

*Phellinus gilvus*의 배양적 특성과 자실체 형성

류영현* · 조우식 · 정기채 · 윤재탁 · 최부술

*경북농업기술원 농업환경연구과

Cultural Characteristics and Fruitbody Formation of *Phellinus gilvus*

Young-Hyun Rew*, Woo-Sik Jo, Ki-Chae Jeong,
Jae-Tak Yoon and Boo-Sool Choi

*Department of Agricultural Environment, Kyungbuk Agricultural
Technology Administration, Taegu 702-320, Korea

ABSTRACT: For artificial cultivation of *Phellinus gilvus* (Schw.) Pat we have conducted a study on cultural characteristics and condition of fruitbody formation. The optimum temperature was about 30°C at pH 6.0-7.0 for mycelial growth. Optimum sawdust media were oak sawdust + willow sawdust(5:5, V/V), oak sawdust+willow sawdust + rice bran (4.5 : 4.5 : 1, V/V) and oak sawdust + pine sawdust + rice bran(4.5:4.5:1, V/V) and, the spawn incubation period was about 25-26 days. Mycelial growth in the inner portion of oak log was 200 mm after 60 days and duration for the first fruitbody primordia were formed about 90 days after inoculation.

KEYWORDS: Artificial cultivation, basidiocarp formation, *Phellinus gilvus*

버섯류의 항암효과는 Ikekawa 등(1968)에 의하여 polyporaceae를 위시하여 식용균류의 자실체를 열수추출하여 얻은 추출물이 sarcoma 180 등의 동물 이식암에 대하여 숙주 중개성이 현저한 항종양 활성이 있는 것이 발견되었으며, 이후 *Lentinus edodes*(표고버섯)(Chihara 등, 1969), *Coriolus versicolor*(운지버섯), *Piptoporus betulinus*(자작나무버섯), *Ganoderma lucidum*(영지버섯) 등에서도 항종양효과가 있는 물질이 발견되었다(Hartwell, 1971, Ikekawa 등 1968). 특히 *Volvariella volvaceae*(풀버섯), *Flammulina velutipes*(팽나무버섯)가 생산하는 cardiotoxic protein인 volvatoxin(Maeda and Chihara, 1971)과 flammutoxin(Komatsu 등 1963)이 Ehrlich ascites tumor cell의 호흡을 저해함이 입증되었다(Lin 등 1974). 자실체 뿐만 아니라 균사체에서도 항암효과가 있는 물질이 발견되었는데 *Coriolus versicolor*(운지버섯)균사체로부터 PS-K(krestin), *Schizophyllum commune*(치마버섯)균사체로부터 schizophyllan(Komatsu 등 1969) 등이 생산되었다. 그런데 자실체와 균사체에서 발견되는 항암 및 생리활성물질에는 상호차이점이 나타날 경우도 있기 때문에 균사체배양조건에 관한 연구와 자실체형성에 관한 연구는 같이 진행되어야 할 것이다.

Phellinus gilvus(마른진흙버섯)는 민주름버섯목(Aphyllorales), 소나무비늘버섯과(Hymenochaetaceae), 진흙버섯속(*Phellinus*)에 속하는 백색 부후균으로 주로 참나무와 같은 활엽수 나무 몸통위에서 그리고 더물게 침엽수에서도

발생하며 자라며 자실체는 코르크질로 단년생 또는 다년생으로 알려져 있으며 자실체는 나무에 부착된 편반구형으로 보통 상하가 서로 연결되어 겹쳐서 군생형으로 발생하며 자실체의 크기는 지름 7×12 cm, 두께 3 cm 정도이며 상층표면은 암황갈색으로 움모가 있기도 하며 가장자리는 갖에 비해서 색이 옅고 관공의 표면은 암자갈색으로 mm 당 6~8개가 있으며 포자는 4~5×3~3.5 μm로 타원형 내지는 난형이고, 표면은 평활하다고 알려져 있다(Ryvardan and Gilbertson, 1993). 마른진흙버섯은 다른 진흙버섯류와 같이 자연계에서 분포와 발생수가 적어 자실체를 얻기가 어렵다.

