

양송이 菌絲 生長과 子實體 收量에 미치는 몇가지 環境要因의 影響

車 東 烈·朴 鍾 聲*·申 寬 澈*
農村振興廳 農業技術研究所·忠南大學校 農科大學*

Effects of Some Environmental Factors on the Mycelial Growth and Mushroom Yield of *Agaricus bisporus*

Dong Yeul Cha, Jong Seong Park* and Gwan Chull Shin*

*Institute of Agricultural Sciences, Office of Rural Development, Suweon 170
and College of Agriculture, Chungnam National University,* Dae-jeon 300, Korea*

Abstract: Attempts were made to investigate the effects of the temperature and carbon dioxide concentration in the growing room and soil moisture after casing on the mycelial growth, sporophore formation and mushroom yield of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing.

The growing room temperature influenced the mycelial growth in the casing layer after casing and the sporophore formation of *Agaricus bisporus*. The mycelial growth was the rapidest at 30°C and gradually decreased with the temperature going down, while the sporophore formation and mushroom yield were the best at 25°C. The other factor which affected the mycelial growth and sporophore formation was the moisture content of casing soil. The mycelial growth was the best at 70 percent moisture, and the sporophore formation and mushroom yields were the highest at 60 percent moisture. The concentration of carbon dioxide in the growing room after casing had an important effect upon the mycelial growth in the casing layer and the sporophore formation. When the concentration of carbon dioxide was 0.16 percent, the mycelial growth and the sporophore formation were not inhibited. At 0.5 to 2.0 percent CO₂ the mycelial growth and the sporophore formation were severely decreased. The sporophore size of the mushroom was the maximum when the room temperature during the vegetative mycelium growth was 20°C and the moisture content of casing soil was 70 percent.

緒 論

양송이 [*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.]는 堆肥培地の 水分含量 68~72%, 溫度 24°C, 適當量의 CO₂下에서 生長이 良好하다. (Treschow 1944; Long 및 Jacobs 1969; Atkins 1974). 溫度, 水分, CO₂等 栽培室內의 環境이 適合한 範圍에 있을 때 양송이 菌絲는 營養生長을 繼續하는 性質이 있으며 生殖生長段階로의 轉換即子實體의 形成에는 環境의 變化를 要求한다. 양송이 子實體의 形成은 堆肥培地 및 覆土層에서의 菌絲의 營

養生에 이어서 覆土表面菌絲에서의 原基形成 및 子實體發育의 諸段階를 經過하는데 原基의 形成에는 *Pseudomonas putida*, *Bacillus* sp. *Streptomyces* sp.等 細菌의 代謝產物이 關與하며 (Eger 1962; Urayama 1967; Hume 및 Hayes 1972) 이때 栽培室溫度는 24~25.5°C에서 15.5°C까지 降下시키고 濕度를 94%로, CO₂濃度를 104~1,000ppm으로 調節하는 것이 必要하다 (Eger 1962; Tschierpe 1959; Atkins 1974) 양송이 子實體形成 및 經濟의 버섯生産에 알맞는 室內溫度는 研究者에 따라 多少差異가 있으나 覆土後 처음 1~2週間은 20~24°C로 하고 覆土層에 營養菌絲가 充分히

生長하면 15~18°C로 降下시킨다(Rasmussen 1964; Atkins 1974). 溫度降下方法은 Rasmussen(1964)은 3~6日에 서서히, Sinden(1972)은 急降下를 주장하였다.

양송이 子實體形成에 알맞는 覆土層의 水分含量은 Reeve(1959)는 圃場容水量的 65~85%라 하였고 Kindt(1968)는 50% 以下일 때 子實體收量 減少 및 個體重 이 低下함을 報告하였다. CO₂는 양송이 子實體의 形成과 生長에 큰 影響을 미치는 데 Eger(1962)에 依하던 子實體의 形成은 CO₂濃도가 340~1,000ppm일 때 좋다고 하였으나 Kindt(1968)는 그보다 더 높은 濃도가 必要하다고 하였고 Tschierpe(1959)는 堆肥培地內의 高濃도와 覆土層의 低濃도로 因한 濃度差가 子實體形成을 促進한다고 하였다.

