

마늘껍질을 이용한 느타리버섯의 인공재배

이상선 · 김순근* · 이태수² · 이민웅¹

한국교원대학교 대학원(생물교육학 전공)

*경기도 성남시 풍생고등학교, ¹동국대학교 응용생물학과

Cultivation of Oyster Mushrooms Using the Garlic Peel as an Agricultural by-product

Sang-Sun Lee, Soon-Keun Kim*, Tae-Soo Lee² and Min-Woong Lee¹

Professor at the Graduate School, Korea National University of Education,
Chung Won Kun, Chung Puk 363-791

*Senior Teacher, MS, Pung-Sang High School, Seong-Nam City, Kyounggido 461-182

¹Department of Applied Biology, College of Life Resource Science,
Dongguk University, Seoul 100-715

²Department of Biology, Incheon University, Incheon 402-749, Korea

ABSTRACT: High prices of raw materials used as media for the mushroom cultivation increased the cost of commercial production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). In this study, garlic peels (*Allium sativum* f. *pekinense*) as an agricultural by-product were investigated to replace the saw dust for the bottle cultivation of oyster mushroom. Mycelial growth of oyster mushroom were examined by the extracts made from the sawdust, rice bran and garlic peels. The mycelial growth was very poor in the agar media containing the extracts of sawdust or garlic peels, but was good when those of the rice bran were added. In the polypropylene bottle experiment, the sawdust medium which amended with minerals vitamin was essential for the production of the mushroom fruitbodies. The rice bran was considered to stimulate the mycelial growth, but not the development of basidiocarps. The garlic peel was not a factor to stimulate the production of mushroom fruitbodies, but a raw material amended with the rice bran produced much amounts of mushroom. In this work, garlic peels (10~70% v/v) added to the mixture of sawdust and rice bran (4:1, v/v) was considered to help the productions of mushroom fruitbodies. Based on the result, the replacement of expensive saw dust with inexpensive garlic peels was a good example to reduce production cost of the bottle cultivation of mushroom.

KEYWORDS: Garlic peels, *Pleurotus ostreatus*, Agricultural by-products, Bottle cultivations

원목을 이용한 버섯의 인공재배법이 Flack (1917)에 의해 연구된 후 식용버섯의 재배가 일상화 되었으나 원목 이용에 따른 경제성이 고려되기 시작한 이래 톱밥 또는 농가부산물을 이용한 대체재배법이 대두되었다(Chang, 1973). 우리나라에서의 느타리버섯재배에 관한 연구는 농촌진흥청에서 원목재배를 처음으로 연구개발되었고(정 등 1989; 박과 고, 1974; Chang & Miles, 1989), 벗집을 기질로하는 재배(박 등, 1975; 1977; Chung *et al.*,

1981; Park *et al.*, 1977, 1978)와 밀, 보리짚(Chang & Tan, 1989)을 재료로 하는 연구가 수행되었다. 이외 버섯의 생장에 관한 기초연구로서는 아미노산첨가에 의한 성장 촉진효과(Fraser & Fujikawa, 1958; 유 등, 1994)와 탄수화물의 종류와 첨가량의 차이가 버섯발생에 영향을 준다는 보고(Hammond, 1986)와 지질 또한 버섯의 발생에 영향을 미친다는 보고(Song *et al.*, 1989)도 있다.

최근 농가부산물을 버섯 재배에 이용하는 연구(Sivaprakasan & Kundaswamy, 1981) 또는 폐기물인 폐면을 이용하는 재배연구(유 등, 1996)나

*Corresponding author

커피박, 땅콩피, 산패유, 사과가공부산물 등과 같은 물질을 이용하여(정 등, 1989; 조 등, 1995; 1996; 송 등, 1993; 이 등, 1994; 박 등, 1992) 원목이나 톱밥을 대체하려는 연구가 활발해지고 있다. 또한 최근에는 느타리버섯 재배가 농가 고소득 작물(정 등, 1973)의 하나로 주목을 받아 대량으로 재배되는 과정에 여러 종류의 병이 발생하여(Hong *et al.*, 1983; 1992), 균주 개량을 통한 내병성의 증대와 새로운 기술 개발연구가 진행되고 있다(차 등, 1994).

