

## 개암버섯의 菌絲生長에 영향을 미치는 培養條件에 관한 研究

姜安錫\* · 車東烈 · 洪仁杓 · 張炫酉 · 劉勝憲<sup>1</sup>

農村振興廳 農業技術研究所 菌茸科

<sup>1</sup>忠南大學校 農生物學科

## Studies of Cultural Condition on the Mycelial Vegetative Growth in *Naematoloma sublateritium* (Fr.) Karst.

An-Seok Kang, Dong-yeol Cha, In-Pyo Hong  
Hyun-Yoo Chang and Seung-Hun Yu<sup>1</sup>

Agricultural Sciences Institute, RDA, Suwon, Korea

<sup>1</sup>Chungnam National University, Daejeon, Korea

**ABSTRACT:** Effects of some sources on the vegetative growth of *Naematoloma sublateritium* (Fr.) Karst. were investigated using liquid and solid culture media. Temperature, pH, carbohydrates as carbon sources, amino acids as nitrogen sources, the optimal carbon/nitrogen ratio, mineral element and organic acids were studied for good mycelial growth. We could improve a new semisynthetic medium for mycelial growth in *N. sublateritium*.

**KEYWORDS:** *Naematoloma sublateritium*, mycelial growth, temperature, pH, carbon, nitrogen, mineral elements.

### 서 론

개암버섯 *Naematoloma sublateritium* (Fr.) Karst. 은 담자균으로 가을철 활엽수 고목등에서 群生으로 子實體를 형성하는 木材 腐朽菌이다. 맛이 좋고 모양이 밤과 같다고 하여 일본에서는 밤버섯(クリタケ)으로 불린다. 참나무, 오리나무등의 원목재배가 가능하여 기주 범위가 넓기 때문에 資源有效利用面으로 가치 있는 버섯이다. 그러나 골목에 종균을 접종한 뒤부터 자실체 발생이 되기까지 1.5년 이상이 所要되며(大貫, 1985) 菌絲의 영양생장이 다른 버섯균에 비하여 높다. 담자균이 영양생장 및 자실체의 형성에 관여되는 환경요인으로는 光, 溫度, 濕度, 機械的 損傷, 障礙物 등 물리적 요인과 영양 가스, 培地內 수분, 생리활성물질 등 화학적 요인이 있다.

그러나 아직 개암버섯의 생리화학적 특성 해명에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다(Yoshida 등, 1990). 따라서 본 연구는 개암버섯의 인공재배법 개발의 基礎 資料를 얻는 一環으로 균사의 營養生長에 필요한 適合한 條件을 究明하고자 하여 試驗을 실시하여 몇가지 얻어진 결론을 보고하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 供試菌株 및 培養

農業技術研究所 菌茸科에 保存中인 ASI 11010을 사용하여 PDA 배지에 接種하여 25±1℃ 인 恒溫器(Forma Scientific Mod. 3956, USA)에 약 2주간 배양시킨 후 接種源으로 使用하였다.

#### 培養條件究明

##### 1) 培養溫度

\*Corresponding author

菌絲生育에 適合한 溫度를 究明하기 위하여 glucose 10 g, peptone 10 g, yeast extract 10 g을 1000 ml의 증류수에 녹여서 250 ml의 삼각플라스크에 50 ml씩 분주하여 121°C 고압살균한 뒤 0.8 cm의 cork borer를 利用하여 균을 접종하고 15, 20, 25, 30, 35 °C로 조절된 incubator에 넣어 22일간 培養한 뒤 온도별로(各 4반복) 菌體量을 調査하였다.

## 2) pH

Czapek-Dox 배지(NaNO<sub>3</sub> 2.0 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.0 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 5.0 g, KCl 0.5 g, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.1 g, Sucrose 30 g/100 ml·증류수)를 기본배지로 하여 Mclvaine buffer 용액(Citric acid 0.1 M, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.2 M)을 造成하여 水素이온 濃度 測定器로 pH를 각각 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.0으로 조절하여 혼합한 뒤 배양온도와 같은 방법으로 分注, 殺菌, 接種하고 25 °C에서 37일간 배양한 후 pH(각 4반복)별로 菌體量을 調査하였다.

## 3) 培地選抜

영양원 시험의 기본배지를 선발하고자 Table 1의 배지를 공시하여 배양온도와 같은 방법으로 分注, 殺菌, 接種하여 25°C 항온기에서 22일간 배양한 후 菌體量을 比較하였다.