양송이 子實體의 形成과 그 後의 生長에 미치는 溫濕度 및 CO₂濃度等 主要環境에 關하여는 研究者에 따라 多少 差異가 있는 報告를 하였다. 本研究은 韓國에서 벗짚培地와 堆肥培地를 覆土로 使用하여 세멘트二重 부르크벽 栽培실에서 양송이를 栽培할 때 몇가지 環境 要因의 適正範圍를 究明하고자 實施한 것이다.

材料 및 方法

양송이 栽培用 培地는 벗짚을 材料로 野外堆種과 後 醱酵을 實施하여 製造하였고 白色系統인 505號의 穀粒 種菌을 5lbs/3.3m² 接種하여 25°C 內外에서 2週間 菌絲를 生長시킨後 覆土하였다.

覆土는 水原近郊의 草地 表面 30cm에서 採取한 堆壤土를 材料로 使用하였는데 clay 41, silt 34, sand 35%, OM 0.9%, CEC 8me/100g程度였다. 供試土壤은 微細하게 粉碎한후 消石灰로서 pH 8.0으로 調節하여 80°C에서 1時間 蒸氣消毒하였다.

양송이 菌絲生長은 肉眼으로 目測하여 微, 少, 中, 多로 記錄하였고 子實體收量은 採取한 버섯의 根部를 除去한 生體重量으로 하였으며 個體重量은 子實體收量을 버섯發生數로 나누어 計算하였다. 覆土中의 微生物數는 細菌은 nutrient agar, 絲狀菌과 放線菌은 로스벵 갈 培地를 使用하여 稀釋平板培養法으로 調査하였다.

1. 覆土後의 溫度가 양송이 菌絲生長과 子實體收量에 미치는 影響

木材箱子(0.275m²)에 벗짚培地를 넣어 菌絲를 生長시킨후 覆土材料를 3cm 두께로 被覆하고 各各 15, 20, 25, 30°C 및 15~30°C變溫으로 調節된 5個의 栽培室에 8反覆로 넣어서 7日間 維持한 다음 한개의 栽培室로 옮겨서 첫灌水를 實施하고 50日間 栽培하여 收量을

調査하였다.

2. 覆土의 水分含量이 覆土層의 菌絲生長 및 子實體發生數와 收量에 미치는 影響

堆壤土를 材料로 調節한 覆土를 水分含量 40, 50, 60, 70, 80%로 調節하여 木材栽培箱子에 3cm 두께로 被覆하여 23~25°C에서 7日間 菌絲를 生長시킨후 栽培室溫度를 16°C 內外로 降下하고 灌水 및 換氣를 實施하여 子實體를 形成시켜 50日間 栽培하였다.

3. CO₂濃도가 覆土層의 菌絲生長 및 子實體收量에 미치는 影響

木材箱子에 벗짚培地를 넣어 菌絲를 生長시킨후 그 위에 覆土材料를 3cm 두께로 被覆하고 0.03mm의 포리에 치널 필름으로 密閉한 다음 市販 CO₂를 注入하여 CO₂濃度를 0.16, 0.5, 1.0, 2.0%가 되게 調節하면서 23~25°C에서 7日間 覆土 內菌絲를 生長시키고 나서 필름을 除去하고 換氣한 다음 室內溫度를 16°C로 降下하고 灌水하여 50日間 栽培하였다.

結果 및 考察

1. 覆土後의 溫度가 양송이 菌絲生長 및 收量에 미치는 影響

양송이 菌絲의 生長適溫은 23~25°C이며 (Treschow 1944; Atkins 1974; 유창현 등 1978) 子實體의 形成에는 15~18°C의 低溫이 必要하다(Rasmussen 1964). 그런데 覆土層의 菌絲는 처음 營養生長을 한 다음 生殖生長으로 轉換하여 子實體를 形成하므로 이 過程의 溫度處理는 子實體收量과 깊은 關係가 있는 것으로 指摘되어 왔다(Rasmussen 1964; Atkins 1974). 韓國에서는 溫度管理, 換氣等이 獨特한 栽培施設을 使用하며 培地 및 覆土材料가 固有한 等 栽培方法이 他國과 큰 差異가 있으므로 그에 알맞는 管理方法을 究明하기 위한 實驗을 實施하였다.