진흙버섯 중에서 *Phellinus linteus*(목질진흙버섯)의 자실체 열수추출물은 소화기계통의 암에 저지효과(Ikekawa, 1968)가 있는 것으로 나타나 많은 연구가 진행되어 왔으며 균사체 열수 추출물부터 면역활성(Lee 등 1996), 및 항암활성(정 등, 1994)도 입증되었다. 국내에서 *Phellinus*속 균에 대한 인공재배에 관한 연구로서는 송등(1997)에 의해서는 *Phellinus linteus*의 인공재배에 관해서 연구를 수행한 바 있으며 정등(1997)에 의해서는 화학합성배지 및 곡물을 이용한 *Phellinus igniarius*의 균사체 배양조건등에 대해서 연구를 수행한 바 있다. 버섯류들은 대부분 담자균류들로서 균사체의 영양생장단계와 자실체 즉 포자를 형성하는 생식생장단계로 나누어지는데 이러한 영양생장단계와 생식생장단계에서의 온도, 습도, 광조건과 같은 환경적 요인들과 필요영양원, 수분, 생리활성물질등과 같은 화학적 요인들에 대한 연구가 버섯의 인공재배연구에서 먼저 진행

*Corresponding author

되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 *Phellinus gilvus*(마른진흙버섯)가 옛부터 脾腸強化, 胃腸活性化 등의 약효가 있는 것으로 알려져 있으나(中國本草圖鑑), 균사체 배양조건이나 자실체 형성에 관한 연구는 진행되어 있지 않은 실정 이어서 *Phellinus gilvus*(마른진흙버섯)의 균사체의 배양적 특성과 원목을 이용한 인공자실체 형성에 대한 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

균주

본 실험에 사용된 *Phellinus gilvus*는 한국유전자은행에서 분양받은 균주(KCTC6653)를 사용하였다. 균주보관용 배지는 Potato Dextrose Agar(Difco사)를 사용하였으며 Potato Dextrose Agar에 계대배양하면서 본 실험에 사용하였다.

균사배양

균의 보존용 배지는 PDA배지를 사용하였고 기본적인 배지에서의 균사의 생장속도를 비교하기 위한 배지로는 Table 1에서와 같이 PDA, YM, MCM, Czapek's, Oak sawdust extract 배지와 Pine sawdust extract배지 그리고 리그닌분해 활성을 검정하기 위해서 poly R-478배지를 사용하였다.

각 배지는 121°C에서 15분간 고압살균하여 직경 9 cm의 평판배양접시에 20 ml씩 분주하였다. 평판배양은 배지종류 별로 제조된 평판배지의 중앙에 PDA 배지에서 10일간 배양된 균사의 가장자리 부위를 직경 5 mm의 cork borer로 절단하여 접종원으로 사용하였으며 항온배양기에서 25°C로 배양하였다.

최적배양온도

균사생장에 적합한 온도를 조사하기 위하여 온도별 배양실험은 PDA배지에 10일간 배양된 균사의 가장자리 부위를 직경 5 mm의 cork borer로 절단하여 PDA 배지에 접종한 후 15, 20, 25, 30, 35°C로 각각 조정된 항온배양기에서 14일간 배양한 후 배양된 균사체의 직경을 측정하였다.

최적 pH

MCM 액체배지를 기본배지로 하여 0.1 N HCl과 NaOH로 pH 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0으로 각각 pH 조절한 후 250 ml 삼각플라스크에 50 ml씩 분주하여 고압멸균, 접종 후 25°C에서 120 rpm으로 15일간 진탕배양한 후 배양된 균사체를 증류수로 세척한 후 80°C에서 48시간 건조시킨 다음 균사체의 함량을 측정하였다.

최적톱밥배지의 선발

최적 톱밥배지를 선발하기 위하여 톱밥배지별 균사생장 실험은 20×300 mm의 column tube에 톱밥배지(Table 2)를 충전하여 121°C에서 20분간 살균한 다음 PDA 배지에서 15일간 배양된 균사의 가장자리의 일정부위를 직경 5 mm의 cork borer로 절단하여 접종한 후 25°C에서 배양하였다.

원목에 접종하기 위한 종균의 제조는 850 c.c. polypropylene bottle에 참나무 톱밥에 미강 10%를 첨가한 톱밥배지를 121°C에서 2시간동안 고압멸균한 후 5°C로 급속냉각시킨 후 무균실에서 톱밥병당 20 g 정도씩을 접종하여 25°C에서 30일간 배양한 후 종균용배지로 사용하였다.

