

잣버섯 人工 栽培에 관한 研究(I)

— 菌絲 培養 條件에 關하여 —

金漢慶* · 朴貞植 · 車東烈 · 金養瑩¹ · 文炳周²

農村振興廳 農業技術研究所 菌茸科

¹農村振興廳 農業遺傳工學 研究所 遺傳資源科

²釜山東亞大學校 農科大學 農業生物學科

Study on the Artificial Cultivation of *Lentinus lepideus*(Fr. ex Fr.) Fr. — Investigation of Mycelial Growth Conditions —

Han Kyung Kim*, Jeong Sik Park, Dong Yeul Cha,
Yang Sup Kim¹ and Byung Ju Moon²

Applied Mycology and Mushroom Division, Agricultural Science Institute, R. D. A 441-707, Korea

¹Genetics Division, Agricultural Biotechnology Institute, R. D. A. 441-707 Korea

²Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Dong-A University Pusan, Korea 604-714

ABSTRACT: In order to investigate the cultural characteristics of *Lentinus lepideus*, media, pH, carbon sources, nitrogen sources, vitamin and organic acids were tested in submerged culture. It grew well in GPB(broth), and the optimum temperature and pH was 25°C and 4.2, respectively. The carbon sources such as galactose belong to monosaccharide and maltose belong to disaccharide were effective for mycelial growth. Peptone which is compound nitrogen source was good for mycelial yield but the other nitrogen sources were not effective. Among the various vitamins, pyridoxine is suitable for mycelial yield. Among the various organic acids, citric acid promoted the mycelial yield but acetic acid interrupted the mycelial growth of *L. lepideus*.

KEYWORDS: *Lentinus lepideus*, mycelial growth, temperature, pH, nutritions of carbon, nitrogen, vitamin, organic acid.

잣버섯(*Lentinus lepideus*)은 分類學的으로 송이목 송이과(Tricolomataceae)에 속하는 목재부후균의 一種으로써 針葉樹 枯死木에 自然棲息 한다고(Pegler, 1983 ; Smith *et al.*, 1973 ; 今周之世, 1958) 報告된 바 있고, 우리나라에서도 自生하는 버섯이다. 잣버섯에 관한 研究는 外部刺戟에 의한 子實體의 反應(Reginald Buller, 1905)과 窒素 複合物이 子實體 生長 및 形成에 미치는 影響(Schwantes, 1969)에 대해서 몇편의 論文이 報告된 바 있지만 잣버섯의 菌絲體 培養에 대해서는 研究된 바 없다. 食用버섯의

液體培養(Submerged Culture)은 Lember(1938)에 의해서 처음 시도되었고 그 후 Humfeld(1948)에 의해 經濟的 生産 可能性 檢討가 시작되면서 液體 培養에 많은 관심을 가지게 되었다. 最近 담자균류의 液體培養은 食用버섯의 菌體培養 뿐만 아니라 菌體를 利用한 酵素(Park, 1986 ; Kim *et al.*, 1986), 항암효과(Kang *et al.*, 1980), 스테롤 成分(Kim, 1979) 등에 관한 研究가 매우 흥미로운 觀點이 되고 있고 특히 버섯의 菌絲體는 蛋白質資源(Litehfield, 1968), 향미료(Takama, 1984), 사료(Hong, 1985) 등에 관해서 利用 可能性이 提示된 바 있다. Humfeld and Sugihara(1940, 1952)는 양송이 液體培養에 있어서

*Corresponding author

營養要求, 培養方法 및 菌絲體의 營養成分에 關係서 報告하였고, Falangle(1962)는 天然培地를 利用하여 菌絲體의 生産條件을, Sakamoto(1978) 등은 표고와 느타리의 液體培養에서 炭素源과 窒素源의 營養에 關係하여, Ishikawa(1967) Hong(1983) 등은 高溫性 양송이와 느타리, 목이버섯菌의 培養條件과 營養源에 對하여 많은 研究가 報告되어 있지만, 잣버섯에 關係한 菌絲培養 條件 및 生理的條件의 研究가 未備하여 最近 農業技術研究所 菌茸科에서는 京畿道 광릉에서 野生 잣버섯을 蒐集하여 人工栽培 可能性을 檢討할 目的으로 實驗하였던 바 다음과 같이 液體培養時 菌絲培養條件에 關係한 몇가지 結果를 얻었기에 報告하고자 한다.