벗짚배지에 堆壤土를 覆土하고 그후 7日間の 栽培室溫度를 Table I의 處理內容과 같이 하여 菌絲生長, 子實體發生數 및 收量을 調査하였다.

覆土後 7日間은 주로 營養生長期인데 이때 覆土層의 菌絲生長은 栽培室溫度가 30°C일 때 가장 빠르고 25, 20, 15°C로 낮아질수록 늦어지는 傾向을 보였으며 15~30°C의 變溫으로 處理한 實驗區도 比較的 良好하였다. 그러나 30°C區의 菌絲는 가늘고 分岐가 적으며 細胞가 透明하여 營養分의 吸收에 異狀이 있음을 보였고 25°C 以下에서는 菌絲의 伸長은 적으나 分岐가 많고 細胞內容이 充實하였다. 子實體의 形成數는 25°C區에

Table I. Effects of growing room temperatures for 7 days after casing on mushroom mycelial growth in the casing layer, pinheading number and mushroom yield.

Temperature (°C)	Mycelial* growth	Pinheading numbers per 3.3m ²	Mushroom yield (kg/3.3m ²)
15	+	5,930	46.2
20	++	6,670	56.2
25	+++	7,810	64.1
30	++++	6,900	55.9
15~30	+++	5,930	52.6

* Mycelial growth: +slight, ++small, +++medium, ++++abundant.

絲生長이 빨랐음에도 25°C區보다 子實體의 形成이 적었는데 이는 菌絲의 分岐 및 細胞內 營養分含有量과 關係가 있는 것으로 생각된다. 子實體의 收量도 子實體形成數와 거의 一致하여 25°C區가 가장 많고 20°C 및 30°C 變溫區의 順으로 減少하였으며 15°C區에서가 가장 낮았다. 15°C區의 收量이 가장 낮은 것은 覆土後 7日間の 營養生長期間中 菌絲의 生長適溫을 부여하는 것이 多收穫에 緊要함을 보여주고 있다.

覆土層에서의 子實體形成에는 몇가지 土壤微生物이 關與하는 것으로 報告되었는데 (Eger 1962; Urayama 1967; Hume 및 Hayes 1972) 栽培室의 溫度變化에 따른 覆土中の 微生物相을 調査한 結果 Fig. 1에서와 같이 25°C處理區에서는 細菌 및 放線菌의 增加가 比較的

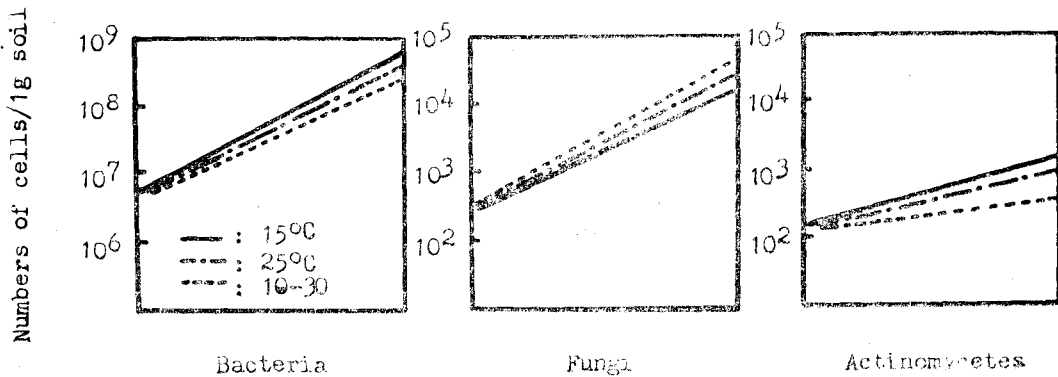


Fig. 1. Effects of growing room temperatures for 7 days after casing on the microflora in the casing soil. — : 15°C, - - - : 25°C, : 15~30°C; C:At casing FW: At first watering.