Table 1. Composition of culture media

Media reagent	Media and composition (g/l)						
	PDA	YM	MCM	Czapek's	Poly R-478	Oak Extr.	Pine Extr.
potato	200						
glucose	20	10	20				
yeast extract		3	2				
malt extract		3				3	3
peptone		5	2				
sucrose				30		20	20
sorbitol					20		
MgSO ₄ · 7H ₂ O			0.5	0.5	0.2		
KH ₂ PO ₄			0.46				
K ₂ HPO ₄			1	1			
KCl				0.5	0.2		
NaNO ₃				3			
FeSO ₄ · 7H ₂ O				0.01			
NH ₄ H ₂ PO ₄					1		
MnSO ₄					0.2		
Poly R-478					0.2		
Oak sawdust						200	
Pine sawdust							200
Agar	20	20	20	20	20	20	20

Table 2. Composition of sawdust media (Oak: *Quercus acutissima* sawdust, Willow: *Salix koreensis* sawdust, Pine: *Pinus densiflora* sawdust, bran: rice bran)

	Sawdust media and composition (V/V)					
	Oak	Oak + Bran	Oak + Willow	Oak + Willow + Bran	Pine + Bran	Oak + Pine + Bran
Oak	100	90	50	45		45
Willow	20		50	45		
Pine					90	45
Rice bran		10		10	10	10
Density (g/ml)	0.66	0.68	0.65	0.61	0.59	0.61

원목의 종균접종

사용된 원목은 상수리나무(*Quercus acutissima*), 소나무(*Pinus densiflora*)와 사과나무(apple tree)를 사용하였다. 원목의 벌채는 수액의 이동이 정지된 시기이며 저장양분이 가장 많이 포함된 11월경에서 이듬해 2월사이에 벌채된 것을 사용하였으며 벌목 후 음지에서 자연건조하였다. 원목의 절단은 수분함량이 40~50%일 때 직경 10~15 cm, 길이 20~25 cm 정도로 토막내어 단목으로 사용하였다.

절단된 원목을 polypropylene bag에 넣어 면전한 다음 상압스팀멸균기에서 105°C에서 15시간동안 멸균한 후 5°C로 급속냉각하여 잡균오염을 방지하였다. 종균의 접종은 살균된 원목의 상층부에서 약 100 g 정도를 골고루 펼쳐 접종하여 polypropylene막개로 고정시킨 후 면전하였다.

균사체배양 최적온도는 30°C였으나 초기에 잡균의 발생을 최소화시키기 위하여 22°C 정도로 배양하다가 14일 정도 경과한 후 균사체가 원목접종표면에 활착되어 생장이 시작될 때부터는 25°C를 유지하였다. 접종 후 60일에 원목을 새로로 가른 후 다시 polypropylene bag으로 밀봉한 다음 5일 경과 후 원목내의 균사체생육을 측정하였다. 이 시기에 균사체가 원목전체에 퍼진 다음 황갈색으로 변하기 시작했으며 자실체 발생을 위해서 균사활착된 원목의 polypropylene bag을 해체하고 버섯재배사로 옮겨심기 작업을 하였다.

자실체유도 및 형성

자실체 발생을 위한 토질은 모래가 적당히 섞여있어 배수가 잘 되는 토양을 선택하였으며 재배사는 영지버섯재배용 간이재배사를 기준으로 설치하였다(차 등, 1991). 배양실에서 균사체배양이 완료된 원목은 윗 표면에 접종원으로 사용된 종균을 완전히 제거한 후 충분히 관수하고 토양에 옮겨 심을 때 지상부로부터 5~7 cm 정도를 돌출시켜 매몰하여 종균접종을 하였던 상층부에 모래를 얇게 깔아 습도유지와 측면의 버섯발생을 유도하였다. 약 15~20일 후 버섯원기형성(Primordium formation)이 시작되었을 때 환기구를 통하여 충분히 환기시키면 약 2개월 이후부터는 자실체의 형태가 완전하게 형성되어 이시기부터는 수확이 가능하였다. 자실체의 수확량은 Biological efficiency (생체효율, B.E.)로 나타내었으며 산출방식은 다음과 같다.

B.E. = (wet weight of basidiocarps/dry weight of substrate)*100

결과 및 고찰

*Phellinus gilvus*의 균사 배양적 특성

배양온도. *Phellinus gilvus*의 균사생장최적 온도를 구명하고자 15°C에서 35°C까지 5°C 간격으로 처리하여 균사를 배양한 결과 Fig. 1에서와 같이 25°C에서 30°C가 배양적온으로 나타났으며 특히 35°C(22 mm/14일)에서도 균사생육이 왕성하여 상당히 고온성 균임을 보여주고 있다.