材料 및 方法

供試菌株

本 試驗에 使用된 잣버섯의 菌株는 京畿道 광릉

에서 採集 分離하여 農技研 菌茸科에 保管하고 있는 ASI 14004 菌株를 本 試驗에 使用하였다.

子實體 및 菌絲의 形態의 特性

野生에서 採集된 잣버섯의 形態的 特性은 Pegler 및 今週之世(1958) 등의 分類方法에 따랐으며 子實體의 색깔은 Munsell soil color charts를 利用하였고 갓과 줄기의 크기는 Dial caliper을 使用하여 測定하였다. 子實體의 gill과 Spore 및 菌絲의 形態는 顯微鏡(Nikon Optiphot phase contrast microscope)을 利用하여 觀察하였다.

培養的 條件

1) 培地製造

組織分離된 菌株는 PDA 培地에 移植하여 13日間 培養하고 最適培地를 選拔하기 爲하여 培地의 造成은 Table 1에서와 같이 Czapek 培地 외 7種의 培地를 造成하여 250 ml 삼각 flask에 50 ml 씩 一定

Table 1. Composition of various synthetic media

Nutrition reagent	Medium and Composition(g/l)						
	Czapek	Hennerberg	Hoppkins	Leonian	Lilly	GPB	Poplar extract Pine extract
Glucose		50	10	25		10	10 10
Maltose					10		
Sucrose	30						
Poplar sawdust							250
Pine sawdust							250
Peptone						10	
DL-Asparagine					2		
KNO ₃		2	2				
KCl	0.5					0.3	
KH ₂ PO ₄	1	1	0.1	1	1	0.87	
K ₂ HPO ₄	1						
NaNO ₃		2					
Na ₂ CO ₃					1.12		
CaCl ₃		0.1					
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

* Basic mineral solution.

¹⁾ FeCl₂·6H₂O: 0.01 mg.

^{4), 5)} FeCl₃·6H₂O: 0.2 mg, MnCl₂·4H₂O: 0.1 mg, ZnCl₂: 0.2 mg.

⁶⁾ FeCl₃·6H₂O: 0.5, MnCl₂·4H₂O: 0.36, ZnCl₂: 0.2, CuSO₄·5H₂O: 0.05(g/100 ml) 20 ml/l

Table 2. Effect of various synthetic media on the mycelial growth of *L. lepideus* ASI 14004

Medium	Mycelial dry weight (mg/50 ml/21 days)
Czapek	24
Hennerberg	—
Hopkins	—
Leonian	26
Lilly	—
G. P. B	196
Poplar extract	73
Pine extract	49

Table 3. Composition of the basal medium. (g/liter)

Glucose	10.0
Peptone	10.0
KH ₂ PO ₄	0.87
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5
KCl	0.3
pH	6.0

*Basic mineral solution(FeCl₃·6H₂O: 0.5, MnCl₂·4H₂O: 0.36, ZnCl₂: 0.2, CuSO₄·5H₂O: 0.05(g/100 ml) 20 ml/l.

Table 4. Characteristics of mycelial growth *L. lepideus* on PDA media

Strain	Mycelial diameter (mm/9 days)	Mycelial density	Status of mycelia
ASI 14004	47	++++	flobose

*Mycelial density: + + + + ; quite compact.

Table 5. Effect of temperature on the mycelial yield of *L. lepideus* ASI 14004

Temperature(°C)	Mycelial dry weight (mg/50 ml/21 days)
15	7
20	37
25	195
30	46
35	—

Table 6. Effect of initial pH on the mycelial yield of *L. lepideus* ASI 14004

Initial pH	Mycelial dry weight (mg/50 ml/22 days)
3.4	122.9
4.2	144.3
5.0	0
6.0	0
6.7	0
7.7	0

*Mellvaine buffer sol.: 0.1 M, Citric acid; 0.2 M, Na₂HPO₄

Table 7. Effect of various carbon sources on the mycelial growth of *L. lepideus* ASI 14004

Carbon sources	Mycelial dry weight (mg/50 ml/21 days)
Glucose	136
Fructose	185
Mannose	83
Galactose	631
Xylose	356
Arabinose	288
Ribose	139
Maltose	486
Sucrose	216
Lactose	208
Cellobiose	253
Starch	370
Inulin	86
Dextrin	331
Raffinose	62
Mannital	149
Control	38

하게 분주한 다음 121°C 의 高壓殺菌機에 15分間 殺菌하여 冷却시킨 후 菌을 接種, 恒溫器에 培養하고 Whatman NO. 2 여지로 菌體量을 乾燥坪量(Sartorius Electronic Analytical Balances 1712 MP8)하여 基本 培地를 選拔하였다.