최근에 병재배에 사용되는 톱밥과 미강은 균일한 재료의 확보와 높은 가격으로 인해 문제가 제기되어, 농산 부산물 및 산업 폐기물 등을 버섯 배지 자원으로 이용하기 위한 연구가 다각도로 이루어지고 있다(김, 1996; 경기도 농진원, 1993). 최근 농가에서는 농산물의 하나인 마늘을 수확한 후 껍질을 베길 때 생기는 부산물인 마늘껍질을 간접적으로 환경 오염을 유발할 수 있는 물질로 방치되고 있다. 이에 본 연구에서는 마늘껍질을 이용하여 현재 널리 알려져 있는 느타리버섯균(*P. ostreatus*)을 병버섯 재배용 기질로서 톱밥대신에 경제성있는 적합한 대체 기질로서 사용할 수 있는가를 알고자 실험하였다.

재료 및 방법

균주 본 시험에 사용된 균주는 농업 과학 기술원에서 보급한 *Pleurotus*속의 균으로 원형느타리(*P. ostreatus* ASI2180; Won-Hyong)를 사용하였다. 이들의 균주들은 경기도 농촌진흥원 광주 버섯 시험장(경기도 농진원, 1993; 농진청, 1994)에서 분양받아 실험을 수행하였으며, 분양받은 균주는 PDA(Difco; Potato Dextrose Agar) 배지에 증식하여 5°C의 냉장고에 보존하면서 접종원으로 사용하였다. 실험에 사용한 접종 균주는 일반적으로 사용되는 포플러 톱밥을 Polypropylene 병(PP)에 넣어 충전시키고 멸균 후 배양된 느타리버섯 균주를 접종원으로 하였다.

마늘껍질 첨가배지 버섯배양배지로 널리 쓰이는 톱밥과 미강에 마늘껍질을 첨가하여 느타리버섯균의 생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 배지를 만들었다. 기질로는 포플러(*Populus detoides*) 톱밥과 마늘(*Allium sativum* for. *pekinense*)껍질 그

리고 미강(rice bran; *Oyzae sativa* var. Yushin)을 각각 1000g씩 물 5000 ml에 넣어 2.5시간 동안 끓여, 전체 용량의 1/7이 되게 하고, 이를 5겹의 gauze로 거른 후, 추출액을 4°C 냉장고에 보관하여 사용하였다. 이 때 각각의 추출액으로 조제한 배지의 조성은 각각의 성분을 부피 비율로 섞은 후에 위와 같은 처리를 하여, 분말 한천 20 g/L로 처리하여 한천배지를 만들었다. 버섯균사의 생장측정은 ASTI 2180(원형느타리) 균주를 이 마늘껍질 첨가 배지에 접종하여 15일 동안 배양한 후 균사의 직경을 측정하였다.

무기물첨가배지 버섯의 배양용 배지로 널리 쓰이는 톱밥과 미강에 무기물을 첨가한 배지를 만들어, 버섯의 균사 생장에 미치는 영향을 조사하였다. 무기물 용액은 Lee(1991)의 방법을 참고하여, 각각의 첨가량대로 PP병의 배지에 넣었다. 이때 접종에 사용한 버섯균주는 원형느타리(ASTI 2180)였다. 실험에 사용한 무기물은 일차로 20배의 고농도 용액을 만든 후 사용할 때 필요한 농도로 희석하여(Lee, 1991); 2.0g MgSO₄·7H₂O, 4.0g K₂HPO₄, 0.6g KH₂PO₄, 4g CaCO₃·2H₂O, 0.04g FeCl₃·2H₂O, 4g (NH₄)₂SO₄, 0.04g Thiamine·HCl를 증류수 1 L에 첨가하여 무기물 첨가배지를 만들었다.

