

느타리버섯 압축배지 재료에 대한 최적 배합 연구

장현유, 노문기, 최병국, 변재면
한국농업전문학교

The optimum material mixture rate of the pressing media in *Pleurotus ostreatus*

Hyun-You Chang, Mun-Gi Roh, Boung-Kook Choi, Jae-Myun Byun
Dept. of Mushroom Science, Korea National Agricultural College. 445 - 890, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the optimal mixture ratio for the mycelial culture of the *Pleurotus ostreatus*. The chief cultural media in this study were cotton hull, sawdust and rice straw and the supplemental media were zeolite, corn cob, defatted rice bran, white cotton, tobacco trash powder, rice hull and peat. The results of this study were as follows; the optimal mixture ratio of the chief cultural media were effective in 6 : 3 : 1(V/V, %), and the mycelial growth and density in the supplemental media were considerably better 1% zeolite, 3% corn cob, 5% defatted rice bran, 1% white cotton, 1% tobacco trash powder, 7% rice hull in good order. The optimal mixture ratio be to the mixed supplemental media in the chief cultural media were as follows ; 2 : 2(V/V, %) at the conditions of mixed zeolite and corn cob; 3 : 2(V/V, %) at the conditions of mixed defatted rice bran and white cotton; 1 : 3(V/V, %) at the conditions of mixed tobacco trash powder and rice hull. At the conditions of the whole cultural media mixed, the mycelial growth and density were in good conditions ; cotton hull, sawdust, rice straw, zeolite, corn cob, defatted rice bran, white cotton, tobacco trash powder, rice hull, and peat were mixed 43.0 : 17.2 : 25.8 : 2.0 : 2.0 : 3.0 : 2.0 : 1.0 : 3.0 : 1.0 (V/V, %).

Key words: Corn cob, Cotton hull, Defatted rice bran, Peat, *Pleurotus ostreatus*, Rice hull, Rice straw, Sawdust, Tobacco trash powder, White cotton, Zeolite

느타리버섯재배를 하기 위해서 여러 가지 배지를 사용하는데 원래의 기주체(Host)는 활엽수인 미류나무(*Populus deltoides* Marsh)나 포플러류(*Populus* spp.) 등이다. 그러나 근래의 느타리버섯 배지는 폐솜이나 벚짚 등을 주재료로 하여 여러 가지 첨가재

료를 혼합 압축한 배지이다. 버섯재배 기질은 ligno-cellulose를 함유한 재료를 이용하며 이것은 버섯의 균사생장, 자실체 형성 등에 영향을 미친다. 버섯 배지재료는 C/N ratio가 중요한 역할을 하는데 특히 벚짚은 C/N ratio가 높아 일시적인 질소 결핍증상이 나타나 수량감소의 원인이 되기도 한다. 버섯배지 내

에서의 화학성, 물리성, 미생물상 등의 변화에 유의해야 하는데 만약 질소가 단백질로 변하지 않고 질산염으로 변한다면 버섯균이 이용할 수 없어 좋지 않다. 그리고 균생장 시 독소를 분비하는 물질이 형성되지 않도록 해야 하고 물리성도 양호한 압축배지가 되어야 한다. 이러한 조건을 유지시키기 위해서 산소공급이 원활하고 과습이 되지 않아야 하며 적당한 pH유지와 적당한 미생물군을 함유하고 있어야 하며 박테리아나 곰팡이 등 수많은 미생물들로 포화되어 있어야 한다. 버섯재배 배지의 최적배합 비율이 버섯재배에 성공의 열쇠라는 내용의 배지에 관한 연구 결과가 많이 나와 있다(Flegg, 1960 ; Gray등, 1971 ; Hays, 1977). 이러한 관점에서 면실피 등 여러 가지 배지 배합 비율에 따라 자실체 수량 제고에 도움이 되는 균사생장과 밀도의 최적조건 구명을 위하여 몇 가지의 압축배지 재료의 배합 비율에 대한 결과를 보고 하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주 및 재료

공시균주는 농촌진흥청 농업과학기술원에서 분양 받은 춘추느타리 2호를 사용하였다. 주재료는 면실피, 볏짚, 톱밥으로 하고 부재료는 제올라이트, 왕겨, 탈지강, 이분, 솜, 피트, 옥수수강(corn cob)로 하였다.