2) 溫度

Table 8. Effect of various nitrogen sources on the mycelial growth of *L. lepidus* ASI 14004

Nitrogen sources	Mycelial dry weight (mg/50 ml/21 days)
Peptone	752
NH ₄ Cl	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ ·4H ₂ O	0
(NH ₄) ₂ C ₄ H ₄ O ₆	0
NH ₄ NO ₃	0
KNO ₃	0
NaNO ₃	0
NaNO ₂	33
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	29
Urea	0
Casamino acid	28
L-Alanine	29
L-Asparagine	0
L-Glutamic acid	30
DL-Serine	0
Control	0

*Contents of the nitrogen sources: 0.04%, galactose as a carbon sources was use.

菌絲生育에 適合한 最適溫度를 究明하기 위하여 Table 3의 基本培地에 直徑 0.5 cm인 콜크보라를 使用하여 菌을 接種하고 培養溫度를 各各 달리하여 溫度別로 菌體量을 調査하였다.

3) pH

基本培地에 McIlvaine buffer solution(Citric acid 0.1 M, NA₂ HPO₄ 0.2 M)을 造成하여 培地와 混合한 後 수소이온 濃度 測定機(Orion Research Microprocessor pH/millivolt Meter 811)로 pH를 各各 달리하여 25±1°C 恒溫器에 21日間 培養하여 pH 別로 菌體量을 比較調査하였다.

4) 炭素源 및 窒素源

Table 3의 基本培地에 炭素源으로써 Glucose 대신에 Table 7과 같이 各種 당류를 全 炭素含量이 40%가 되게 添加하고 窒素源은 Table 8과 같이 全

Table 9. Effect of vitamins on the mycelial growth of *L. lepidus* ASI 14004

Vitamin	Mycelial dry weight (mg/50 ml/21 days)
Biotin	447
Rioflavin	430
Nicotinic acid	494
Folic acid	445
P-Aminobenzoic acid	479
Ca-Pantathenic	535
Thiamine	509
Inositol	558
Cyancabalamia	420
Control	439

*Contents of the vitamin: 0.05 ppm.

Table 10. Effect of various organic acids on the growth of mycelium

Acids	Mycelial dry weight (mg/50 ml/21 days)
Acetic acid	0
Citric acid	506
Fumaric acid	422
Gluconic acid	371
Lactic acid	444
Maleic acid	194
Oxalic acid	217
Succinic acid	261
Tartaric acid	308
Control	348

*Contents of the organic acids: 0.1%.

窒素含量이 0.04% 되게 造成하였으며 培地의 pH는 比較 實驗을 除外하고 모두 6.0으로 調節하여 250 ml 삼각 flask에 50 ml 씩 일정하게 注入한 後 供試菌을 接種하고 菌絲 培養後 21日만에 菌體量을 調査하였다.

5) 비타민

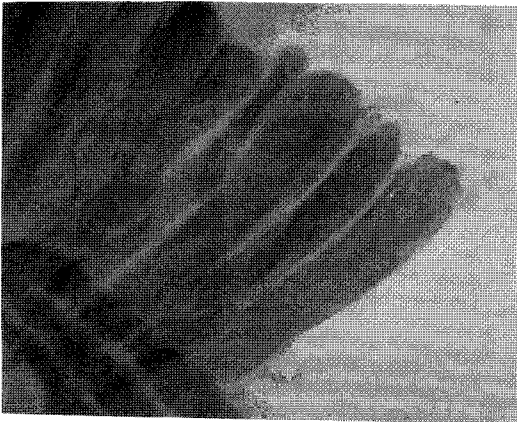
基本培地에 Table 7과 Table 8에서 選拔된 炭素源과 窒素源을 添加하고 121°C 에서 15分間 殺菌한 後 Table 9와 같이 各種 비타민류를 殺菌水에 混合



