다. 예를 들어, 파키스탄에서는 *Delbergia sisso*나 아카시아, 포플라 계통의 나무들에 밀짚이나 벼짚, 목화부산물 등을 섞어서 사용하고(Khan *et al.*, 1991), 캐나다에서는 참나무에 밀기울이나 기장을 섞어서 사용하기도 한다(Rinker, 1991). 이밖에도 하와이처럼 목재를 이용하기 어려운 지역은 곡물을 기본재료로 사용하기도 하고(Hiromoto, 1991). 터키에서는 개암껍질을 주재료하고 밀짚이나 너도밤나무 칩을 섞어서 사용하기도 한다(Özçelik and Peksen, 2007). 다행히 우리나라에서는 표고톱밥재배에 가장 적합한 것으로 알려진 참나무와 미감을 주재료로 해서 재배할 수 있는 재배환경을 갖추고 있다.

우리나라의 표고톱밥재배에 관한 본격적인 연구 시작 시기는 1990년대부터라고 볼 수 있는데, 이후 버섯 생산성을 높이기 위한 다양한 방법들이 제시되었다. 하지만 종균의 종류에 따른 생산성을 비교하고자 하는 시도는 거의 없었고, 최근 이 등(2006)이 고온성 품종을 이용한 톱밥종균과 성형종균, 그리고 액체종균 간의 버섯 생산성을 비교했을 뿐이다.

따라서 본 실험에서는 중온성 품종을 사용했을 때 톱밥종균과 액체종균의 접종량에 따라 생산성에 어떤 영향을

*Corresponding author <E-mail : bonghun90@naver.com>

미치는지를 비교하기 위해 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

균주

국립산림과학원에서 보관 중인 KFRI 169 균주(중온성 품종, 발생온도범위 9~19°C)를 실험에 사용하였다.

배지제조

신갈나무톱밥 79%, 미강 19%, 설탕 1%, CaCO₃ 0.6%, KNO₃ 0.4% 비율로 혼합한 배지에 물을 첨가하여 함수율이 60%가 되도록 조절했다. 혼합된 배지는 PP(polypropylene) 봉지에 넣고 무게 3 kg(12×32 cm) 크기의 원통형으로 제조했으며, 살균의 용이 및 통기를 위해 봉지 앞쪽에 직경 3 cm 정도의 filter를 부착했다. 제조된 배지는 121°C에서 90분 동안 고압살균했다.

종균 및 배지배양

종균을 만들고 배지를 배양하는 과정은 이 등(2006)의 방법에 준해 진행되었다.

톱밥종균은 신갈나무톱밥 80%, 미강 19%, 설탕 1% 비율로 섞어서 함수율을 65%로 조정하고 고압살균(121에서 20분) 한 후 균을 접종해서 30일간 배양한 것을 사용했다. 종균 배양이 완료되고 톱밥배지가 준비되면 배지의 윗면 4군데에 처리구별로 총 10 g(처리구 S1: 4×2.5 g), 20 g(처리구 S2: 4×5 g), 30 g(처리구 S3: 4×7.5 g)의 종균을 각각 투입한 후 스카치테이프로 밀봉하였다. 접종 후 배지는 22±1°C, 60~70%의 암배양 조건에서 130일간 배양했으며, 암배양 완료 후에는 배지를 명배양(약 200 lux, 형광등) 조건에서 20일간 배양했다. 배양 과정 중 균사의 상태에 따라 봉지에 구멍을 뚫어주어 통기를 시켰으며, 실험은 15반복으로 진행되었다.

액체종균에는 PDB(Difco) 배지가 사용되었으며, 배지를 넣은 액체배양병은 121°C에서 20분 동안 고압살균하였다. 살균 후 미리 배양한 균을 homogenizer로 균질화한 다음 배양병에 넣어 주었으며, air pump로 산소를 공급하면서 23°C에서 9일간 배양하였다. 이렇게 배양된 액체종균은 균체량(건중량)이 10 mg/1 ml이었으며 배지 윗면 4군데에 처리구별로 총 20 ml(처리구 L1: 4×5 ml), 30 ml(처리구 L2: 4×7.5 ml), 40 ml(처리구 L3: 4×10 ml) 씩을 각각 투입하였다. 접종 이후의 배양과 반복수는 '톱밥종균'과 동일하였다.