처리내용

시험1은 주재료인 면실피:볏짚:톱밥에 대한 적정 혼합비율(V/V)을 각각 6:3:1, 6:2:2, 6:1:3, 5:4:1, 5:3:2, 5:2:3, 5:1:4으로 하여 유리칼럼(직경18mm, 길이 15cm)에 충전(무게 50g, 부피 70cc)하여 5일 간격으로 균사생장 속도와 균사밀도를 조사하였다. 시험2는 시험1에서 적정혼합비에 대한 부재료 각각의 적정비율을 구명하기 위하여 주재료 함량을 99, 97, 95, 93%로 하고 부재료인 왕겨 외 6종을 각각 유리칼럼에 충전, 시험1과 동일하게 조사하였다. 시험 3은 시험2의 성적에서 상위 1,2번째, 3,4번째, 5,6번째 부재료의 혼합에 따른 균사생장과 밀도 시험을 하였으며, 시험 4는 시험3, 4, 5에서 선발된 혼합비율과 시험1에서 주재료의 최적 혼합비율에 따른 균사생장과 밀도가 우수한 순위에 따라 주재료와 부재료 간의 조합을 이루어 최적 배합비율을 구하였다.

결과 및 고찰

주재료의 배합 비율에 따른 균사생장과 밀도

느타리버섯의 압축배지 재료 배합의 최적 비율을 알기 위하여 주재료를 폐면(면실피), 톱밥, 볏짚을 주재료로 하여 배합비율별로 처리한 결과 폐면:톱밥:볏짚을 6:3:1(V/V,%)로 혼합하였을 때 116mm/15일로 균사 생장과 균사 밀도가 대조구 92mm, 106mm/15일보다 균사생장과 밀도가 현저히 좋았다(표1).

Table 1. Mycelial growth and density of *Pleurotus ostreatus* on the chief cultural media (mm/5,10,15 days)

Mixture ratio(V/V,%)	Mycelial growth			Mycelial density**
	5	10	15	
CH SA RS*				
6 : 3 : 1	27	58	116	++
6 : 2 : 2	26	58	104	++
6 : 1 : 3	23	53	95	++
5 : 4 : 1	23	56	104	++
5 : 3 : 2	26	56	101	++
5 : 2 : 3	26	58	112	++
5 : 1 : 4	24	55	100	++
Control 1***	21	46	92	++
Control 2****	25	49	106	++

* CH : Cotton hull , SA : Sawdust , RS : Rice straw

** Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

*** Control 1 : Wasted cotton

**** Control 2 : Sawdust : Rice bran (8 : 2)

주재료와 각 부재료의 혼합비율에 따른 균사생장 제올라이트(Zeolite)

주재료를 6:3:1(V/V,%)로 혼합한 것에 제올라이트를 비율 별로 첨가하였더니 균사접종 5일째부터 62mm 생장율을 보임으로서 제올라이트를 첨가하지 않은 다른 처리구의 균사접종 10일째 58mm보다 우수한 결과를 보면 초기 균사생장에 현저한 효과가 있음을 알 수 있다. 제올라이트 함량별로 보면 1% 혼합하였을 때 7% 혼합한 것보다 배양 초기 생육이 현저하게 좋았으며 배양 후기에는 차이가 점차 적어지는 경향을 나타내었다(표2). 제올라이트가 이렇게 배양 초기 균사생육을 촉진하는 것은 염기치환용량이 비교적 높아 배지내의 미량요소 흡수 이용에 촉진 작용을 한 것으로 추정된다. 즉 주재료에 혼합할 때 폐면 : 톱밥 : 볏짚 : 제올라이트 비율을 환산하면 59.4 : 29.7 : 9.9 : 1(V/V,%)이 양호한 결과를 나타내었다.