영지버섯의 균사생장 최적온도가 30°C이고(홍 등, 1986) 목질진흙버섯의 최적온도가 25~30°C라는 보고(지 등, 1996)와 비교해볼 때 최적온도는 유사한 경향이였다.

pH별 균사생장. 균사생장에 적합한 최적 pH를 구명하기 위해서 배지의 pH를 4.0에서 9.0까지 1.0단위로 조절하여 균사생장량을 측정된 결과 Fig. 2와 같이 산성 pH

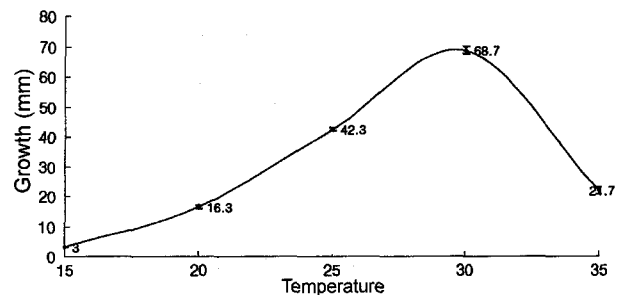


Fig. 1. Effect of temperature (°C) on the mycelial growth of *Phellinus gilvus* (Colony diameter was measured after 14 days of incubation in PDA medium).

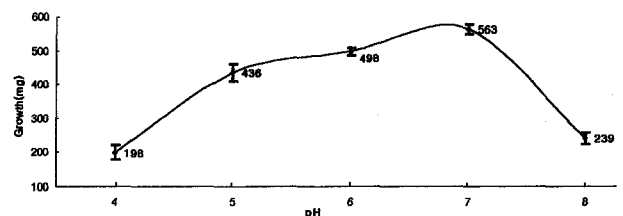


Fig. 2. Effect of pH on the mycelial growth of *Phellinus gilvus* (Dry mycelium weight was measured after culturing in 50 ml of MCM medium for 14 days at 25°C).

Table 3. Effect of solid medium on the mycelial growth of *Phellinus gilvus*

medium	PDA	YM	MCM	Czapek's	Poly R-478	Oak Extr.	Pine Extr.
growth (mm)	37.7±0.6 ^{a)}	28.3±0.5	33.5±4	6.3±0.6	14.3±5.5	23.7±1.1	2.7±0.6
density ^{a)}	C	SC	C	T	ST	SC	T
color ^{b)}	Br.	Y	Y	W	W	Y	W

^{a)}C: compact, SC: somewhat compact, ST: somewhat thin, T: thin.

^{b)}Br.: brownish, Y: yellowish, W: whitish.

^{c)}Colony diameter was measured after 14 days of incubation in each medium. Values are mean±SD.

Table 4. Mycelial growth of *Phellinus gilvus* in Sawdust tube medium incubated at 25°C for 14 days in tube column (300×20 mm, unit: mm)

Sawdust medium ^{a)}	Oak	Oak + Bran	Oak + Willow	Oak + Willow + Bran	Pine + Bran	Oak + Pine + Brin
growth (mm)	42±7.2 ^{d)}	50±2.6	53±1.5	55±0.6	51±5.1	53±0.6
density ^{b)}	C	SC	SC	C	SC	C
color ^{c)}	Br.	Br.	Y	Y	W	W

^{a)}Oak: Oak sawdust 100%, Oak + bran: Oak sawdust 90% + Rice bran 10%, Oak + will.: Oak sawdust 50% + Willow sawdust 50%, Oak + will + Br.: Oak sawdust 45% + Willow sawdust 45% + Rice bran 10%, Pine + Bran: Pine Sawdust 90% + Rice bran 10%, Oak + Pine + Br.: Oak sawdust 45% + Pine sawdust 45% + Rice bran 10% (mixed as V/V).

^{b)}C: compact, SC: somewhat compact, ST: somewhat thin, T: thin.

^{c)}Br.: brownish, Y: yellowish, W: whitish.

^{d)}Values are mean±SD.

영역(pH 5~7)에서 균사생장이 좋았으며 pH 4.0에서는 균사생장량이 급격히 떨어지는 경향을 보였다. 목질진흠버섯은 pH 6.0~7.0(지 등, 1996), 복령은 4.0(홍과 이, 1990), 영지는 5.0(홍 등, 1986) 등으로 보고된 것처럼 마른진흠버섯은 목질진흠버섯과 비슷한 pH 영역에서 균사생장이 양호하였다.

