

擔子菌에 관한 研究(I)

高温性 양송이와 느타리의 菌絲 生育에 관하여

洪 載 植 · 李 甲 湘* · 崔 東 晟**

全北大學校 農科大學 農化學科, 圓光大學校 農科大學 農化學科*, 紀全女子專門大學 食品製造科**

Studies on Basidiomycetes(I)

On the Mycelial Growth of *Agaricus bitorquis* and *Pleurotus ostreatus*

Jae Sik Hong, Kap Sang Lee* and Dong Sung Choi**

Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Jeonbuk National University, Jeon-ju 520, Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Wonkwang University*, Iri 510 and Department of Food Technology, Kijeon Women's Junior College**, Jeon-ju 520, Korea

Abstract: The mycelial growth of *Agaricus bitorquis* and *Pleurotus ostreatus* in synthetic media were carried out by ordinary methods. The optimum pH and temperature for mycelial growth were from pH 6.0 to 6.5 and 25 to 30°C, and from pH 5.0 to 6.5 and 25°C in *A. bitorquis* and *P. ostreatus*, respectively. Among the carbon and nitrogen sources, glucose, starch, and peptone showed the good result for the mycelial growth of *A. bitorquis*, and glucose, fructose, starch and peptone were good for the mycelial growth of *P. ostreatus*. The yield of mycelium decreased under lower or higher C/N ratio. Also, at the same C/N ratio, the higher the concentration of glucose and peptone, the more the yield was increased. Among various vitamins thiamine, Ca-pantothenate and folic acid were suitable for the mycelial growth of *A. bitorquis*, and thiamine, folic acid and inositol for the mycelial growth of *P. ostreatus*. Although pH, total nitrogen and glucose contents of media decreased gradually during culture period the yield of mycelium increased.

緒 論

옛부터 우리나라에서는 擔子菌類를 이용한 버섯栽培가 林産業의 중요한 一部門을 차지하고 있었으나, 요즘의 버섯栽培는 農家の 所得增大를 가져오는 중요한 輸出作物로서 우리나라 全域에 보급되어 매우 活潑하게栽培되고 있다.

Humfeld와 Sugihara(1952)는 K와 Ca가 양송이 菌絲生育에 効果的이라고 報告한 바 있고, Fraser(1956)는 酵母汁과 casein加水分解物이 양송이 菌의 生育을 促進한다고 報告한 바 있으며, 杉森 등(1971)은 非炭水化合物을 炭素源으로 했을때의 擔子菌의 菌絲生育과 子實

體形成에 미치는 影響을, Kostadinov등(1972)은 擔子菌의 深部培養에 관해 研究報告한바 있다.

버섯栽培에서는 種菌, 培地造成 및 病蟲害등의 要因도 중요하지만 버섯 菌의 生理的特性에 대한 實驗도 이에 못지 않게 중요하다고 보는데 현재 擔子菌類중에서 人工栽培가 가능한 대표적인 버섯은 양송이, 표고 및 느타리버섯 등으로 生産方法이 표고는 自然栽培에 가까운 原木栽培, 양송이와 느타리버섯은 栽培舍내에서 벗질栽培를 하고 있어 그의 生理的特性에 대한 體系的인 研究가 잘 이루어져 있지 않은 상태이다.

著者들은 栽培時期의 임의조정이 가능하고, 벗질을 利用하여 栽培하는 양송이와 느타리버섯 菌을 合成培地에 培養하여 菌絲生育을 實驗하였으며, 그 結果를 얻

있기에 報告하는 바이다.

實驗 材料 및 方法

1. 供試菌株

全北大學校 農科大學 醱酵微生物室에 보관하고 있는 高溫性양송이 [*Agaricus bitorquis*(Quél.) Sacc.]와 느타리 [*Pleurotus ostreatus*(Fr.) Kummer]를 供試菌株로 使用하였다.

2. 培 地

1) 炭素源

Table I의 基本培地에서 maltose대신 Table IV와 같은 糖類를 2%가하고, 培地의 pH는 pH比較實驗을 爲의하고는 모두 6.0으로 조성하여 250ml容 삼각플라스 크에 25ml씩 넣어 殺菌하였고 兩菌株의 生育이 양호한 glucose는 0.5~4%되게 가하여 調製하였다.