옥수수깁(Corn cob)

선발된 주재료에 옥수수깁을 3%를 첨가하였을 때 균사생장이 125mm/15일로서 가장 좋았다. 옥수

수깁을 10% 보다 많거나 적게 첨가하면 균사생장이 점차 약화되는 경향이 있었으며 균사밀도에는 도움을 주지 않았다(표3). 옥수수깁은 주요한 탄소원으로서 균사생장에 유익한 역할을 하며 일반적으로도 헥소스(hexoses)는 균사생장에 다당류보다 양호하지만 버섯생산량에는 반대작용을 하였다(Kitamoto 등, 1974; 1975). 즉 주재료에 옥수수깁을 혼합할 때는 폐면 : 톱밥 : 볏짚 : 옥수수깁 비율을 환산하면 58.2 : 29.1 : 9.7 : 3.0(V/V,%)이 적정하였다.

탈지강(Defatted rice bran)

선발된 주재료에 탈지강을 비율 별로 첨가한 결과, 5%를 첨가하였을 때 128mm/15일로 균사생장과 밀도가 양호한 경향을 나타내었다(표4). 탈지강 배지의 질소함량이 낮은 기질에서 잘 자란 이유는 느타리버섯이 원목에서 잘 생육할 수 있으며 원목에 리그닌 함량은 높으나 다른 부산물에 비해 질소함량이 매우 낮아 0.03~1.0%이며 대부분의 C/N비는 350~500:1로서 낮은 질소 함량에 잘 자란 특징이 있기 때문으로 추정된다(Smith, 1972). 즉 주재료에 탈지강을 혼합할 때는 폐면 : 톱밥 : 볏짚 : 탈지강의 비율

Table 2. Effect of zeolite as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycerial density*
		5	10	15	
Zeolite	1	62	91	130	+++
	3	53	86	130	++
	5	49	87	125	++
	7	50	68	125	+++

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 3. Effect of corn cob as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycelial density*
		5	10	15	
Corn cob	1	33	59	119	++
	3	36	73	125	++
	5	31	58	118	++
	7	32	69	120	++

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 4. Effect of defatted rice bran as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycelial density*
		5	10	15	
Defatted rice bran	1	33	63	119	++
	3	32	62	123	++
	5	36	68	128	+++
	7	28	58	122	+++

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

을 환산하면 57 : 28.5 : 9.5 : 5(V/V,%)가 적정하였다.

백승(White cotton)

선발된 주재료에 백승을 비율별로 첨가한 결과 5%를 첨가하였을 때 118mm/15일로 균사생장과 밀도가 양호한 경향을 나타내었고 5%이상 많은 양을 첨가할수록 균사밀도와 속도가 감소하는 경향을 나타내었다(표5). 느타리버섯의 균사생장에 필요한 영양원은 백승 등에 있는 기질의 리그닌, 셀룰로즈, 헤미셀룰로즈를 분해하여 이용하는데 균사는 지질(백승)에 효소를 분비하고, 이 효소는 비가용성 물질을 가용성 물질로 분해시키며, 분해된 물질이나 분자들을 흡수하여 균사생장에 필요한 영양원으로 이용한다. 주재료에 백승을 첨가할 때는 폐면 : 톱밥 : 볏짚

: 백승의 비율을 환산하면 59.4 : 29.7 : 9.9 : 1(V/V,%) 이 적정하였다.

이분(Tobacco trash powder)

선발된 주재료에 이분을 비율별로 첨가한 결과, 3% 첨가하였을 때 125mm/15일로 균사생장이 가장 양호하였으며 3%이상 첨가하면 오히려 균사생장이 저해하는 경향을 나타내며 균사밀도에는 영향을 미치지 않았다. 배양 5일째 33mm, 10일째에 77mm로서 초기 균사 생육이 왕성한 특징이 있는 것으로 볼 때 이분에 함유된 탄소원과 질소원에 버섯균사는 세포의 효소의 작용에 의해 비가용성 물질을 다당류와 같은 가용성 물질로 분해하고 유기물이 세포 내로 흡수되면 단당류, 다당류, 단백질, 지방, 푸린, 피리

Table 5. Effect of white cotton as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycelial density*
		5	10	15	
White cotton	1	36	58	118	++
	3	34	57	118	++
	5	33	51	111	+
	7	30	42	102	+

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 6. Effect of tobacco trash powder as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycelial density*
		5	10	15	
Tobacco trash powder	1	28	59	119	++
	3	33	77	125	+++
	5	28	52	112	++ ++
	7	28	47	107	

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

미딘, 비타민 등으로 분해되어 균사의 생명 활동과 세포의 구성물질로 사용된다. 주재료에 이분을 혼합할 때는 폐면 : 톱밥 : 벧짚 : 이분의 비율을 환산하면 58.2 : 29.1 : 9.7 : 3.0(V/V,%)이 적정하였다.