인공배지별 균사생장. 마른진흠버섯의 균사생장이 우수한 인공배지를 선발하기 위한 인공배지별 균사생육실험에서는 Table 3에서와 같이 PDA배지에서 37.7 mm/14일, MCM 배지에서 33.5 mm/14일의 균사생육으로 PDA 배지와 MCM 배지가 균사생장이 좋았으며 리그닌분해력을 보기위한 poly R-478 배지에서는 균사생육은 이루어 졌으나 clear zone은 형성되지 않았다. 톱밥추출물을 이용한 배지에서 참나무톱밥추출배지에서는 23.7 mm/14일, 소나무톱밥추출배지에서는 2.7 mm/14일로 커다란 차이를 보였다.

톱밥배지별 균사생장. 최적톱밥배지를 선발하기 위한 coulumn tube톱밥배지상에서의 균사생장은 Table 4에서와 같이 참나무 + 버드나무톱밥(5 : 5, V/V)배지와 참나무 + 버드나무 + 미강(4.5 : 4.5 : 1, V/V)배지 그리고 참나무+소나무 + 미강(4.5 : 4.5, V/V) 배지상에서의 균사생육이 53 mm/14일, 55 mm/14일, 53 mm/14일로 각각 나타났다. 참나무톱밥 100% 배지와 참나무 + 미강(5 : 5, V/V) 배지에서는 각각 42 mm/14일, 50 mm/14일로 나타나 다른 톱밥배지보다 생육이 다소 느렸으나 균사체의 색이 짙은 갈색으로 나타나 균사밀도가 가장 높은 것으로 판단되었다.

*Phellinus gilvus*의 원목접종 및 자실체발생 특성

참나무, 소나무, 사과나무원목에 각각 접종한 후 60일이 경과한 후 원목내의 균사생장은 Table 5에서와 같이 200

mm, 120 mm, 150 mm로 각각 나타났으며 원목에 접종한 후 균사활착율도 참나무와 사과나무에서는 거의 100% 정도로 나타나 마른진흠버섯균의 활력이 상당히 강함을 보여주었다.

원목에 접종한 후 버섯원기가 형성되는 초발이소요일수는 참나무에서 90일, 소나무에서 135일 그리고 사과나무에서는 110일 정도 소요되었으며 참나무와 사과나무에서는 발이성공율도 비교적 높았다.

버섯의 기질활용률을 나타내는 Biological efficiency는 Table 6에서와 같이 활엽수인 참나무에서 24% 정도, 사과

Table 5. Inoculation on tree log and fruitbody formation

Substrate	Mycelial growth (60 days) ^{a)}	Rate of successful inoculation ^{b)}	Days for Pinhead formation ^{c)}	Rate of Pinhead formation (n=20)
Oak	200 mm	100%	90	100%
Pine	120 mm	92%	135	91%
Apple	150 mm	90%	110	100%

^{a)}Mycelial growth was measured as the growth in inner surface of tree log after 60 days of incubation.

^{b)}{(inoculated tree log - contaminated tree log)/inoculated tree log}×100.

^{c)}After inoculation.

Table 6. Yield of fruitbody and biological efficiency

Substrate	Wt. of fruitbody (g) ^{a)}	Biological Efficiency ^{b)}
Oak	180±86 ^{c)}	24±8.5 ^{c)}
Pine	29±8	9±1.3
Apple	150±15	15±5.6

^{a)}Weighed as fresh weight.

^{b)}(fresh weight of fruitbody/dry weight of substrate)×100.

^{c)}Values are mean±SD.

나무에서는 15%로 나타나 기질활용성이 매우 높음을 보여주고 있으며 침엽수인 소나무에서는 9% 정도로 참나무나 사과나무에서 비해서 상당히 낮았다. 송 등(1997)이 수행한 *Phellinus linteus*의 인공재배에서는 자실체수확량은 상수리나무에서 원목당 9.4±1.6 g 정도 수확되는 것과 비교해볼 때 마른진흙버섯의 수량성이 매우 높음을 알 수 있다. 마른진흙버섯의 자실체는 발생한 후 30일이 경과했을 때 담자포자를 포함하고 있는 완전한 형태를 나타내고 있었는데 참나무와 사과나무에서는 자실체가 원목에 균생된 형태로 자실체가 발생되어 생육하였으나 소나무에서는 자실체가 배착성으로 발생 생육하였다. 마른진흙버섯의 군사생육과 자실체형성은 다른 진흙버섯에 비해서 상당히 용이한 편이나 앞으로 약리효과 및 기타생리활성 효과에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 다년재배 및 재수확에 관련된 실험과 더불어 톱밥과 영양분의 첨가에 의한 재배방법에 응용할 수 있을 것이다.