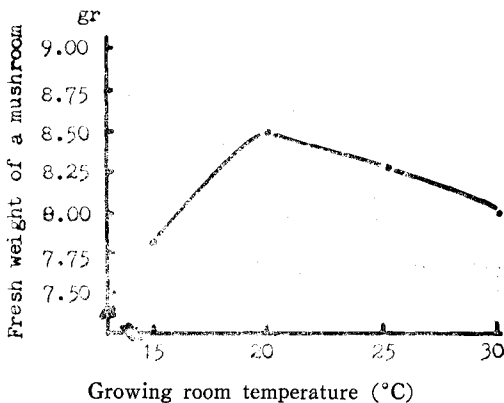


Fig. 2. Relationships between the room temperatures for 7 days after casing and the sporophore sizes of *A. bisporus*.

서 가장 많았고 30°C 및 20°C區는 그보다 약간 적었으며 15°C區와 變溫區에서 가장 적었다. 30°C區는 菌

적은 反面 絲狀菌의 增加를 보였으나 溫度處理間에 큰 差異는 없었다. 本研究에서 覆土中の 微生物相變化와 子實體의 形成數 및 收量에 明確한 影響을 미친 것으로 보이지는 않았다.

覆土後의 栽培室溫度와 子實體의 個體重變化와의 關係를 調査한 結果 Fig. 2에서와 같이 20°C區에서 個體重量이 가장 무거웠고 25, 30°C로 溫度가 上昇함에 따라 子實體가 적어졌으며 菌絲의 營養生長 不適合한 15°C區에서 가장 적은 子實體가 發生하였다. 覆土層의 菌絲는 營養生長의 最適溫度範圍인 23~25°C에 接近할수록 健實하며 따라서 發生한 子實體로의 營養分 供給이 잘되므로 20~25°C區의 子實體가 個體重量이 무겁고 15°C 및 30°C區는 子實體가 적어지는 것으로 생각된다.

2. 覆土의 水分含量이 覆土層의 菌絲生長 및 子實體發生과 收量에 미치는 影響

覆土中の 水分은 堆肥培地에서 覆土層으로 生長하여

올라오는 菌絲의 水分供給源으로서 뿐만 아니라 覆土內 孔隙中의 氣溫을 높게 維持시키므로서 菌絲生長에 알맞는 條件을 부여하며 그 適正範圍는 最大容水量의 50~60%程度로 報告되었는데 (Kindt 1968; Ross 1968) 韓國의 標準栽培舍施設下에서 堆壤土를 覆土하였을 때 水分含量이 覆土層의 菌絲生長과 子實體形成數 및 子實體收量에 미치는 影響을 調査한 結果 Table II 와 같았다.

Table II. Effects of casing soil moisture on the mycelial growth in the casing layer, pinheading numbers and mushroom yields.

Moisture content (%)	Mycelial* growth	Pinheading numbers per 3.3m ²	Mushroom yield (kg/3.3m ²)
40	+	4,160	36.8
50	++	5,240	47.6
60	###	6,330	58.4
70	###	5,760	54.8
80	##	6,270	51.8

* Mycelial growth; +slight, ++small, ##medium, ###abundant.

試驗結果 覆土中の 양송이 菌絲의 生長量은 覆土의 水分含量 40~70%에서는 水分含量의 增加에 比例하여 增加하였으며 80%에서는 減少를 보였다. 水分含量 50%以下에서는 菌絲의 伸長이 不良할 뿐만 아니라 分岐가 적고 覆土에서 遊離되는 傾向이었다. 子實體의 形成은 菌絲生長과 大體로 比例하는 傾向이었으나 70%區에서는 60% 및 80%區보다 약간 減少하였는데, 覆土中の 菌絲量 過多가 子實體形成을 減少시키는 지는 더

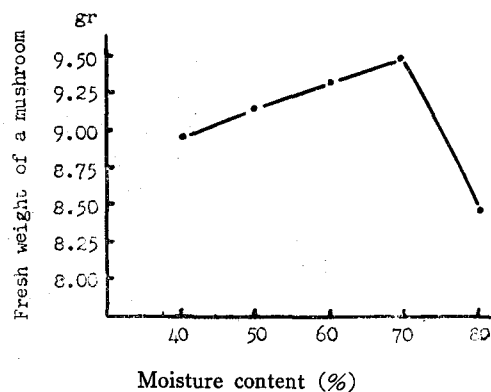


Fig. 3. Relationships between the moisture contents of casing soil and the sporophore sizes of *A. bisporus*.