왕겨(Rice hull)

선발된 주재료에 왕겨를 비율별로 첨가한 결과, 3% 첨가하였을 때 118mm/15일로 균사생장과 밀도가 가장 양호하였으며 3%보다 많거나 적을 때는 균사생장과 밀도가 저해되는 경향이었다. 특히 균사배양 초기인 5일째나 10일째까지는 왕겨함량에 따른 차이가 별로 없었으나 15일째에 차이가 나타났다(표7). 왕겨는 질소원보다는 탄소원을 더 많이 함유한 재료로서 균사세포의 구조와 에너지원으로 사용될 수 있지만 실제 효소분비가 충분치 못하여 왕겨의 성분을 느타리버섯균사가 미처 분해를 하지 못한 것으로 추정된다. 일반적으로 탄소의 농도는 매우 중요한 고려 사항으로 순수 함유율이 2%가 넘지 않아야 하지만 실제 재배사의 정확한 탄소농도는 잘 알려지지 않고 있다. 그러나 종에 따라 탄소의 농도는 차이가 있을 수 있는데 효모같은 종은 느타리버섯보다 10배 정도의 고농도를 요구하는 것이 있다.

탄소(왕겨)는 특히 모든 유기물 합성에 기본적인 역할을 하여 에너지원과 영양원으로 이용된다. 즉 주재료에 왕겨를 혼합할 때 폐면 : 톱밥 : 벧짚 : 왕겨의 비율을 환산하면 58.2 : 29.1 : 9.7 : 3.0(V/V,%)비율이 적정하였다.

피이트(Peat)

선발된 주재료에 피이트를 비율별로 첨가한 결과, 1% 첨가하였을 때 104mm/15일로 첨가하지 않았을 때 116mm/15일 보다 균사 생장과 밀도가 오히려 저해되는 경향이 있었으며, 피이트 첨가량이 증가할수록 균사생장과 밀도가 저해되었으며 배양초기에는 비교적 균사생장이 잘되나 후기에 갈수록 균사생장이 완만해지는 특징이 있었다(표8). 피이트 혼합을 하지 않았을 경우가 오히려 균사생장과 밀도가 좋았기 때문에 부재료로서 부적합한 것으로 생각된다.

주재료의 배합 비율에서 선발된 폐면:톱밥:벧짚이 6:3:1(V/V)을 기본으로 하여 왕겨, 탈지강, 백승, 피트, 제올라이트, 이분, 옥수수강을 각각 5, 10, 15, 20%씩 혼합하여 균사생장과 밀도를 조사한 결과 제올라이트 1%, 옥수수강 3%, 탈지강 5%, 백승 1%, 이분 1%, 왕겨 7%의 순으로 좋았다.

Table 7. Effect of rice hull as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycelial density*
		5	10	15	
Rice hull	1	30	45	105	+
	3	32	59	118	++
	5	32	52	112	+
	7	32	45	105	+

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 8. Effect of peat as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement	Mixture ratio(%)	Mycelial growth			Mycelial density
		5	10	15	
Peat	1	30	44	104	+
	3	32	40	100	+
	5	28	39	99	+
	7	26	37	97	+

*Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

제올라이트(Zeolite)와 옥수수수강(Corn cob)의 혼합비율

폐면 : 톱밥 : 볏짚을 6 : 3 : 1(V/V,%)로 혼합한 것을 주재료로 하여 제올라이트 1%, 옥수수수강 3%를 혼합한 처리에서 균사생장과 밀도가 좋은 결과(표 2,3)가 나타남에 따라 이를 제올라이트 : 옥수수수강을 1:3, 2:2, 3:1(V/V,%)로 처리한 결과, 이 두 가지를 혼용할 때는 제올라이트와 옥수수수강을 2:2(V/V,%)로 혼합 처리한 구에서 130mm/15일로 가장 양호하였다(표9). 따라서 폐면 : 톱밥 : 볏짚 : 제올라이트 : 옥수수수강의 비율을 환산하면 57.6 : 28.8 : 9.6 : 2.0 : 2.0(V/V,%)의 혼합비를 구할 수 있다.