병재배 원형느타리 균주를 공시하였으며, 균사의 생장은 접종 후 4일 간격으로 4회 측정하였으며, 배양 조건은 온도 25°C에서 습도 65% 조건이었다. 배지 무게의 변화는 배양 일수에 따라 변화하는 병 무게를 1 Kg 저울을 이용하여 측정하였다. 배지의 무게 손실은 사용된 PP병과 배지의 무게를 합하여 650g로 부피 용량 850 cc에 일정하게 조절하여 사용하였다. 최종 배양 완료는 PP병 안에 균사가 하얗게 다 퍼진 때를 기준으로 하였다. 자실체 수확량은 자실체 형성 29일간의 균사 생장이 끝난 후 균일하게 자실체를 발생시키기 위해, 노화된 접종원과 영겨 있는 균 덩어리를 제거하기 위한 균긋기 작업을 한 후, 충분한 물을 주어 수분을 보충하고, 온도 17±1°C, 습도 90~95%, CO₂ 1,000 ppm 이하, 조도(light) 150~200 Lux로 자동 조절되는 생육실에서 실시하였다. 생체 중량은 각 병에서 수확된 자실체의 무게를 g 단위로 측정 조사하였다. 배지의 조제 방법은 포플러 톱밥, 마늘껍질에 미강, 무기물을

각각 일정 비율(v/v)로 혼합하여, 수분 함량을 약 65%(배지 한 줌을 째서 물이 한 두방울 떨어질 때)로 조절한 다음 내열성의 850 cc 용량의 PP병에 일정량을 충전한 후 병의 중앙에 16구 자동 혈공기로 구멍을 뚫은 후, 고압 증기살균기(121°C/1.2 kg/cm²)에서 2시간 살균 후 실온에서 20°C 내외로 냉각시킨 후, 무균 접종실에서 접종원을 6~7g씩 접종하였다. 포플러 톱밥과 미강 그리고 마늘껍질의 조합은 부피 비율로 조성하였다. 모든 버섯재배 실험은 경기도 광주 버섯시험장의 배양실과 생육실에서 실시하였다.

결과 및 고찰

기질선발 느타리버섯의 재배에서 많이 사용하는 포플러 톱밥과 미강을 주로하는 배지에 마늘껍질을 첨가하여 원형느타리버섯균의 균사생장에 미치는 영향을 조사하였다(Table 1).

원형느타리버섯균의 균사생장은 미강을 20%로 하고 포플러 톱밥을 10~80%로 조정하면 균사는 22.5~27.8 mm 범위에 속하는 생장을 보였으나, 미강을 첨가하지 않고 마늘 껍질을 20%, 40%, 60% 첨가한 경우에는 균사의 생장은 0.6~1.4 mm로 미

강 첨가구에 비해 생장이 크게 낮았다. 그러나 미강 20%, 마늘껍질 80%를 첨가한 경우 18.3 mm의 균사 생장을 나타내었다. 미강과 마늘껍질의 첨가없이 톱밥만으로 된 처리구에서는 가장 낮은 0.1 mm의 생장을 보여주었다. Hong(1978)은 느타리버섯의 톱밥배양에서 미강이 균사생장에 영향을 미치는 중요 영양원이고, 특히 20% 정도의 미강 첨가가 적당한 농도라고 보고하였다(Lee 1991, 농촌진흥청 1994). 이외의 연구에서도 톱밥 만을 기질로 사용한 배지는 균사의 생장이 불량한 것임을 알 수가 있었다(Go *et al.*, 1981, 1984). 원형느타리의 균사생장과 자실체 생산에 미치는 기질로 포플러 톱밥과 미강에 첨가되는 무기물 용액의 효과를 실험한 결과는 Table 2와 같다. 포플러 톱밥과 미강을 4:1로 혼합하고 여기에 무기물 용액을 0~20 ml 수준으로 다르게 처리하여 PP병내의 균사의 생장을 관찰한 결과 무기물 용액의 농도에 따른 차이는 나타나지 않아 균사생장은 145.5~161.0 mm 범위에 속하였고, 자실체의 생산도 55.7~63.9g으로 큰 차이가 없었다. 반면에, 미강을 첨가하지 않고 포플러 톱밥만 넣고 무기물 용액을 2.5 ml, 5.0 ml, 10 ml 수준으로 첨가하면 병내 균사생장은 144.9~159.4 ml로 미강 첨가구와 큰 차이는 없었으나 자실체의 생산