Table I. Composition of the basal medium

Maltose	10g
Peptone	2g
KH ₂ PO ₄	1g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.2g
Thiamine	500μg
Distilled water	1,000ml
pH	6.0

2) 窒素源

基本培地에 炭素源으로서 glucose를 2%가하고 Table VI과 같은 窒素源을 窒素量이 0.026%되게 가하여 調製하였다.

3) C/N率

基本培地에서 glucose濃度를 0.5, 1, 2, 4%로 하고 peptone의 濃度를 0.08, 0.16, 0.32, 0.48%로 각각 組合하여 調製하였다.

4) Vitamin

基本培地의 炭素源을 glucose 2%, 窒素源을 peptone 0.2%로 하고 각종 vitamin을 Table VII의 濃度로 가하였다.

5) 無機鹽類

4)의 培地에서 thiamine을 50μg%로 가한 다음 KH₂PO₄ 0.1%, MgSO₄ 0.02%로 하고 無機鹽類를 Table VIII의 濃度로 가하였다.

3. 培養方法

基本培地의 페트리접시평면에 미리 10일간 前培養한 培養物을 直徑 7mm의 殺菌코르크 보-러로寒天培地上的 菌絲를 punching하여 이들 disk를 前記培地에 옮겨 고온성 양송이 (*A. bitorquis*)는 30°C에서 12, 15일간, 느타리 (*P. ostreatus*)는 25°C에서 9, 12일간 培養하였고, C/N率 實驗은 *A. bitorquis*는 12일, *P. ostreatus*는 9일간 培養하여 菌絲量을 定量하였다.

4. 分析方法

1) 菌絲의 定量

菌絲를 培養濾液으로부터 濾過하여 3회水洗하여 80°C에서 乾燥後 秤量하였다.

2) pH, 總窒素, 還元糖

常法에 의하여 定量하였다. (京都大學, 1957).

結果 및 考察

1. 培地pH와 菌絲生育

菌絲生育에 미치는 培地 pH의 影響을 調查하기 위하

Table II. Effect of initial pH on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>Agaricus bitorquis</i>				<i>Pleurotus ostreatus</i>			
	12		15		9		12	
	Final pH	Produced mycelium	Final pH	Produced mycelium	Final pH	Produced mycelium	Final pH	Produced mycelium
4.5	4.4	53.5	4.4	67.5	4.3	77.5	4.2	89.0
5.0	4.9	75.5	4.8	97.5	4.5	124.5	4.4	132.5
5.5	5.4	84.5	5.2	100.8	4.8	128.5	4.6	136.1
6.0	5.8	85.5	5.6	106.4	5.5	130.0	5.0	141.2
6.5	6.2	87.0	6.0	111.0	5.8	128.5	5.6	137.8
7.0	6.4	79.5	6.2	99.0	6.1	126.0	5.8	132.4
7.5	6.5	70.5	6.3	80.0	6.2	120.5	5.8	125.1

여 培地의 初發 pH를 4.5~7.5로 조정하여 檢討한 結果는 Table II와 같다.

Table II와 같이 兩菌株가 모두 각 pH에서 生育 할 수 있었고 이중에서도 *P. ostreatus*가 菌絲生育이 旺盛하였다. *A. bitorquis*의 경우는 pH 6.0~6.5에서 菌絲生育이 가장 양호하였고 *P. ostreatus*는 이보다 pH範圍가 넓어 5.0~6.5에서 양호하였으며 이 범위를 벗어나면 菌絲重量이 점차로 감소되었는데 이와같은 減少는 中性側보다는 酸性側이 더 심하였다.

培養이 끝난후 培養液의 pH는 兩菌株가 生育中에 發生한 有機酸에 의하여 培地의 初發 pH보다 다소 떨어지는 傾向이었는데(Shimazono, 1955) 이는 酸性側에서 보다는 中性側에서 *A. bitorquis* 보다는 *P. ostreatus*가 더 심하였다. Kinugawa와 Furukawa(1965)는 *Collybia velutipes*의 生育 pH는 5.2~5.8이라고 報告한 바 있고 Barnett와 Lilly(1956)는 *Choanephora cucurbitarum*의 生育 pH 범위가 대략 4.5~8.5라 한 것과는 다소 差異가 있었다.

2. 培養溫度와 菌絲生育

培養溫度를 20~35°C로 하여 菌絲生育을 檢討한 結果는 Table III과 같다.