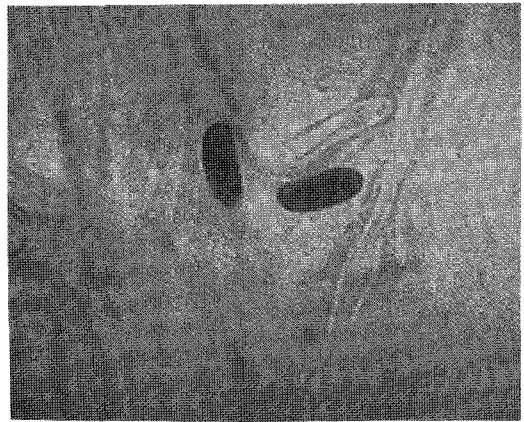
1-1. Basidocarp of *Lentinus lepideus* (ASI 14004).



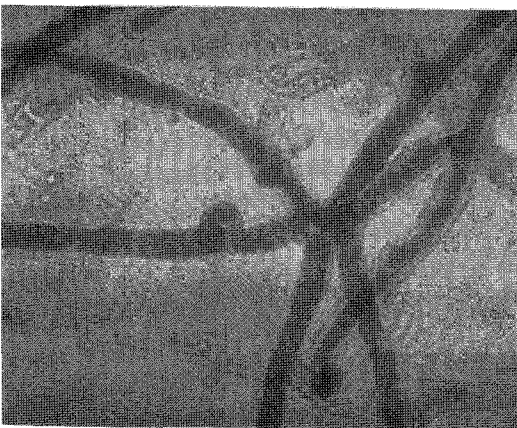
1-2. Hymenophoral trama ($\times 500$).



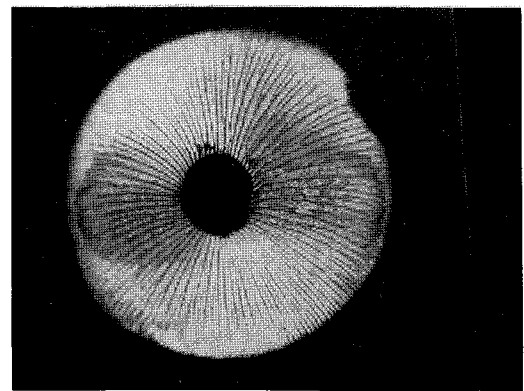
1-3. Basidia with four sterigmata ($\times 500$).



1-4. Spores ($\times 500$).



1-5. Hyphae with clamp connection ($\times 500$).



1-6. Spore print.

Fig. 1. Explanation of plate.

하여 Metrical Membrane filter(0.2 μ m) 여지에 濾過한 後 비타민류를 0.5 ppm씩 添加하고 菌을 接種한 後 21日만에 菌體量을 調査하였다.

6) 有機酸

基本培地에 炭素源으로서 選拔된 galactose의 全炭素含量 40%와 窒素源에서 選拔된 Casamino acid 全窒素含量 0.04%를 添加하고 Table 10과 같이 各種 有機酸類를 0.1%씩 添加하여 121°C 高壓殺菌機에 15分間 殺菌, 冷却시킨 後 供試菌을 接種하여 25 \pm 1°C 恒溫機에 21日間 培養하여 菌體量을 比較 調査하였다.

結果 및 考察

子實體 形態의 特徵

*Lentinus lepideus*의 子實體 丈 크기는 Fig. 1-1과 같이 4-12 cm이고, 모양은 반반구형이나 후에 편편하게 퍼진다. 表面은 初期에 약간의 점성이나 건성으로 백색-옅은 황갈색이며, 황갈색의 인피가 있고 丈 끝은 初期에 안으로 말려 있다. 주름살은 다소 뾰뾰하고 대는 홈 주름살이며 白色이고 주름살 날은 툭니모양으로 들쭉날쭉하다. 대의 크기는 2-7 \times 1-2 cm, 表面은 백색-옅은 황색인데 황갈의 손거스러미 모양 인피가 있고 기부쪽은 비늘 모양의 인피로 덮혀 있으며 내피막은 막질이고 담황색의 턱받이를 形成하며, 組織은 표고처럼 단단하고 질기며 白色이다. Gill의 形態는 Fig. 1-2, 1-3과 같이 parallel형이며 4개의 담자기가 있고 孢子文은 Fig. 1-6과 같이 白色이며 孢子의 크기는 Fig. 1-4와 같이 7-9 \times 3-5 μ m이며 장타원형이고, 表面은 평활하다.