Table 1. Growth diameters of *P. ostreatus* (Won-Hyong) mycelia on the agar media containing the extracts of various substrates

Treatment	Media composition ^a			Radial growth (mm)	
	Poplar sawdust	Ricebran	Garlic peels	diameter, mm	n
A	80	20	0	24.8±4.4 ^b	60
B	10	20	70	26.2±4.0	61
C	40	20	40	22.5±3.3	61
D	50	20	30	27.8±5.0	60
E	70	20	10	25.1±4.5	59
F	80	0	20	1.4±1.0	60
G	60	0	40	0.6±0.5	60
H	40	0	60	0.7±1.26	61
I	0	20	80	18.3±4.1	58
J	100	0	0	0.1±0.1	60
Average				14.90±1.39	600

^a Average growth for 15 days of *P. ostreatus* (Won-Hyong) on various agar media with different mixing ratio of poplar sawdust, rice bran and garlic peels.

^b Standard deviation at 95% confidence level.

Table 2. The Mycelial growth and production of basidiocarps of *Pleurotus ostreatus* (Won-Hyong) in Polypropylene bottles containing different mixing ratio of rice bran and mineral solution within the poplar sawdust^a

Medium	Substrate			Growth of mycelia (mm/PP bottle)	Production of fruiting body (g/PP bottle)
	Mixing ratio (v/v, %)				
	Poplar sawdust	Rice bran	Mineral solution (ml)		
Control	80	20	0	155.8	58.3
A	80	20	1.0	145.5	56.9
B	80	20	2.5	157.8	63.9
C	80	20	5.0	161.0	55.7
D	80	20	10.0	158.3	58.0
E	80	20	20.0	147.7	60.3
F	100	0	2.5	156.4	0.0
G	100	0	5.0	144.9	35.0
H	100	0	10.0	159.4	0.0

^aThe cultivation was made on the conditions of 18°C, 90% of RH and less than 1,500 ppm of CO₂ concentration for 6 weeks.

은 0.0~35g으로 크게 낮아졌다.

또한 미강 무첨가시의 균사생장 양상과 버섯 수량은 표 2와 같았다. 이는 무기물 용액은 미강의 무첨가 배지에서 균사의 생장에는 큰 영향을 나타내지만 자실체 형성에는 무기물 보다 미강과 같은 기질의 역할이 더 중요한 것으로 생각된다. Lee (1991)는 종균배양시 균사의 생장에 미치는 요인중 미강에 무기물을 첨가할 때 이산화탄소의 발생량이 증대되고 대사율의 증대와 생장량의 증가가 나타난다고 보고하였다. 원형느타리의 경우에는 눈으로 관찰된 균사 생장에는 큰 차이점을 발견할 수는 없었다. 그러나, 버섯의 생산에서는 금속영양원은 첨가한 량에 따라서 다르게 나타났다. 그러나, 톱밥만을 이용한 배지에서는 균사의 생장에서는 차이점이 없었으나, 버섯의 생산에는 차이점을 나타냈다. 다만, 톱밥배지에서 금속영양원의 첨가가 없는 경우에는 버섯은 생산되지 않았으며, 버섯 균사의 생장과 버섯 생산과는 무관한 것이 관찰되었다(Table 3). 이러한 결과는 톱밥 배양에서 미강의 첨가없이 느타리버섯의 생산이 일어나지 않는다는 기존의 보고와는 전혀 다른 결과였다.