생산성 조사

버섯을 발생시키기 위해 국립산림과학원 구내에 있는 비닐하우스 재배사를 이용하였으며, 실험이 진행되는 13개월 동안의 배지 관리는 박 등(2006)의 방법에 준해 실시되었다. 모든 처리구는 동시에 입상되었으며, 입상 당시

이들의 총배양 일수는 150일이었다. 버섯발생을 위한 수분 공급에는 전 차수에 걸쳐 침수방법이 사용되었으며, 시간은 24시간, 수온은 15~19°C 정도 되었다. 수확은 7차까지 진행되었으며, 총수확량, 발생된 버섯 개수, 버섯 개당무게가 10 g 이상인 버섯들의 양 등을 조사하였다. 버섯 발생 기간 중 재배사 내부의 온도 및 습도 변화를 확인하기 위해 자기온습도계(SATO, SIGMA-II) 및 디지털온습도계(HOBO)를 사용하였으며, 재배기간 중 평균온도는 9~24°C, 평균습도는 68~90%였다.

결과 및 고찰

버섯 발생 특성

톱밥종균을 접종한 처리구들과 액체종균을 접종한 처리구들 간에는 버섯발생특성에 있어서 차이가 나타났다(Fig. 1). 1차에서부터 7차까지 수확한 결과, 전처리구에서 1차발생량이 가장 많았다. 하지만 차수별 버섯발생은 액체종균 접종구들이 1차에 집중되는 경향임에 반해 톱밥종균 접종구들은 상대적으로 분산되는 경향을 보였다(Fig.



Fig. 1. Characteristics of fruit-bodies from media inoculated with sawdust and liquid spawn. A: sawdust spawn (S3: sawdust spawn 30 g), B: liquid spawn (L3: liquid spawn 40 ml).