培地選拔 및 菌絲生育 特性

갓버섯의 菌絲生育에 適合한 最適 培地를 選拔하기 위하여 各種 培地를 Table 1과 같이 造成하여 菌體量을 調査한 結果 Table 2에서와 같이 G. P. B 培地에서 菌體量이 196 mg/21日로 가장 良好하였고 다음이 톱밥 抽出培地에서 73 mg/21日로 좋았다. 그러나 Hennerberg, Hoppkins, Lilly 培地에서는 菌絲生育이 정지되었다. 한편 菌絲生育 特性은 Table 4에서 보는 바와같이 9日만에 47 mm로 一般의 菌類의 生育速度와 비슷하나 空中菌絲가 적고 密度는 뾰뾰하였으며 Fig. 1-5와 같이 크랩프가 形成되어

있다.

溫度의 影響

供試菌株의 菌絲生育 最適 溫度는 Table 5에서와 같이 培養溫度를 各各 달리하여 菌絲生長量을 調査한 結果 25°C에서 195 mg으로 菌絲生長이 가장 良好하였고 25°C 以下나 그 以上에서는 菌絲生長이 극히 低調하였으며 35°C에서는 菌絲生長이 정지되었다. Hong(1981) 등은 *P. ostreatus* 菌의 菌絲生育 最適溫度가 25°C라고 한 報告와 本 試驗의 갓버섯과 菌株가 다른 差異는 있지만 最適溫度는 다소 一致하는 傾向이었다.

pH의 影響

菌絲生長에 適合한 最適 pH 範圍를 규명하기 위하여 Table 6에서와 같이 試驗한 結果 培地의 pH別 菌絲生育은 pH 4.2에서 144.3 mg/21日로 가장 良好하였고 다음이 pH 3.4에서 122.7 mg/21日이었다. 그러나 pH 5.0 以上에서는 菌絲生育이 모두 정지되었다. 이러한 理由는 培地構成 成分 및 이온결합에 따른 培地成分 變化 때문인지 菌株의 特性인지는 좀 더 研究檢討되어야 할 것으로 생각된다.

炭素源의 影響

各種 당류가 갓버섯의 菌絲生育에 미치는 影響을 調査한 結果 Table 7에서 보는 바와 같다. 갓버섯은 各種 당류에 대하여 광범위한 適應性을 나타내었으며 그중에서도 Monosaccharide중 6탄당인 Galactose에서 菌絲生育이 631 mg으로 가장 良好하였고 다음이 Disaccharide인 Maltose에서 486 mg으로 良好하였다. 그러나 단당류에서 Mannose와 다당류인 Inulin 및 삼당류인 Raffinose에서는 菌絲生育이 低調하였다. 이와 같은 結果로 보아 갓버섯은 各種 당류중에서도 選擇의으로 利用하는 性質을 갖고 있다고 생각된다. Ishikawa(1967)는 *Lentinus edodes* 菌을 液體 培養했을 때 炭素源으로서 Glucose가 가장 좋다고 한 報告와는 다소 상반되는 結果이고 Hong(1981) 등은 *P. ostreatus* 菌의 炭素源으로서 galactose에서 가장 좋다고 한 報告와는 一致하는 傾向이었으나 이러한 것은 菌株의 特性이라고 사료된다.

窒素源의 影響

各種 窒素源이 잣버섯의 菌絲生育에 미치는 影響을 調査한 結果 Table 8과 같다. 잣버섯은 무기태 窒素보다 유기태 窒素의 利用도가 높았으며 最適 窒素源은 複合 窒素源인 Peptone에서 菌絲生育이 良好하였다. 그러나 무기태 窒素인 암모니아태 窒素에서는 菌絲生育이 정지되는 現象이었고, Peptone의 다른 複合 窒素源에서도 잣버섯이 다소 利用은 하나 生育이 극히 부진한 現象이었다. 한편 Kim(1988) 등은 버들송이 菌絲生育時 아질산태 窒素(NaNO_2)에서는 窒素源으로 전혀 利用하지 못한다고 하였고, Tokimoto(1978) 등도 표고 버섯에서 NaNO_2 는 利用價値가 낮은 窒素源이라고 한 報告와는 本 實驗 結果 다소 差異가 있다. 그러나 Hong(1983) 등은 高溫性 느타리버섯에서 유기태 窒素인 Peptone에서 菌絲生育이 가장 좋다고 한 報告와는 菌株에 따라서 다소 差異가 있다고 생각되나 本 實驗과 그의 一致하는 傾向이었다.