마늘껍질 미강은 기질로서 균일하게 20% 첨가하고, 톱밥의 량을 10%, 40%, 50%, 70% 수준으로 달리 하여 여기에 마늘껍질을 70%, 40%, 30%,

10%로 하여 만든 배지에서 병재배기내 균사의 발달을 육안으로 관찰하여 비교한 결과 121.2~156.7 mm였고, 포플러톱밥을 빼고 미강 20%와 마늘껍질 80%로 하여 만든 배지에서의 균사 발달이 162.3 mm로 톱밥첨가보다 균사의 발달이 잘 되었다. 그러나 버섯생산의 경우 톱밥첨가는 72.3~78.5g의 생산량을 보였으나, 톱밥 무첨가 배지에서는 버섯의 형성을 관찰할 수 없었다. 송 등(1993)은 팽나무버섯재배 시험에서 기질로서 나왕, 미송, 혼합톱밥, 커피박 및 땅콩박 등을 써서 기질의 효용성을 실험한 결과 자실체 생산에 있어서 커피박이 가장 높았고, 미강, 옥수수박 및 대두박 등도 양호하다고 보고하였다.

본 실험에서는 마늘 껍질의 첨가가 균사의 생장은 촉진하나, 버섯생산은 되지 않는 것으로 보아 버섯생산을 위해서는 톱밥의 첨가가 우선하고 다음으로 균사발달에 활성을 나타내는 기질은 균중에 따라 다를 수 있는데 본 실험에서는 포플러 톱밥, 미강 및 마늘껍질의 혼합비를 1:2:7 정도로 하였을 때 버섯생산이 78.5/g 이어서, 기질중 톱밥의 사용을 10% 정도로 줄이고, 이를 마늘껍질로 대체하는 것도 가능하다고 사료된다(Table 4).

그러므로 본 실험에서 느타리버섯의 균사생장은 미강이나 마늘껍질과 같은 기질이 우수하였고,

Table 3. Production of basidiocarps and the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus* in relation to the addition of rice bran and mineral solution within the poplar sawdust

Treatment	Substrates employed			Mushroom harvested			
	Poplar Sawdust	Rice Bran	Mineral solution	Weight (g)	Number of marketable mushrooms	Average cap size (mm)	Stipe length (mm)
Control	80	20	0.0	56.6±7.5	17.0	30.1	43.9
A	80	20	1.0	64.0±12.7	19.7	31.1	52.8
B	80	20	2.5	73.2±20.1	27.6	30.9	59.9
C	80	20	5.0	71.7±18.8	21.0	28.0	47.7
D	80	20	10.0	74.4±22.9	19.5	29.0	55.0
E	80	20	20.0	69.4±13.3	20.3	32.6	54.8
F	100	0	2.5	0	0	0	0
G	100	0	5.0	0	0	0	0
H	100	0	10.0	20.0±43.1	5.7	21.0	36.7

버섯의 생산에는 톱밥이 필수적인 것으로 관찰되었다. 마늘껍질을 첨가해서 많은 량의 버섯이 생산된 것은, 마늘껍질이 버섯의 생산에 직접적으로 작용하는 중요한 인자라기 보다는 버섯의 생산에 도움을 주는 인자인 것으로 사료된다(Table 4).

또한 버섯생산에 있어서 마늘껍질의 첨가에 따른 효과를 보면, 첨가량은 늘려감에 따라서 버섯의 대 길이는 길어지고, 유효경수는 감소하는 것이 관찰되었다(Table 4). 배양개시후 버섯의 발생을 시간 별로 관찰한 결과 마늘껍질을 70%, 40%, 30%, 10%의 비율로 하여 톱플라 톱밥 및 미강과 함께 혼합하였을 때 4일 후에는 각각 85.7%, 7.4%, 14.3%, 63.

6%의 버섯이 형성됨을 관찰할 수 있었으나, 9일 후에는 마늘껍질을 70% 및 40%의 비율로 혼합한 처리구에는 각각 100%의 버섯이 발생하였으나 30%와 10%의 비율로 혼합 처리한 시험구에서는 각각 71.4%와 90.1%의 버섯이 형성되어서 마늘 껍질의 혼합율이 증가하면 버섯발생은 촉진되는 것으로 나타났다(Table 5).