Table III. Effect of cultural temperature on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>A. bitorquis</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	12	15	9	12
Temperature				
20°C	67.5	93.0	93.5	99.1
25	83.6	99.7	130.0	141.2
30	85.5	106.4	100.7	105.2
35	75.0	80.2	58.5	61.4

Table III과 같이 *A. bitorquis*의 경우는 25~30°C에서 菌絲生育이 旺盛하였으나 *P. ostreatus*는 25°C에서 良好하였는데 이는 *A. bitorquis*가 비교적 溫度가 높은 季節에 栽培가 가능한 菌株이기 때문인 것으로 생각된다. 또 兩菌株 모두 20°C에서는 菌絲繁殖이 늦은 傾向이 있었고 35°C에서는 더 늦을 뿐만이 아니라 菌絲가 부분적으로 變色되었다.

北本와 葛西(1968, a)는 *Favolus arcularius*의 菌絲生育의 最適溫度는 25~30°C라한 報告와 本實驗菌株 *A. bitorquis*의 生育適溫과는 잘 일치되었다.

3. 炭素源과 菌絲生育

基本培地의 maltose대신에 各種 炭素源을 사용했을

Table IV. Effect of carbon sources on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>A. bitorquis</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	12	15	9	12
Carbon sources				
None	17.4	21.6	27.0	35.5
Arabinose	33.7	43.4	38.9	49.2
Xylose	35.4	43.2	56.2	68.7
Fructose	42.3	50.6	117.3	130.7
Galactose	47.2	54.7	67.3	83.7
Glucose	85.5	106.4	130.0	141.2
Mannose	64.6	88.4	94.5	118.2
Lactose	32.6	40.4	35.6	40.7
Maltose	69.1	80.3	95.6	120.2
Sucrose	63.8	87.5	70.2	90.6
Soluble starch	81.7	96.8	119.0	132.1
Mannitol	68.9	82.4	87.5	101.2

때의 菌絲生育에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Table IV와 같다.

Table IV와 같이 兩菌株 모두 광범위하게 炭素源을 이용할 수 있고 또 동일 炭素源에서도 *P. ostreatus*가 일반적으로 더 菌絲生育이 旺盛하였다. *A. bitorquis*에서는 glucose와 starch가 가장 優秀한 炭素源이라 할 수 있고, 또한 mannose와 sucrose에 對한 生育速度는 glucose와 starch보다는 늦으나 비교적 좋은 炭素源이라 할 수 있으며, *P. ostreatus*는 glucose, fructose 및 starch에서 菌絲生育이 가장 良好하였고 그다음 適當한 것이 mannose와 maltose이며 arabinose와 lactose가 不良하였는데 이중에서도 lactose가 더 不良하였다. 그리고 基本炭素源의 欠乏狀態에서는 菌絲가 培地表面에 매우 얇게 퍼져 生育이 매우 貧弱하였다.

Yusef와 Allam(1967)은 *Chaetomium* sp., *Myrothecium verrucaria*, *Pestalotia gracilis* 및 *P. ostreatus*를 液體培養했을때 여러 炭素源중에서 L-arabinose와 dextrin이 菌絲生育에 良好하다는 報告와 本實驗 結果와는 상반되었는데 이는 培養條件의 差異에 있는 것으로 생각된다. 北本와 葛西(1968, a)의 *Favolus arcularius*實驗에서 sucrose, maltose, cellulose 및 starch는 菌絲生育에 適當하나 lactose는 不適하다고 한 것과는 부분적으로 類似點이 있었는데 이들 炭素源間의 利用程度의 差異는 주로 基質利用의 難易에 의한 것으로 생각된다

4. 炭素源濃度の 影響

炭素源중에서 菌絲生育이 良好한 glucose를 0.5~4% 濃度로 添加하여 培養한 結果는 Table V와 같다.

菌絲量은 炭水化合物 濃度의 增加에 따라 초기에는 약간 不振한 값이 있으나 培養期間이 경과함에 따라 炭水化合物 濃度의 增加와 함께 菌絲量이 점차로 增加되었다.

Table V. Effect of glucose concentrations on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>A. bitorquis</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	12	15	9	12
Period(days)				
Glucose conc.(%)				
0	17.4	21.6	27.0	35.8
0.5	45.6	64.9	80.2	92.8
1	69.7	87.8	109.5	126.4
2	85.5	106.4	130.0	141.2
4	110.1	129.2	163.7	175.4

5. 窒素源과 菌絲生育

基本培地의 peptone 대신에 여러가지 窒素源을 사용했을때의 影響을 檢討한 結果는 Table VI과 같다.