비타민의 影響

비타민류가 菌絲體 生育에 미치는 影響은 Table 9에서와 같다. 各種 비타민류를 0.05 ppm의 濃度로 各各 培地에 添加하여 調査한 結果 잣버섯은 Pyridoxine에서 596 mg/21일로 가장 많았고 다음이 Inositol, Ca-Pantathenic, Thiamine 순이었다. 그 밖의 비타민류에서는 對照區와 비슷한 傾向이었다. Garraway(1980) 등에 의하면 비타민은 菌類의 같은 種 또는 系統이 다르더라도 비타민의 要求도가 다르다고 하였고, Treschow(1944)는 *Agaricus bisporus* 菌을 液體培地에서 培養할 경우 Biotin(B_7)과 Thiamine(B_1)에서 좋다고 한 바 이는 本 試驗과 다소 差異는 있으나 菌株의 特性 때문이라 생각되며 비타민 濃度에 관해서 좀 더 研究 檢討되어져야 할 것으로 생각된다.

有機酸의 影響

各種 有機酸類를 炭素源과 함께 添加하여 菌絲體 生育에 미치는 影響을 調査한 結果 Table 10과 같다. 基本培地에 炭素源으로서 Galactose의 全 炭素含量이 40%와 窒素源 Casamino acid를 全 窒素含量이 0.04% 添加하고 各種 유기염류를 0.1% 添加하여 菌絲體를 培養시켰을 때 Citric acid에서 506 mg/21

가장 良好하였으며 다음이 Lactic acid, Fumaric acid 순이었고, Acetic acid에서는 전혀 利用하지 못하였으며 그의 有機酸類에서는 對照區보다 菌絲 生育이 抑制되는 傾向이었다. Hong(1983) 등은 *Auricularia auricula* 菌의 菌絲體 生産에서 Fumaric acid와 Citric acid 에서 菌絲 生育이 良好하고 Acetic acid에서 菌絲 生育이 정지된다고 한 本 實驗과 비슷한 傾向이었다.

摘 要

잣버섯 人工栽培 可能性 檢討時 菌絲培養 條件에 대한 實驗 結果는 다음과 같다.

1. 잣버섯 液體培養時 最適 培地는 G. P. B 培地에서 菌絲 生育이 196 mg/21일로 가장 良好하였으며, 最適 溫度는 25°C, pH는 4.2에서 菌絲 生育이 가장 좋았다.
2. 液體 培養時 最適 炭素源은 monosaccharide인 galactose에서 631 mg/21일로 가장 많았으며, 다음이 Disaccharide인 Maltose에서 486 mg/21일이었다.
3. 最適 窒素源은 複合 窒素源인 peptone에서 752 mg/21일으므로 菌體量이 가장 많았으며 그의 窒素源에서는 菌絲 生育이 停止 또는 抑制되는 傾向이었다.
4. 비타민류에서는 全體적으로 菌絲 生育이 良好하나 Pyridoxine에서 596 mg/21일 가장 좋았다.
5. 有機酸類에서는 Citric acid에서 506 mg/21일로 菌體量이 가장 많았고 Acetic acid에서는 菌絲 生育이 정지되었다.

參考文獻

- Falanghe, H. 1962. Production of mushroom mycelium as a protein and fat source in submerged culture in medium of Vanasse. *Appli Microbial*. 10: 572-576.
- Garraway, M. C. and Evans R. C. 1984. Fungal Nutrition and physiology. 6. Vitamin and Growth factors. Wiley intersce. 171.
- Hong, J. C. Lee, K. S and Choi, D. S. 1981. Studies on Basidiomycetes(I) on the mycelial growth of *Agaricus bitorquis* and *Pleurotus ostreatus*. *Kor. J. Mycol*. 9(1): 19-24.