조 등(1996)은 팽이버섯 재배에서 사과가공 부산물을 톱밥의 대체물로 사용하면 자실체의 수량이 9% 정도 증가되어 대체효과가 있음을 확인하였고, 정 등(1996)도 튀김용 산패유가 느타리버섯의 균사 성장에 이용 될 수 있는 가능성을 제시하였다. 본

Table 4. Production of mushroom, mycelial growth of *Pleurotus ostreatus* (Won-Hyong) and reduced weight of media according to the different combination of different substrates

Medium of PP bottle	Substrates			Growth of mycelia ^a			Yields of mushroom ^b		
	Mixing ratio by volume			Growth (mm)	Weight of PP bottle	g/PP bottle	No. of stipe (mm)	Diameter of cap (mm)	Size of stipe (mm)
A	10	20	70	135.4	635(-15) ^c	78.5	23	33	57
B	40	20	40	137.8	619(-31)	77.5	26	36	38
C	50	20	30	121.2	634(-16)	72.3	13	31	38
D	70	20	10	156.7	631(-19)	74.6	32	30	39
I	0	20	80	162.3	618(-32)	0	-	-	-
Control	80	20	0	165.8	623(-27)	52.8	14	30	40

^a The mushroom was cultivated at 25°C, 65% of moisture content and 650 g of substrates in a Polypropylene bottle.

^b The condition of mycelial growth: 17±1°C, 90~95%, CO₂ concentration less than 1500 ppm.

^c Reduced average weight during 25 days of cultivation was compared with the pre-inoculated weight.

Table 5. Development of fruiting body in *Pleurotus ostreatus* (Won-Hyong) on the various substrates supplemented with the garlic peels^a

Treatment	Substrates			Mushroom formations ^b from developed promedia (%)		
	Mixing ratio by volume (v/v)			4 days	9 days	13 days
	Poplar	Rice bran	Garlic peel			
A	10	20	70	85.7	100	100
B	40	20	40	71.4	100	100
C	50	20	30	14.3	71.4	100
D	70	20	10	63.6	90.1	100
Control	80	20	0	57.1	85.7	100

^aThe condition of mycelial growth; $17 \pm 1^\circ\text{C}$, $90 \pm 5\%$ of RH, less than 1,500 ppm of CO_2 concentration.

^bMushroom formation rate calculated by total number of harvested mushrooms divided by the total number of promedia developed.

실험에서 마늘껍질을 첨가한 배지가 톱밥과 미강을 첨가한 기준배지 보다 균사의 생장은 물론 버섯 생산을 촉진하는 것으로 나타났다. 이에 톱밥이 버섯 배지의 기질로서 안정적인 수급에도 용이하지 않고 경제성도 떨어지는 것을 고려할 때 마늘껍질과 같은 농가폐자원의 활용방안은 적극 검토되어야 한다고 사료된다.

결 론

느타리버섯 재배에서 톱밥 또는 원료물질의 안정된 공급과 가격의 측면에서 많은 문제점을 갖고 있으므로, 느타리 병재배시 톱밥의 대체효과를 기할 수 있는 원료물질로 농업 부산물인 마늘껍질을 이용한 균사 생장과 버섯의 발생관계를 실험하였다. 미강을 쓰지 않고, 톱밥과 마늘껍질을 단독 혹은 혼합조제한 배지조건에서 버섯의 균사의 직경은 0.1~18.3 mm로 생장이 불량하였고, 미강을 20% 첨가한 배지에서는 균사의 생장이 22.5~27.8 mm로 미강의 첨가효과가 컸다. 톱밥과 미강의 첨가비를 8:2로 하고 무기물 용액의 첨가를 0~20 ml/병 처리에서 균사발달이 145.5~161.0 mm이고, 톱밥에 무기물 용액의 농도를 2.5~10 ml로 하였을 때 균사발달이 144.9~159.4로 미강첨가와 차이가 없으나, 자실체 생산에서는 미강첨가구가 55.7~63.9g/병으로 미강무첨가 0.0~35.0g에 비해 미강첨가 효과가 컸다. 톱밥, 미강 및 마늘껍질의 첨가 수준에서, 미강을 20%로 하고 톱밥 및 마늘껍질의 혼합비