Table VI. Effect of nitrogen sources on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>A. bitorquis</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	12	15	9	12
Period(days)				
Nitrogen sources				
None	20.1	24.4	29.7	39.4
Peptone	85.5	106.4	130.0	141.2
Asparagine	85.0	92.4	75.6	90.4
Na-glutamate	68.0	80.5	80.1	93.7
Urea	79.8	86.7	117.2	130.6
NH ₄ NO ₃	45.7	57.0	87.3	101.2
(NH ₄) ₂ SO	44.5	53.2	69.4	86.2
(NH ₄) ₂ HPO ₄	57.9	68.5	92.1	112.4
KNO ₃	37.5	44.3	49.7	64.0
NaNO ₃	41.7	46.2	50.3	68.5
Ca(NO ₃) ₂	34.5	42.7	45.1	62.6

Table VI과 같이 兩菌株 모두 窒酸態窒素는 암모니아態窒素보다 일반적으로 菌絲生育이 높고 貧弱하였으며, peptone은 兩菌株에서 가장 良好한 窒素源이었

고 그 다음으로 良好한 窒素源은 *A. bitorquis*에서 asparagine과 urea, *P. ostreatus*에서는 urea이었다. 小川(1966)은 산송이의 營養要求性에서 암모니아態窒素와 amino酸은 대개 이용하나 窒酸態窒素와 亞窒酸態窒素는 잘 이용하지 못한다고 報告하였고 Yusef와 Allam(1967)은 (NH₄)₂SO₄에서 *Myrothecium verrucaria*와 *Nigrospora oryzae*는 生育이 貧弱하나 urea에서는 *Chaetomium* sp.와 *Pestalotia gracilis*의 生育이 有機態窒素보다 우수하다고 報告한 것과는 本實驗菌株와 部分的으로 類似하였다.

6. C/N率의 影響

菌絲生育이 良好한 glucose와 peptone의 濃度를 각각 달리 組合하여 C/N率의 影響을 檢討한 結果는 Fig. 1, 2와 같다.

Fig. 1, 2와 같이 동일濃度의 peptone에서 glucose濃度의 增加로 C/N率이 어느 정도 높아짐에 따라 菌絲

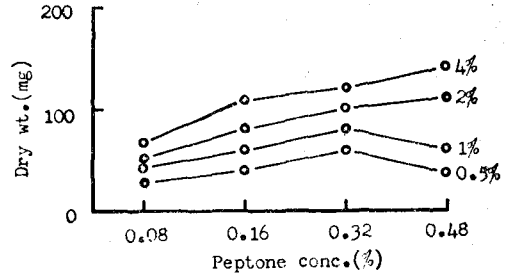


Fig. 1. Effect of ratio of glucose and peptone on the mycelial growth of *Agaricus bitorquis*

Glucose 0.5% (0.199) Peptone 0.08% (0.010)
 1 (0.398) 0.16 (0.021)
 2 (0.796) 0.32 (0.042)
 4 (1.592) 0.48 (0.062)
 (): percentage of carbon or nitrogen

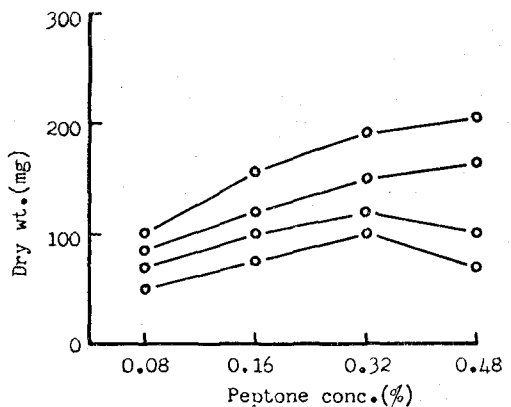


Fig. 2. Effect of ratio of glucose and peptone on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*

량이 점진적으로 증가의 추세를 보였으나 C/N율이 너무 낮거나 높으면 오히려 菌絲量이 減少하였고 C/N율이 높을 때보다는 낮을때가 더 심하였다. 동일 C/N율에서는 glucose와 peptone의 濃도가 높은 편이 菌絲량이 증가되는 경향이였다. glucose 0.5%와 1%에서는 peptone 0.32%에서 菌絲量이 많았고 glucose 2%와 4%에서는 peptone濃도의 증가에 따라 菌絲量이 증가 추세를 보였다.