적 요

마른진흙버섯(*Phellinus gilvus*)은 진흙버섯속(*Phellinus*)에 속하는 버섯으로 본초도감에서는 비장강화, 위장활성 등의 약효가 있다고 한다.

온도별 배양결과 30°C에서 69 mm/14일(PDA 배지) 25°C에서는 42 mm/14일(PDA 배지)로 나타났으며 배지별 시험에서는 PDA 배지와 MCM 배지에서 38 mm/14일, 34 mm/14일로 각각 나타났으며 pH 6~7에서 군사생장이 가장 양호하였다.

참나무추출물배지에서는 24 mm/14일 정도였으나 소나무추출물배지에서는 2.7 mm/14일 정도로 참나무추출물배지에 비해서 매우 느렸다. 시험관을 이용한 톱밥배지 배양에서는 참나무톱밥 + 버드나무톱밥(5:5)과 참나무톱밥 + 버드나무톱밥 + 미강(4.5:4.5:1) 등에서 군사생장이 좋았다.

참나무원목에 접종한 결과 접종 60일 경과시 원목내 군사생장은 200 mm로 나타났으며 군사활착율은 100%였고 최초 발이 소요기간은 접종 후 90일 정도였다.

자실체 수량은 참나무원목에서 180 g, 소나무원목에서 29 g, 사과나무에서는 150 g 정도로 나타났으며 생체수율은 각각 24%, 9%, 15% 정도였다.

참고문헌

- 송치현, 문혜연, 류중현, 1997. *Phellinus linteus*의 인공재배. 한국균학회지 25(2): 130-132.
- 정인창, 김선희, 권용일, 김소연, 이종숙, 박 신, 박경숙, 이재성, 1997. 화학합성배지 및 곡물을 이용한 *Phellinus igniarius*의 군사체 배양조건. 한국균학회지 25(2): 133-142
- 中國本草圖鑑. 1994. 第1卷, 灑江出版社.
- 지정현, 하태문, 김영호, 노영덕. 1996. 목질진흙버섯균의 군사체 생육에 미치는 주요 인자에 관한 연구. 한국균학회지 24(3): 214-222.
- 차동열, 유창현, 김광포. 1991. 쇠진버섯 재배기술. 농진회.
- 홍인표, 이해웅. 1990. 복령의 배양학적 특성에 관한 연구. 한국균학회지 18(1): 42-49.
- 홍재식, 최윤희, 윤세억. 1986. 합성배지에서 불노초가 생산하는 섬유소 분해효소에 관한 연구. 한국균학회지 14(2): 121-130.
- Chihara, G., Maeda, Y., Humuro, J., Sasaki, T. and Fukuoka, F. 1969. Inhibition of mouse sarcoma 180 by polysaccharide from *Lentinus edodes*. *Nature* 222: 687-688.
- Hartwell, J. L. 1971. Plants used against cancer. A. Survey. *Lloydia* 34: 386-389.
- Ikekawa, J., Nakamishi, M., Uehara, N., Chihara, G. and Fukuoka, F. 1968. Antitumor action of some basidiomycetes especially *Phellinus linteus*. *Gann* 59: 155-157.
- Komatsu, J., Terekawa, H., Nakamishi, K. and Watanabe, Y. 1963. Flammulin, a basic protein of *Flammulina velutipes* with antitumor activities. *J. Antibiot., Ser. A.* 16: 139-141.
- Komatsu, N., Okubo, S., Kikumoto, S., Kimura, K., Saito, G. and Sasaki, S. 1963. Host-mediated antitumor action of Schizophyllan, a glucan produced by *Schizophyllum commune*. *Gann* 60: 137-138.
- Lee, J. H., Cho S. M., Song, K. S., Han, S. B., Kim, H. M., Hong, N. D. and Yoo, I. D. 1996. Immunostimulating activity and characterization of polysaccharide from mycelium of *Phellinus linteus*. *J. Microbiol. Biotechnol.* 6(3): 213-218.
- Lin, J. Y., Lin, Y. J., Chen, C. C., Wu, H. L., Shi, G. Y. and Jeng, T. W. 1974. Cardiotoxic protein from edible mushroom. *Nature* 252: 235-237.
- Maeda, Y. Y. and Chihara, G. 1971. Lentinan, a new immunoadjuvant of cell-mediated responses. *Nature* 229: 634-636
- Ryvarden, L. and Gilvertson, R. L. 1993. European Polypores, Fungiflora, Norway.