## 4) 炭素源

Table 1의 Synthetic 培地를 基本培地로 하여 炭素源으로 Galactose외 14종(Table 6)을 Carbon 농도로서 0.1 M로 하여 첨가하였고 배지의 pH는 5.5로 조절한 고체 배지를 이용하였다. 이때 처리당 5 반복으로 실시하였으며 배지를 고압살균(121°C)하여 0.8 cm 내경 콜크보러로 접종 후 25°C에서 12일간 배양하여 균사생장과 밀도를 조사하였다.

## 5) 窒素源

기본 배지로는 탄소원 선발과 동일하였으며 질소원인 Ammonium chloride외 7종(Table 7)의 질소원을 20 mM 농도로 조절하였으며 기타는 탄소원 선발 시험과 동일하였다.

## 6) 아미노산 選抜試驗

基本培地는 탄소원 선발시험과 동일하였으며 질소원 대신 Arginine외 16종(Table 8)을 20 mM 농도로 조절 사용하였다. 기타는 炭素源 選抜과 동일하였다.

## 7) 最適 C/N 比 選抜試驗

기본배지는 탄소원 선발 시험과 동일하였고 탄소

원으로 sorbitol, 질소원으로는 KNO<sub>3</sub>로 고정시켜 sorbitol 농도를 1%, 2%, 3%, 4%, 5%로 하고 C/N 비를 Table 9와 같이 조절하면서 KNO<sub>3</sub>를 첨가하였다. 기타는 탄소원 선발시험과 동일하였다.

## 8) 微量要素 濃度選抜

미량 요소의 적정농도를 구명하기 위하여 Table 1의 synthetic 배지에 들어 있는 미량요소들과 MnSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O를 대상으로 하여 Table 10의 농도 범위 내에서 실험을 수행하였다. 이때 기본배지는 synthetic 배지를 사용하였으며 기타방법은 탄소원 선발시험에 준하였다.

## 9) 有機酸 選抜

앞까지 실험에서 얻은 결과를 기초로 하여 Table 2의 비합성 배지를 선발하였다. 이 배지를 기본으로 하여 Acetic acid 등 13가지 유기산을 비교 시험하였다. 기타 방법은 탄소원 선발시험에 준하였다.

## 결과 및 고찰

### 培養溫度

供試菌의 菌絲培養 最適溫度를 調査한 結果 Table 3과 같이 25°C 培養에서 菌絲生育이 가장 양호하였다. 15°C와 35°C에서는 현저히 菌絲生長이 감소되었는데 이는 개암버섯의 菌絲生長은 25°C에서 양호하였다는 大貫(1985)의 결과와 일치하였다.

### pH

菌絲生長에 適合한 最適 pH를 調査한 結果는 Table 4와 같다.

개암버섯의 적정 pH 범위는 5.0-6.0이었다. 버섯 종류별로 最適 pH 범위는 달라서 양송이는 pH 7.5 (Chapuis 등, 1962)이며 느타리는 6.2-6.5(Hashimoto와 Takahashi, 1974), 표고는 4.0-4.53(Leatham, 1983; Song 등 1987), 복령은 4.0이다(洪과 李, 1990).

### 最適培地 選抜

개암버섯의 菌絲生育에 적합한 最適 培地를 選抜하기 위하여 각종 배지에서 菌絲生育을 조사한 결과, Semisynthetic media에서 菌絲生育이 양호하였다 (Table 5). 金等(1988)에 의하면 glucose peptone 培地가 버들송이 菌絲生長에는 適合하였다고 보고 하였으며, 車(1981)에 의하면 *Armillaria mellea*는

**Table 1.** Composition of various media

Nutritional reagents	Medium and composition (g/l)									
	Czapek Dox	Glucose peptone	Malt extract	Malt yeast extract	Glucose tryptone	Synthetic	M.C.M	Hennerberg	Lilly	Modified Lutz
Glucose		10		10	5	20	20	50		
Sucrose	30									
Maltose									10	
peptone		10		5.0		1.0	2.0			
Yeast extract		10		3.0	3.0		2.0			
Malt extract		15	3.0							10
Tryptone					10					
DL-asparagine									2.0	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>										1.0
NaNO <sub>3</sub>	2.0							2.0		
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>						1.0				1.0
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	5.0					0.3	0.5	0.5	0.5	0.1
KCl	0.5									
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.1					0.01				
CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O						1.0				
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O						0.003				
MnSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O										0.025
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O						0.001				
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub>						0.003		1.0		
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>							1.0			
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0						0.5	1.0	1.0	
KNO <sub>3</sub>								2.0		
CaCl <sub>3</sub>								0.1		
Thiamine-HCl						0.01				

\*MCM(Mushroom Complete Medium)

포플라 톱밥배지(M.S.D.S), *Auricularia auricula-judae*는 Modified Hamada 배지(M.H.S) 등이 양호하였다고 보고한 바 버섯 種類에 따라 最適培地가 다름을 알 수 있었다.