7. Vitamin類의 影響

vitamin類가 菌絲生育에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Table VII과 같다.

Table VII. Effect of vitamins on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>A. bitorquis</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	12	15	9	12
Period(days)				
Vitamins conc.(mg/l)				
None	40.3	52.3	86.2	97.1
Biotin 0.01	44.1	53.7	94.0	103.0
Folic acid 0.03	89.3	112.2	119.2	134.5
Inositol 3	43.2	54.1	126.4	138.9
Niacin 0.3	67.2	89.4	92.5	99.0
Ca-pantothenate 0.3	84.6	105.8	93.5	108.5
Pyridoxine 0.3	45.4	52.7	91.5	105.5
Riboflavin 0.3	40.6	52.9	98.0	100.5
Thiamine 0.5	85.5	106.4	130.0	141.2

Table VII과 같이 *A. bitorquis* 경우는 folic acid, Ca-pantothenate, thiamine의 添加가 菌絲生育에 현저한 促進效果가 있었고 niacin도 다소 促進되었으나 그 밖의 vitamin은 對照區와 거의 비슷하였다. *P. ostreatus*는 thiamine, folic acid, inositol에서는 促進效果가 컸으나 그 밖의 vitamin은 對照區와 별 차이가 없었다.

廣江와 生田(1960)은 *Lentinus edodes*(Berk) Singer에서 oryzanin의 主成分인 vitaminB₁이 發育에 필요하

다고 報告하였고 北本와 葛西(1968, a)는 *Favolus arcularius*에 thiamine添加로 菌絲生育이 현저하게 촉진되었으며 inositol과 Ca-pantothenate도 促進效果가 있다고 하였는데 本實驗 結果는 이들의 實驗結果와 거의 비슷한 경향이였다.

8. 無機鹽類의 影響

無機鹽類가 菌絲生育에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Table VIII과 같다.

Table VIII. Effect of inorganic salts on the mycelial growth (mg/25ml)

Strains	<i>A. bitorquis</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	12	15	9	12
Period(days)				
Inorg. salts conc.(mg/l)				
None	85.5	106.4	130.0	141.2
CaCl ₂ ·H ₂ O 0.3	48.7	107.2	132.4	146.3
CuSO ₄ ·5H ₂ O 0.1	72.6	90.3	126.8	138.2
FeSO ₄ ·7H ₂ O 0.3	83.9	106.2	116.3	125.7
MnSO ₄ ·5H ₂ O 0.1	87.6	108.2	131.6	143.2
ZnSO ₄ ·7H ₂ O 0.1	86.1	107.0	130.2	140.8

Table VIII과 같이 *A. bitorquis*에서는 CuSO₄, *P. ostreatus*에서는 FeSO₄의 添加로 菌絲生育에 상당한 減少現象을 보였으나 그 밖의 無機鹽類는 對照區와 별 차이가 없었다.

北本와 葛西(1968, b)는 *Favolus arcularius*에서 KH₂PO₄ 添加濃度 0.03~0.3%에서는 菌絲와 子實體生育이 비례적으로 增加한다고 報告하였고 廣江와 生田(1967)은 *Lentinus edodes* (Berk) Singer에서 P와 K가 缺乏되면 生育에 지장이 크다고 하였으며 Casselton(1966)은 *Coprinus lagopus*에서 MgSO₄의 濃도가 2×10⁻⁵M 이하에서 生育이 阻害된다는 報告와 本實驗結果와는 類似點이 많았다.

9. 培養期間중 培地의 成分變化

培養期間중 培地의 pH值, 總窒素, glucose 및 菌絲

Table IX. Changes in mycelial growth and pH, total nitrogen and glucose contents of medium during culture period (mg/100ml)

Strains	<i>Agaricus bitorquis</i>					<i>Pleurotus ostreatus</i>			
	0	9	12	15	18	6	9	12	15
Period(days)									
Mycelial growth	0	165.6	342.0	425.6	476.8	318.0	520.0	564.8	638.8
pH	6.0	5.8	5.7	5.6	5.5	5.7	5.4	5.0	4.9
Total nitrogen	26.7	23.1	16.5	12.4	9.1	19.5	8.6	5.9	4.7
Glucose	2,028	1,724	1,090	780	562	1,281	467	254	150

량의 變化를 보면 Table IX와 같다.