를 10%, 40%, 50% 및 70%로 증량하거나, 또는 마늘껍질만 80%로 첨가한 배지조성구에서도 균사 성장량의 차이가 없이 121.2~162.3 mm이었으나, 자실체 생산은 톱밥첨가구에서 72.3~78.5g이나 무첨가구는 자실체생산을 관찰할 수가 없어 버섯 자실체 생산에는 톱밥이 필수적이었다. 마늘껍질의 첨가비는 10~70% 정도로 버섯 생산과 버섯 발이 과정이 기존의 톱밥과 미강 혼합배지의 비 4:1과 같거나 또는 더 우수하다고 보아 마늘껍질의 활용은 농가 폐자원의 이용이라는 측면에서 느타리버섯을 값싸게 생산할 수 있는 원료물질의 대처방안의 하나라 생각된다.

감사의 글

균주의 분양 및 시설을 제공해 주신 경기 버섯시험장의 김영호님께 감사를 드립니다. 이 과정은 농수산부의 첨단생명공학 과제 "유용버섯자원의 발굴과 대량재배기술 개발"의 연구지원의 일부로 발표하며 농수산부에 감사를 표합니다.

참고문헌

- 김순근. 1996. 농업부산물을 이용한 느타리버섯의 재배에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
 농촌진흥원 (경기도). 1993. 농업과학기술 연구개발. 시험연구사업설계서. pp 196-224.
 농촌진흥청. 1994. 버섯재배의 새기술. 농촌진흥청. pp 81-124.