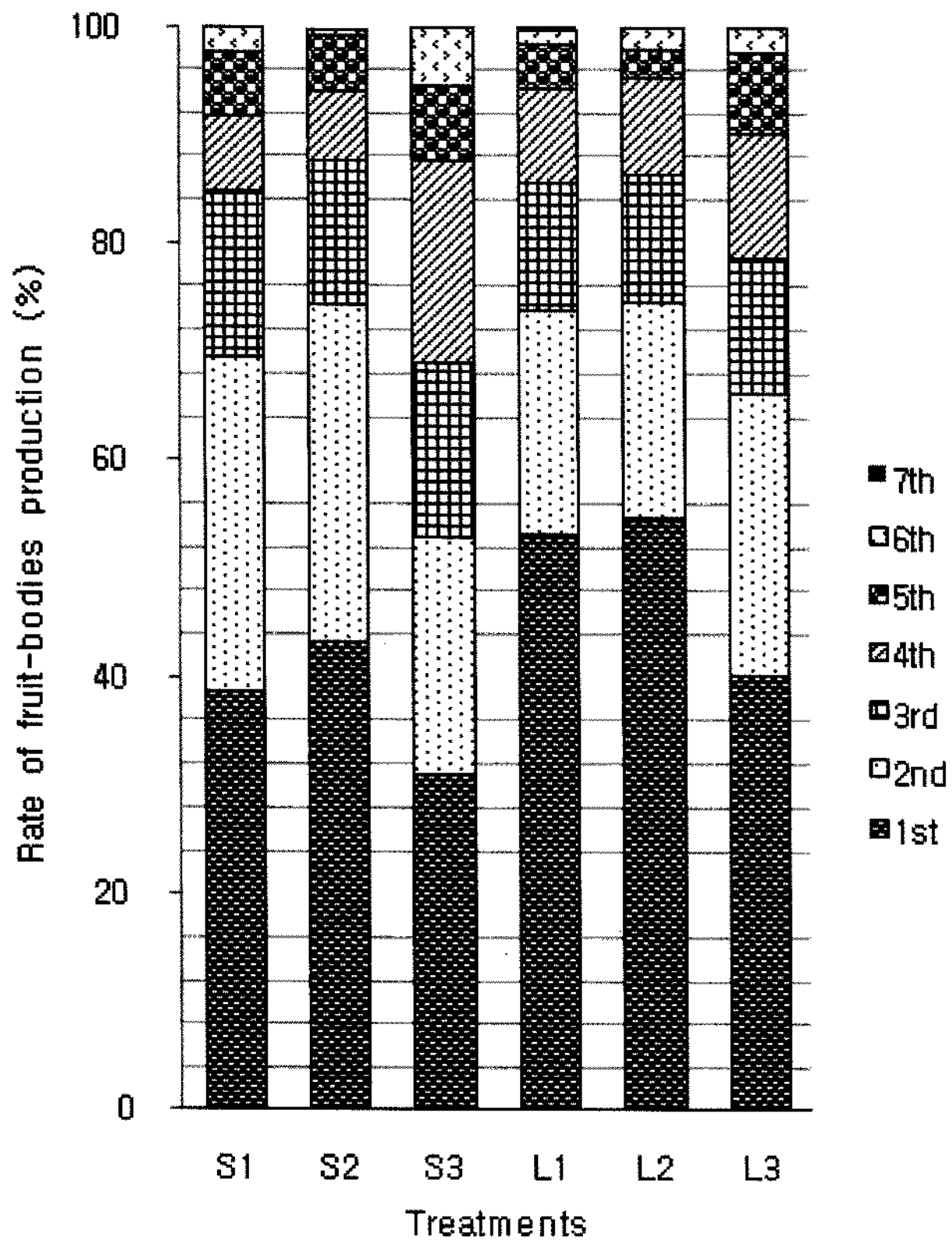


Fig. 2. The rate of fruit-bodies production from 1st to 7th flushing per 2 kg medium. S1: sawdust spawn 10 g, S2: sawdust spawn 20 g, S3: sawdust spawn 30 g, L1: liquid spawn 20 ml, L2: liquid spawn 30 ml, L3: liquid spawn 40 ml.

1, 2). 이는 액체종균을 사용했을 때 발생량이 더 골고루 분산된다는 이 등(2006)의 조사에서와 대비되는 특성인데, 위의 조사에서 사용된 균주는 고온성 품종인 반면에 본 실험에서 사용된 균주는 중온성 품종인 만큼 균주의 온도 형이 발생경향에 일부 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

그리고 톱밥종균을 접종한 처리구들은 1차발생 때의 수확량이 많기는 해도 전반적으로 차수별로 분산되고 자실체도 산발적으로 발생하는 경향을 보였지만, 액체종균을 접종한 처리구들은 톱밥종균에 비해 상대적으로 수확이 1차발생에 집중되었고 자실체들도 산발적이 아니라 조밀하게 발생되었다. 게다가 자실체들이 한꺼번에 다량 발생하다보니 크기가 작음에도 불구하고 일찍 개산되는 것들도 많았다. 따라서 배지 크기가 1.2 kg으로 본 실험과 차이가 있긴 하지만 버섯발생은 본 실험과 비슷한 조건에서 진행되었던 Ohga 등(1992)의 실험에서 배양 기간이 길수록 1차발생량과 버섯개수가 많았다는 점을 고려할 때, 본 실험에서도 마찬가지로 긴 배양기간이 1차발생량 증가로 연결되었을 가능성이 높다고 판단된다. 이밖에도 배양기간이 동일했음에도 불구하고 S3 처리구에 비해 L1 처리구의 1차발생량이 2배 정도 많았다는 점은 액체종균 20 ml가 톱밥종균 30 g 보다 배지를 더 빠르게 분해시킨다는

것을 의미한다.

버섯 생산성

전체적으로 톱밥종균을 접종한 배지들(S1, S2, S3)보다 액체종균을 접종한 배지들(L1, S2, L3)에서의 수확량이 많았으며, 그 중에서도 L1 처리구가 수확량과 발생된 버섯 개수가 가장 많았다(Table 1). 그리고 처리구들 간의 생산성에 있어서도 차이가 발생했는데, 배지무게의 30%가 생산된 L1 처리구의 생물적효율(B.E.)은 69%로 처리구들 중 가장 높은 반면에, S1 처리구의 생물적효율은 42%로 처리구들 중 가장 낮았다.

하지만 총수확량 중 10 g 이상 되는 버섯들이 차지하는 비율은 톱밥종균을 접종한 처리구들에서 더 높게 나타났다(Table 2). 예를 들어, 톱밥종균을 접종한 S3 처리구는 무게 10 g 이상 버섯들의 발생 비율이 총수확량의 78%를 차지한 반면에 수확량이 가장 많았던 L1 처리구는 50%에 머물렀다. 따라서 단순히 총수확량 대비 품질 만을 고려한다면 톱밥종균을 사용해야할 것으로 생각할 수도 있

Table 1. Cultivation characteristics in sawdust media inoculated with various treatments of spawn

	Total yield and the number of fresh fruit-bodies (2 kg medium, until seventh flushing)		
	Yield (g)	Number	B.E. (%) ^a
S1	550 ± 72d ^b	65 ± 13c	42
S2	561 ± 77d	66 ± 22c	43
S3	588 ± 63d	51 ± 10c	45
L1	897 ± 91a	149 ± 26a	69
L2	802 ± 80b	118 ± 26b	62
L3	729 ± 34c	120 ± 19b	56

^a: Biological efficiency = fresh weight of fruit bodies/dry weight of medium × 100.