**炭素源의 영향**

각종 炭素源이 개암버섯의 菌絲生育에 미치는 효과를 調査한 結果는 Table 6에서 나타난 바와 같다. 多糖類에서는 starch, dextrin이 가장 양호하였고 單糖類로는 sorbitol, d-ribose가 가장 양호한 편이

었다.

洪 等(1987)은 *P. sajor-caju* 배양시 glucose, maltose를 첨가했을 때 trehalose 함량이 많다고 하였고, 洪·康(1983)은 고온성 느타리버섯에서 mannitol, sucrose가 균사생장, 자실체 발생이 양호하였다고 보고하였으며, Hashimoto와 Takahasi(1974)는 느타리에서 mannose, starch가 균사생장이 양호하다고 하였고 金 等(1988)은 버들송이의 경우 starch, inulin, dextrin이 균사생장에 양호하였다고 하여 버섯 종류별로 적합한 炭素源도 다름을 알 수 있다.

**Table 2.** Composition of semisynthetic media

Nutrients	Concentration (g/l·D.W)
Sorbitol	20
KNO <sub>3</sub>	1
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.3
CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.1
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.01
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.003
MnSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.003
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0.003
CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.001
Thiamine-HCl	0.005

\*pH: 5.0-5.5

**Table 3.** Effect of different temperature on mycelial growth of *Naematoloma sublateritium*

Temperature (°C)	Dry weight (mg/50 ml/22 days)
15	97 c*
20	152 b
25	209 a
30	142 bc
35	101 bc

\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

**Table 4.** Effect of different pH on mycelial growth in *Naematoloma sublateritium*

pH	Dry weight (mg/50 ml/37 days)
4.0	69 c*
4.5	77 bc
5.0	112 a
5.5	117 a
6.0	109 a
6.5	105 ab
7.0	114 a
7.5	75 bc
8.0	72 c

\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

**Table 5.** Mycelial growth of *Naematoloma sublateritium* with different culture media

Culture media	pH	Dry weight (mg/50 ml/22 days)
Czapek Dok	4.8	141 ac*
Glucose peptone	6.6	116 be
Malt extract	4.8	67 de
Malt yeast extract	6.4	76 ce
Glucose tryptone	7.1	52 e
synthetic	6.7	200 a
M C M	7.0	149 ab
Hennerberg	4.8	130 bd
Lilly	4.7	102 be
Modified Lutz	7.7	58 e

\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

**Table 6.** Effect of carbon sources on mycelial growth of *Naematoloma sublateritium*

Carbon sources (0.1 M)	colony diameter (mm/12 days)	Mycelial density*
Galactose	28 ef**	+++
Glucose	26 fg	+++
Sorbitol	40 b	+++
Rhamnose	36 c	++
Fructose	22 i	++
D-Ribose	40 b	++
Glycerol	30 de	+++
Manitol	37 d	++
Cellobiose	19 j	++
Lactose	23 hi	++
Raffinose	26 fh	+++
Maltose	32 bc	+++
Sucrose	24 gi	++
Starch	44 a	++
Dextrin	46 a	++

\*+++: good, ++++: compact

\*\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

**窒素源의 영향**

窒素源이 개암버섯 菌絲에 미치는 영향을 조사한

**Table 7.** Effect of inorganic nitrogen sources on mycelial growth of *N. sublateritium*

Nitrogen source (20 mM)	Colony diameter (mm/12 days)
Ammonium chloride	23 cd*
Ammonium nitrate	20 de
Ammonium phosphate	21 e
Ammonium phosphate (dibasic)	19 e
Ammonium sulfate	20 e
Calcium nitrate	25 c
Potassium nitrate	39 a
Sodium nitrate	30 b

\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

결과는 Table 7과 같다.

개암버섯 균사생장에 적합한 無機窒素源으로는 KNO<sub>3</sub>이었다. 합성배지를 만들 때는 유기태 질소를 주로 사용하며 유기태 질소와 무기태 질소의 효과를 비교하기는 어렵다. 무기태 질소의 경우 대체적으로 버섯 균사 생육에는 암모니아태 질소가 질산태 질소보다 유리하나(홍과 강, 1983; 홍 등, 1986; 홍 등, 1987; 김 등, 1988) 개암버섯은 KNO<sub>3</sub>에서 양호한 것이 특징적이었다.