탈지강과 백숨의 혼합비율

폐면 : 톱밥 : 볏짚을 6 : 3 : 1(V/V,%)로 혼합한 것을 주재료로 하여 탈지강 5%, 백숨 1%를 혼합처리에서 균사생장과 밀도가 좋은 결과(표4,5)가 나타남에 따라 탈지강 : 백숨을 5:1, 3:2, 1:5(V/V, %)로 혼합한 결과 두가지를 혼용할 때는 3:2(탈지강 : 백숨, V/V,%)에서 배양 5일째에도 62mm로서 비교적 우수한 균사생장을 나타내었으며 15일째 127mm로서 가장 양호하였다(표10). 따라서 폐면 : 톱밥 : 볏짚 : 탈

지강 : 백숨비율을 환산하면 57.0 : 28.5 : 9.5 : 3 : 2(V/V, %)로 혼합비를 구할 수 있다.

이분과 왕겨의 혼합비율

폐면 : 톱밥 : 볏짚을 6 : 3 : 1(V/V,%)로 혼합한 것을 주재료로 하여 이분 3%, 왕겨 3%를 혼합한 처리에서 균사생장과 밀도가 비교적 좋은 결과(표6,7)가 나타남에 따라 이분 : 왕겨를 3:3, 3:1, 1:3(V/V, %)으로 혼합 처리한 구 중 1:3으로 처리한 것이 125mm/15일로 비교적 양호하였다(표11). 따라서 폐면 : 톱밥 : 볏짚 : 이분 : 왕겨비율을 환산하면 57.6 : 28.8 : 9.6 : 1 : 3 (V/V,%)의 혼합비를 구할 수 있다.

주재료와 모든 부재료의 최적 혼합비율

처리 I 은 주재료의 최적 혼합비율인 6 : 3 : 1 (V/V, %)과 선발된 부재료의 최적 혼합비율로 처리 하였고 처리 II 는 2번째로 균사생장이 좋은 주재료 혼합비율인 5 : 2 : 3 (V/V,%), 처리 III 은 3번째로 균사생장이 좋은 주재료 혼합비율(표1)을 기초로 각 부 재료를 조합하였을 때 균사생장, 밀도를 조사한 결과, 면실피 : 톱밥 : 제올라이트 : 옥수수수강 : 탈지강 : 백숨 : 이분 : 왕겨 : 피이트를 43.0 : 17.2 : 25.8 : 2.0 :

Table 9. Effect of zeolite and corn cob as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement ratio(V/V,%) ZE : CC*	Mycelial growth			Mycelial density**
	5	10	15	
1 : 3	63	91	127	+++
2 : 2	66	98	130	+++
3 : 1	63	93	127	+++

* ZE : Zeolite, CC : Corn cob

** Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 10. Effect of deffated rice bran and white cotton as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement ratio(%) RB : WC*	Mycelial growth			Mycelial density**
	5	10	15	
5 : 1	58	87	125	+++
3 : 2	62	90	127	+++
1 : 5	54	81	120	+++

*RB : Deffated rice bran WC : White cotton

**Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 11. Effect of tobacco trash powder and rice hull as supplement to the mycelial growth and density (mm/5,10,15 days)

Supplement ratio(V/V,%) TP : RH*	Mycelial growth			Mycelial density**
	5	10	15	
3 : 3	50	79	119	+++
1 : 3	58	86	125	+++
3 : 1	52	76	117	+++

*TP : Tobacco trash powder, RH : Rice hull

**Mycelial density : + : poor , ++ : good , +++ : excellent

Table 12. Effect of every supplement as supplement to the mycelial growth and density (mm/10 days)