- 박원목, 송치현, 현재욱. 1992. 표고버섯(*Lentinus edodes*)의 영양생리 및 기질개발. 한국균학회지, **20**(1): 77-82.
- 박용환, 고승주. 1974. 식용버섯 재배에 관한시험. 팽나무 및 과수전정가지를 이용한 느타리 버섯 재배에 관한 시험. 농기연연구보고서. pp 131-137.
- 박용환, 고승주, 김동수. 1975. 볏짚을 이용한 느타리 버섯 재배에 관한 연구. 제 1보 배지 재료에 관한 실험. 농사시험연구보고서 **17**: 103-107.
- 박용환, 고승주, 장학길. 1977. 볏짚을 이용한 느타리 버섯 재배에 관한 연구. 제 2보 배지 열처리에 관한 연구. 농사시험연구보고서 **19**: 93-97.
- 송치현, 이창호, 허태린, 안장혁, 양한철. 1993. 팽나무 버섯 자실체 생산을 위한 기질개발. 한국균학회지, **21**(3): 212-216.
- 이재운, 안원근, 이재동. 1994. 맥주효모 추출물을 이용한 표고버섯균사체의 심부배양에 관한 연구. 한국균학회지. **22**(3): 266-275.
- 유 정, 이공준, 정기태, 나종성. 1994. 느타리버섯의 배지별 Amino acid 함량변화에 관한 연구. 한국균학회지. **22**(4): 338-342.
- 유 정, 이공준, 정기태, 나종성, 황창주. 1996. 느타리 버섯 배지개발을 위한 페르토포 이용에 관한 연구. 한국균학회지. **24**(3): 176-179.
- 조우식, 윤영석, 박선도, 최부술. 제지부산물을 이용한 느타리버섯(*Pleurotus osteratus*) 자실체형성용 염가배지 개발. 한국균학회지. **23**(3): 197-201.
- 조우식, 윤영석, 유영현, 박선도, 최부술. 1996. 사과 가공부산물 첨가배지가팽이버섯(*Flammulina velutipes*)의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지, **24**(3): 223-227.
- 정기태, 김규태, 최정식, 홍재식, 김금재. 1996. 통닭튀김 산패유를 이용한 버섯균사체의 생산. 한국균학회지, **24**(4): 305-309.
- 정환채, 김영배, 박용환. 1973. 산림 및 식용버섯재배에 관한 시험. 느타리버섯재배에 관한 시험. 농기연 연구보고서. pp 211-238.
- 정환채, 박정식, 박용환. 1989. 느타리버섯재배 재료 개발시험. 농기연연구보고서(생물부편) pp 598-602.
- 차동열, 유창현, 김광포. 1994. 최신버섯재배 기술. 농진회. pp 107-187.
- Block, S. S., Tsao, G. and Han, L. 1959. Experiments in the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom Science* **4**: 309-325.
- Chang, S. T. 1977. The origin and early development of straw mushroom cultivation. *Econ. Bot.* **31**: 374-376.
- Chang, S. T. and Miles, P. G. 1989. Edible mushroom and their cultivation. CRC Press, Florida. p 189-223.
- Chang, S. T. and Tan, Y. H. 1989. Past and future mushroom cultivation in Southeast Asia. *Mushroom Science* **XII**: 761-807.
- Chung, H. C., Park, Y. H. and Kim, Y. S. 1981. Basic information on the characteristics of strains of oyster mushroom. *Kor. J. Mycol.* **9**: 129-132.
- Fraser, I. M. and Fujikawa, B. S. 1958. The growth promoting effects of several amino acids on the common cultivated mushroom, *A. bisporus*. *Mycologia* **50**: 538-549.
- Flack, R. 1917. Uber die Waldkultur des austern pilzes auf Laubholzstubben. *Z. Forest-Jugdwe* **49**: 159-165.
- Hammond, J. B. W. 1986. Carbon and mushroom growth. *The Mushroom J.* **165**: 316-321.
- Go, S. J., Park, Y. H. and Cha, D. Y. 1981. Studies on the artificial substrates with rice straw and the spawning for *Pleurotus florida* in Korea. *Kor. J. Mycol.* **9**: 67-72.
- Go, S. J., You, C. H. and Park, Y. H. 1984. Effect of temperature, pH, Carbon, and nitrogen nutritions on mycial growth of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing. and *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Quel. *Kor. J. Mycol.* **12**: 15-19.
- Hong, J. S. 1978. Studies on the physio-chemical properties and the cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *J. Kor. Agri. Chem. Soc.* **21**: 150-184.
- Hong, B. S., Kim, S. J., Song, C. H., Hwang, S. Y. and Yang, H. C. 1992. Development of substrate and cultural method for the cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. *Kor. J. Mycol.* **20**: 354-359.
- Hong, J. S., Kwon, Y. J. and Jung, G. T. 1983. Studies on basidiomycetes(2) Production of mushroom mycelium (*Pleurotus ostreatus* and *Auricularia auricula-judae*) in shaking culture. *Kor. J. Mycol.* **11**: 1-7.
- Lee, S. S. 1991. The role of the rice bran employed in the treditional spawn sawdust medium. *Kor. J. Mycol.* **19**: 47-53.
- Park, Y. H., Chang, H. G. and Ko, S. J. 1977. The effects of the quantities of the rice straw substrates and spawn on the yield of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Kor. J. Mycol.* **5**: 1-5.
- Park, Y. H., Kim, Y. S. and Cha, D. Y. 1978. Investigation on artificial culture for new edible wild mushrooms. *Kor. J. Mycol.* **6**: 25-28.
- Sivaprakassam, K. and Kundaswamy, T. K.

1981. Waste materials for the cultivation of *Pleurotus sajao caju*. *The Mushroom J.* **101**: 178-179.
- Song, C. H., Cho, K. Y., Nair, N. G. and Vine, J. 1989. Growth stimulation and lipid synthesis in *Lentinus edodes*. *Mycologia* **81**: 514-522.
- Zadrazil, F. 1974. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*. *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae*, and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Science* **9**: 621-652.