**아미노산류의 영향**

아미노산류가 균사생장에 미치는 영향은 Table 8과 같다.

供試된 아미노산 종류중 균사생장이 가장 양호하였던 것은 asparagine, leucine, phenyl alanine이었으며 glutamine, proline, serine 등도 비교적 양호하였다. 느타리에서는 asparagine, alanine 등이 균사량이 많았다고 보고한 것(홍 등, 1987)과 일치하는 경향이였다. Song *et al.*(1987),은 표고에서는 proline, aspartic acid 등이 좋다고 보고하여 버섯 種類別로 選好하는 아미노산이 다름을 알 수 있다.

**C/N 比의 影響**

균사생장이 양호한 Sorbitol과 KNO<sub>3</sub>의 濃度를 각각 달리 조합하여 C/N 比의 影響을 검토한 바 결과는 Table 9와 같다.

**Table 8.** Effect of amino acids on mycelial growth of *N. sublateritium*

Amino acids (20 mM)	Colony diameter (mm/12 days)
Arginine	0 h
Asparagine	35 a
Asparatic acid	13 f
Cystine	27 d
Glutamine	32 b
Glycine	13 f
Histidine	0 h
Leucine	36 a
Lysine	23 a
Methionine	24 e
Ornithine	29 c
Phenyl alanine	36 a
Proline	33 b
Serine	33 b
Treonine	23 e
Thyrosine	9 g
Valine	30 c

\*\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

**Table 9.** Mycelial growth of *N. sublateritium* at different C:N ratio

Sorbitol Concentration (%)	C:N ratio*					
	5:1	10:1	15:1	20:1	30:1	50:1
1.0	20**	26	35	33	34	34
2.0	21	26	29	29	33	34
3.0	15	21	25	26	29	31
4.0	9	17	21	24	26	29
5.0	7	15	17	19	23	25

\*Nitrogen source (KNO<sub>3</sub>)

\*\*Colony diameter (mm/12 days)

C/N 율이 증가함에 따라서 균사생장량도 增加하는 경향이나 Sorbitol의 濃度가 1,2%일 때가 3% 이상일 경우 때보다 균사생장량이 良好하였고 Sorbitol 濃度를 2%로 했을 때 C:N 비가 50:1에서 양호하였다.

**Table 10.** Concentration of different nutrients necessary for maximum mycelial growth of *N. sublateritium*

Nutrients	Range of nutrient conc. tested (g/l)	Conc. of nutrients for maximum mycelial growth (g/l/12 days)
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0-2.0	0.8
CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0-0.5	0.1
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0-0.1	0.01
Peptone	0-1.0	0
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0-1.0	0.3
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0-0.03	0.003
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0-0.03	0.003
MnSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0-0.03	0.003
CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0-0.01	0.001
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0-0.1	0
Thiamine HCl	0-0.01	0.005

개암버섯은 균사생장이 늦어 炭素源 濃도가 높은 것을 그다지 좋아하지 않는 것으로 생각된다. Song *et al.*(1987),은 표고에서 C/N 비가 30일 경우 균사생장이 良好하다고 하였고 Kawai·Abe(1976)는 송이 균사생장에 알맞는 C/N 비는 20-100이라고 하였는데 이는 본 실험과 거의 유사하였다.

#### 미량 요소 濃度 選拔

培地中の 無機鹽類의 濃도가 개암버섯의 균사생장에 미치는 영향을 검토한 결과를 정리하여 보면 Table 10과 같다.

버섯종류별로 필요로 하는 無機鹽類 형태가 다르고 그 농도가 다르다. 느타리의 경우 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O의 最適濃度는 각각 0.2%, 0.02%이고 (홍과 강, 1983), 잣빛만가닥버섯의 경우는 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>의 최적농도는 각각 0.2, 0.06, 0.01% 였고(홍 등, 1986) Sakamoto 등(1978)은 표고에서 corn steep liquor를 질소원으로 사용했을 때 무기물로서 인산칼슘, 염화아연, 유산 등만 사용해도 충분하다고 하였다. 반면에 개암버섯은 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O의 최적농도는 각각 0.08%, 0.03%, 0.01%로 낮은 경향을 보였다.

**Table 11.** Mycelial growth of *N. sublateritium* on non-synthetic media with different organic acids

Organic acids (10 ppm)	Colony diameter (mm/12 days)
Acetic acid	39.8 d**
Citric acid	42.5 bd
Fumaric acid	44.8 a
Lactic acid	41.3 ce
Maleic acid	44.8 a
Oxalic acid	43.0 ad
Propionic acid	24.8 f
Succinic acid	42.5 bd
Tartaric acid	45.0 a
Silicic acid	41.0 de
Malonic acid	43.3 ac
Tannic acid	40.3 e
Gallic acid	44.5 ab
Control	43.0 ad

\*\*The different letters differ significantly (P=0.05) according to Duncan's new multiple range test.