Table IX와 같이 培養期間이 경과함에 따라 兩菌株의 菌絲量은 정도의 차이는 있으나 *A. bitorquis*는 9일부터 15일, *P. ostreatus*는 6일부터 9일까지 급격한 증가를 보였으나 그 이후부터는 완만하게 증가되었고 pH는 점진적으로 감소되어 培養終了時에는 *A. bitorquis*는 pH 5.5, *P. ostreatus*에서는 pH 4.9이었다.

glucose와 總窒素는 *A. bitorquis*는 9일에서 12일, *P. ostreatus*는 6일에서 9일 사이에 급격한 감소현상을 보였고 그 이후부터는 서서히 감소되었다. 이 結果로 보면 兩菌株의 生育은 glucose와 總窒素의 감소와 밀접한 관계가 있으며, *A. bitorquis*가 *P. ostreatus*보다 生育이 높음을 알 수 있었다.

摘 要

合成培地에서 고온성양송이 (*Agaricus bitorquis*)와 느타리(*Pleurotus ostreatus*)의 菌絲生育을 實驗한 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 菌絲生育의 最適 pH와 溫度는 *A. bitorquis* 경우 pH 6.0~6.5, 溫度는 25~30°C, *P. ostreatus*는 pH 5.0~6.5, 溫度는 25°C이었다.

2. 菌絲生育이 良好한 炭素源과 窒素源은 *A. bitorquis* 경우 glucose, starch와 peptone이었고 *P. ostreatus*는 glucose, fructose, starch와 peptone이었다.

3. C/N率이 너무 낮거나 높으면 오히려 菌絲收率이 減少하였고 동일 C/N率에서는 glucose와 peptone의 濃度가 높은 편이 菌絲收率이 높았다.

4. 菌絲生育이 良好한 vitamin은 *A. bitorquis* 경우 thiamine, Ca-pantothenate, folic acid이었고 *P. ostreatus*는 thiamine, folic acid, inositol이었다.

5. 培地의 成分은 培養期間의 경과에 따라 pH, 總窒素 glucose는 점진적으로 감소되었고 菌絲收率은 이와 반대로 증가되었다.

參 考 文 獻

Barnett, H.L. and Lilly, V.G. (1956): Factors affecting the production of zygospores by *Choanephora cucurbitarum*, *Mycologia* 48:617~627.

Casselton, L.A. and Casselton, P.J. (1966): Control of fruiting of *Coprinus lagopus* on certain synthetic media, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 49(4):579~581.
Fraser, I.M. (1956): The growth promptive effect of several amino acids on the common cultivated mushroom, *Mushroom Sci.* 3:190.
Humfeld, H. and Sugihara, F. (1952): The nutrient requirements of *Agaricus campestris* grown in submerged culture, *Mycologia* 44:605~620.
Kinugawa, K. and Furugawa, H. (1965): The fruit body formation in *Collybia velutipes* induced by the lower temperature treatment on short duration, *Bot. Mag. (Tokyo)*. 78:240~244.
Kostadinov, I., Torev, A. and Rantcheva, Tz. (1972): Some aspects of the production of *Pleurotus ostreatus* Fr., *Mushroom Sci.* 8:253~256.
Shimazono, H. (1955): Oxalic acid decarboxylase, a new enzyme the mycelium of wood destroying fungi, *J. Biochem.* 42:321~340.
Yusef, H.M. and Allam, M.E. (1967): The carbon and nitrogen nutrition of certain fungi, *Can. J. Microbiol.* 13:1097~1106.
廣江勇, 生田治郎 (1960): シイタケの生理學的並に生態學的研究(第4報) 營養生理學的研究 (I), *Trans. Tottori Soc. Agr. Sci.* 12:7~12.
京都大學 農學部 農藥化學教室 (1957): 農藝化學實驗書 2卷 :515.
北本豊, 葛西善三郎 (1968, a): 合成培地におけるアミスギタケの子實體形成, *日農化* 42:255~259.
北本豊, 葛西善三郎 (1968, b): アミスギタケの子實體形成における榮養環境の影響, *日農化* 42:260~266.
杉森恒武, 大山儀朗, 大直妙子 (1971): 擔子菌に関する研究 第1報) 擔子菌における非炭水化物より菌絲體および子實體の生産, *日農工誌* 49:435~446.
小川眞 (1966): マツタケの生活, *化學と生物* 4:450~458.
洪載植 (1978): 느타리버섯의 生理化學的 性質 및 栽培에 관한 研究, *한국농화지* 21:150~184.

<Received February 28, 1981>