Treatments	Supplements mixture ratio(%)										Mycelial growth (mm/15days)	Mycelial density
	CH*	SA	RS	ZE	CC	RB	WC	TP	RH	PT		
I **	52.3	26.1	8.7	2	2	3	2	1	3	0	105	+++
II	43.0	17.2	25.8	2	2	3	2	1	3	1	108	+++
III	51.6	17.2	17.2	2	2	3	2	1	3	1	103	+++
Control***	45	13	17.5	6	0	0	3	3	5	4.5	98	+++

*CH : Cotton hull, SA : Sawdust, RS : Rice straw , ZE : Zeolite, CC : Corn cob,

RB : Rice bran, WC : White cotton , TP : Tobacco trash powder , RH : Rice hull , PT : Peat

** I : 6 : 3 : 1 , II : 5 : 2 : 3 , III : 6 : 2 : 2 are the chief cultural media ratio of cotton hull : sawdust : rice straw

***Control was used to existing media of *Pleurotus ostreatus*

2.0 : 3.0 : 2.0 : 1.0 : 3.0 : 1.0 (V/V,%)로 혼합하였을 때 98mm/10일에 비하여(표9) 현저히 균사생장이 양호하였으며 대조구에 비해서도 현저히 균사생장이 촉진 됨에 따라 처리 II 인 43.0 : 17.2 : 25.8 : 2.0 : 2.0 : 3.0 : 2.0 : 1.0 : 3.0 : 1.0의 혼합비율을 재료의 최적 혼합비로 선발하였다(표 12).

적 요

느타리버섯 균사 배양에 배지의 최적 혼합비를 구하기 위해 주재료인 면실피, 톱밥, 볏짚과 부재료인 제올라이트, 옥수수강, 탈지강, 백숨, 이분, 왕겨, 피이트를 사용하였다.

주재료인 면실피 : 톱밥 : 볏짚의 최적 혼합비는 6 : 3 : 1 (V/V,%)이었으며 각각 부재료의 최적 혼합비는 제올라이트 1%, 옥수수강 3%, 탈지강 5%, 백숨 1%, 이분 1%, 왕겨 7%의 순으로 균사생장과 밀도가 양호하였다. 주재료에 부재료 두 종류씩 혼합하였을

때 최적 혼합비는 제올라이트:옥수수강의 경우 2:2(V/V,%), 탈지강과 백숨의 경우 3:2(V/V,%), 이분과 왕겨의 경우 1:3(V/V,%)이었다. 이를 다시 주재료와 부재료 모두를 함께 혼합할 경우 면실피 : 톱밥 : 볏짚 : 제올라이트 : 옥수수강 : 탈지강 : 백숨 : 이분 : 왕겨 : 피이트를 43.0 : 17.2 : 25.8 : 2.0 : 2.0 : 3.0 : 2.0 : 1.0 : 3.0 : 1.0(V/V,%)로 혼합하였을 때 균사생장과 밀도가 모두 양호하였다.

참고문헌

- Flegg, P.B. 1960. Mushroom composts and composting: A review of the literature, Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 4: 313-343.
- Gray, K. R., Sherman, K., and Biddlestone, A. J., 1971. A review of composting Part I, Process Biochem. 6: 32-35.

Gray, K. R., Sherman, K., and Biddlestone, A. J, 1971.
A review of composting Part II : The practical
process. Process Biochem. 10 : 22 -23.

Hays, W.A., Composting. W. S. 1977. Maney and Sons,
Leads, England. 1: 1-5.

Kitamoto, Y., Horikoshi, T., and Kasai, Z.. 1974.
Growth of fruitbodies in *Favolus arcularius*, Bot.
Ma., (Tokyo). 1: 87- 41.

Kitamoto, Y., Horikoshi, T., Hosoi and Ichikawa, Y.,

1975. Nutritional study of fruitbody formation in
Psilocybe panazoliformis. Trans. Mycol. Soc.(Japan).
16(3): 268-271.

Smith, J.F. and Hays, W.A., 1972. Use of autoclaved
substrates in nutritional investigations on the cultivated
mushroom. Mushroom Sci.. 8: 355- 360.

(접수일 1999. 5. 10)

(수리일 1999. 10. 20)