#### 有機酸類의 영향

각종 유기산을 Table 2와 같이 조성된 배지(탄소원, 질소원이 포함됨)에 첨가하여 균사체 생장에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 11과 같다. 무처리에 비해 Fumaric, Maleic, Tartaric, Gallic acid 등이 양호하였다. 이는 Ishikawa(1967), 金等(1988)의 결과와 일치하는 경향이였다.

#### 적 요

새로운 식용버섯 자원인 개암버섯(*N. sublateritium*)의 균사생장에 관한 배양적 조건을 구명하고자 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 균사배양에 적합한 온도 및 pH는 각각 25°C, 5.0-6.0의 범위였다.
2. 균사배양시 양호한 탄소원으로서 단당류는 sorbitol, d-ribose 다당류는 starch, inulin, dextrin 등이 있다.
3. 질소원으로 양호한 것은 무기태 질소인 질산

칼슘, 암모니아태 질소인 asparagine, leucine, phenylalanine 등이었다.

4. 탄소원인 sorbitol 농도를 1-2%로 고정했을 때 적합한 C/N 비는 50이었고 질소원 농도가 높아질 수록 균사생장은 부진하였다.

5. 개암버섯 균사생장에 필요한 무기염류는 비교적 다양하였고  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 의 최적농도는 각각 0.08%, 0.03%, 0.01%로 낮은 경향이였다.

6. 유기산으로 양호한 것은 fumaric, maleic, tartaric, gallic acid 등이었다.

### 參考文獻

- G. Chapuis. and Courtieu, P. 1962. Le Gobetage dans les Cultures de Champignons de Couche. *Mushroom Sci.* **1**: 85-86.
- 車東烈. 1981. 野生食用버섯의 人工栽培 檢討(II). 韓菌誌 **9**(3): 123-128.
- Gary, F. Leatham. 1983. A Chemically Defined Medium For the Fruiting of *Lentinus edodes*. *Mycologia* **75**(5): 905-908.
- 洪仁杓, 李每雄. 1990. 茯苓(*Poria cocos*)의 培養學的特性에 관한 研究. 韓菌誌 **18**(1): 42-49.
- 洪載植, 康貴煥. 1983. 合成培地를 利用한 高溫性 느타리버섯의 子實體 形成에 관한 研究. 韓菌誌 **11**(3): 121-128.
- 洪載植, 李址烈, 金明淑, 金東翰. 1986. *Lyophyllum decastes*의 深部培養에 의한 菌體 生産에 관한 研究. 韓菌誌 **14**(2): 131-139.
- 洪載植, 尹世億, 金英秀, 李種培. 1987. 느타리균의 Trehalose 합성(I) 培養條件. 韓菌誌 **15**(2): 108-115.
- H. Ishikawa. 1967. Physiological and ecological studies on *Lentinus edodes*(Berk) Sing. *J. Agri. Lab(Japan)* **8**: 1-57.
- Kazuya Hashimoto and zenjiro Takahashi. 1974. Studies on the Growth of *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom science IX*: 585-593.
- 金漢慶, 朴貞植, 金養覺, 車東烈, 朴容煥. 1988. 버들송이의 菌絲生長 條件에 관한 研究. 農試論文集 **30**(3): 141-150.
- Masanobu Kawai and Shigeo Abe. 1976. 송이의 영양생장에 미치는 C源과 N源의 영향. 日菌報 **17**: 159-167.
- 大貫敬二著 1985. 구리다께(야정미를 돋우는 재배법) 농산어촌 문화협회.
- Reijichiro Sakamoto, Takeshi Niimi and Shyonosuke Takahashi. 1978. Effect of Carbon and Nitrogen Sources and Submerged Culture of Edible Fungi (Studies on Submerged Culture of Edible Fungi Part I). 日·農化學誌 **52**(2): 75-81.
- C. H. Song, K. Y. Cho and N. G. Nair. 1987. A Synthetic Medium For the Production of Submerged Cultures of *Lentinus edodes*. *Mycol.* **79**(6): 866-876.
- Hiroshi Yoshida, Suseki Fujimoto and Junzo Hayashi. 1990. Effects of Carbon and Nitrogen Sources on the Vegetative Growth of Kuritake Mushroom(*Naematoloma sublateritium*). 日·食品工業化學誌 **37**(9): 695-701.