^b: Followed by LSD multiple range test ($p < 0.05$).

S1: sawdust spawn 10 g, S2: sawdust spawn 20 g, S3: sawdust spawn 30 g, L1: liquid spawn 20 ml, L2: liquid spawn 30 ml, L3: liquid spawn 40 ml.

Table 2. Cultivation characteristics in sawdust media with various spawn inoculations

	Yield and the number of fresh fruit-bodies over 10 g (2 kg medium, until seventh flushing)		
	Yield (g)	Number	Rate to total yield (%)
S1	406 ± 71bc ^a	21 ± 6a	74
S2	397 ± 35c	21 ± 5a	71
S3	461 ± 39a	25 ± 7a	78
L1	451 ± 42ab	26 ± 6a	50
L2	412 ± 56ab	26 ± 7a	51
L3	394 ± 49c	24 ± 3a	54

^a: Followed by LSD multiple range test ($p < 0.05$).

S1: sawdust spawn 10 g, S2: sawdust spawn 20 g, S3: sawdust spawn 30 g, L1: liquid spawn 20 ml, L2: liquid spawn 30 ml, L3: liquid spawn 40 ml.

을 것이다. 하지만 10 g 이상 되는 버섯들의 양을 비교해보면, 톱밥종균을 접종한 처리구들이나 액체종균을 접종한 처리구들 간에 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

따라서 위와 같은 특성들을 고려해 볼 때, 본 실험군의 톱밥재배시 액체종균을 사용한다면 배지의 배양기간을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 발생량도 늘릴 수 있을 것으로 판단되며, 액체종균도 20 ml 정도가 적당할 것으로 판단된다.

적 요

중온성 품종을 사용했을 때 톱밥종균과 액체종균의 접종량에 따라 생산성에 어떤 영향을 미치는지를 조사했다. 톱밥종균을 접종한 처리구들은 수확이 차수별로 분산되고 자실체도 산발적으로 발생되었다. 반면에, 액체종균을 접종한 처리구들은 톱밥종균에 비해 상대적으로 수확이 1차 발생에 집중되었고 자실체들도 조밀하게 발생되었다. 7차 발생까지의 총수확량과 버섯 개수도 액체종균 처리구가 톱밥종균 처리구보다 더 많았다. 또한 배지무게의 30%가 생산된 액체종균 20 ml 접종 처리구의 생물적효율은 69%로 처리구들 중 가장 높은 반면에, 톱밥종균 10 g 접종 처리구의 생물적효율은 42%로 처리구들 중 가장 낮았다. 그리고 비록 총수확량 중 10 g 이상 되는 버섯들이 차지하는 비율이 톱밥종균을 접종한 처리구들에서 더 높게 나타났지만, 10 g 이상 되는 버섯의 양은 톱밥종균을 접종한 처리구들이나 액체종균을 접종한 처리구들 간에 큰 차이

가 없었다.

참고문헌

- 민경택, 이요한. 2006. 도시 소비자들의 표고버섯 소비 및 구매 행태 분석. 산림경제연구 14:35-43.
- 박원철, 윤갑희, 가강현, 박현, 이봉훈. 2006. 표고재배 및 병해충 방제기술. 국립산림과학원 연구자료 제 258호. pp. 108-158.
- 산림청. 2007. 임업통계연보.
- 이봉훈, 박원철, 윤갑희. 2006. 톱밥종균, 성형종균 및 액체종균을 사용한 표고톱밥배지에서의 생산성 비교. 한국균학회지 34:79-83.
- 정병현, 김의경, 이성연. 2003. 표고버섯의 소비실태 및 구입선호 분석. 산림경제연구 11:15-22.
- Hiramoto, B. T. 1991. Comparative analysis of shiitake culture systems. Science and cultivation of edible fungi. pp. 489-496.
- Khan, S. M., Mirza, J. H. and Khan, M. A. 1991. Studies on shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). Science and cultivation of edible fungi. pp. 503-508.
- Ohga, S., Roozendaal, F. V., Aspinwall, M. and Miwa, M. 1992. Yield and size response of the shiitake mushroom, *Lentinus edodes*, depending on incubation time on sawdust-based culture. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 33:349-357.
- Rinker, D. L. 1991. The influence of heat treatment, genotype and other cultural practices on the production of shiitake mushrooms on sawdust. Science and cultivation of edible fungi. pp. 497-502.
- Özçelik, E. and Peksen, A. 2007. Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Biore-source Technology* 98:2652-2658.