- Hong, J. S. Kwon, Y. J. and Jung, G. T. 1983. Production of mushroom mycelium (*Pleurotus ostreatus* and *Auricularia auricula-juade*) in shaking Culture. *Kor. J. Mycology* **11**(1): 1-75.
- Hong, J. C. Kim, J. M. Jeong, J. C. Lee, T. K. Kim D. H. Kim, M. K. and Lee, K. R. 1985. Conversion of fermented feed by Basidiomycetes. *Kor. J. Mycology* **13**(3): 157-168.
- Humfeld, H. and Sugihara. T. F. 1940. Mushroom mycelium production by submerged propagation. *Food. Tech.* **3**: 355.
- Humfeld, H. 1948. The production of mushroom mycelium (*Agaricus campestris*) in submerged culture. *Science* **107**: 373.
- Humfeld, H. and Sugihara. T. F. 1952. The Nutrients requirements of *Agaricus campestris* growth in Submerged Culture. *Mycologia* **44**: 605-620.
- Ishikawa. H. 1967. Physiological and ecological studies on *Lentinus edodes* (Berk). *Sing. J. Agric. Lab.* **8**: 1-53.
- Kang, C. Y. Shim M. J. Choi, E. C. Lee, Y. N and Kim, B. K. 1980. Studies on antineoplastic components of Korean Basidiomycetes. Mycelial Culture and an antineoplastic component of *Ganoderma lucidum*. *Korean Biochem. J.* **14**: 101-112.
- Kim, H. K. Park, J. C. Kim, Y. S. Cha, D. Y. and Park, Y. H. 1988. Studies on the mycelial growth of *Agrocybe aegerita*. *Res. Rept. R. D. A.* **30**(3): 141-150.
- Kim, K. J. Shin, K. S. and Hong, S. W. 1986. Induction of Extracellular polyphenol oxidase from Two white-rot Fungi. *Kor. J. Mycol.* **14**(1): 43-47.
- Kim, S. W. 1979. A study on the Components of *Lentinus lepideus* Fr.(I); *Kor. J. Mycol.* **7**(1): 9-11.
- Lembert, E. B. 1938. Principles and problems of mushroom culture. *Bot. Rev.* **4**: 397-426.
- Litchfield, J. H. 1968. The production of Fungi in "Single cell protein" R. I. Mateles and S. R. Tannebaum (Ed). Mit Press Cambridge Massachusetts and London: 309.
- Park, W. H. 1986. Studies on Enzymes of the Higher Fungi of Korea(I). *Kor. J. Mycol.* **14**(1): 25-30.
- Pegler, D. N. 1983. The genus *Lentinus*: A world monograph London, Her Majesty's stationery office: 182-185.
- Reginald Buller, A. H. 1905. The reactions of the fruit-bodies of *Lentinus lepideus*, Fr, to External stimuli. *Annals of Botany Vol XIX No LXXV*: 428-446.
- Sakamoto, R. Nimi, T. and Takahash, S. 1978. Effect of carbon and nitrogen sources on submerged culture of edible Fungi. *Agri. Chem. Sci. Japan* **52**: 75.
- Schwantes, H. O. 1969. Wirkung Unterschiedlicher Stickstoffkonzentrationen und-verbindungen auf Wachstum Und Fruchtkorperbildung von Pilzen. *Mushroom Science vii*: 257-271.
- Smith, A. H. Smith, H. V. and Weber, N. C. 1979. How to know the gilled mushrooms. Wm, C. Brown. Company publishers Dubugue. Iowa: 107.
- Takama, F. Ishii, H. and Muraki, S. 1984. Flavor Components in Japanese and Korean matsutake *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and their Change during storage. *Nippon. Shokuhin. Kogyo. gakkaiishi.* **31**: 14.
- Tokiomot, K. and Komatsu, M. 1978. The biology and cultivation of edible fungi. 21. Biological nature of *Lentinus edodes*. *Edible Mushroom*, Academic press, New York San Francisco London: 445-459.
- Treschow, N. 1944. Nutrition of the cultivated mushroom Dansk Otanisk Arkiv. **11**: 1-180.
- 今周之世, 本郷次雄 1958. 原色日本菌類圖鑑 (I) 保育社: 13-32.