연구할 必要가 있다고 본다. 子實體收量은 60%區에서 最大였고 50%, 40%區에서는 急激히 減少하였으며 70% 및 80%區에서도 60%區보다 水分含量의 增加에 따라서 減少되는 傾向이었다. 標準栽培舍에서 堆壤土를 覆土할 境遇 最適水分含量은 60%임이 確認되었다.

覆土의 水分含量과 子實體의 個體重과의 關係를 調査한 結果 Fig. 3에서와 같이 40%에서 70%까지는 水分含量이 增加함에 따라 比例하여 增加하였으며 80%區에서 急激히 減少하였다. 子實體의 個體重量을 構成하는 主要因은 水分이므로 水分供給의 增加가 個體重量의 增加를 가져온 것으로 보며, 80%區는 水分의 過多로 子實體의 生長에 障害가 있었던 것으로 생각된다.

3. 覆土後 栽培室 CO₂濃도가 覆土層의 菌絲生長 및 子實體收量에 미치는 影響

覆土後 CO₂濃도를 0.16~2.0%로 調節하여 覆土內에 營養菌絲가 生長하는 7日間을 維持한 結果 Table III에서와 같이 菌絲의 生長은 CO₂ 0.16%에서는 正常이었으나 0.5~2.0%에서는 CO₂濃度の 增加에 比例하여 抑制을 받았고 CO₂濃度 1%以上에서는 菌絲生長이 甚히 不良하였다

Table III. Effects of carbon dioxide in the growing room for 7 days after casing on the mushroom mycelial growth in the casing layer, first pinheading and mushroom yields.

CO ₂ Content (%)	Mycelical* growth	First pin-heading days	Mushroom yield (kg/3.3m ²)
0.16	##	29	68.0
0.5	++	34	29.6
1.0	+	34	23.1
2.0	+	36	16.6

*Mycelial growth: +slight, ++small, ##medium,

Eger(1962)는 104~1,000ppm에서 CO₂가 子實體形成에 効果的이었음을 報告하고 그외에도 CO₂가 菌絲生長과 子實體形成에 必要한 것으로 알려져 있으나 (Tschierpe 1959; Kindt 1968) 이들은 CO₂ 0.5%以下에서의 結果였다. 子實體의 形成은 CO₂ 0.5%以上에서 抑制되었는데 이것은 菌絲生長이 阻害되었던 것과 連關된다. 子實體收量은 0.16%에서는 68kg/3.3m²로서 阻害를 받지 않았으나 0.5%에서부터 半以下로 急激한 減少를 보였고 20%에서는 極甚한 被害를 보였다.

覆土의 營養菌絲의 生長中 CO₂가 양송이 子實體의 個體重에 미치는 影響을 調査한 結果 CO₂의 濃도가 增

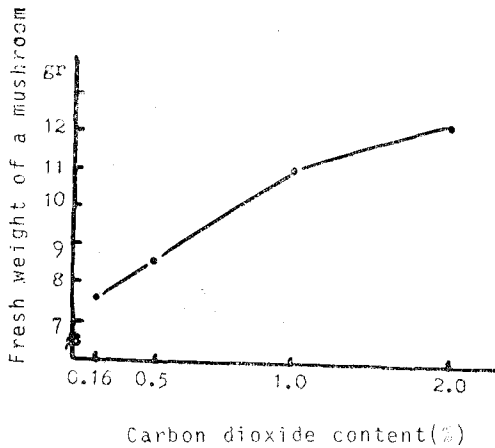


Fig.4 Effects of carbon dioxide in the growing room for 7 days after casing on the sporophore sizes of *A. bisporus*.

加할수록 子實體의 個體重量은 增加하였는데 이는 子實體의 形成이 減少하여 培地로부터 子實體로의 營養供給이 正常보다 많아지는데 起因한 것으로 생각된다.

覆土後の 溫度水分 및 CO₂의 影響에 關한 一連의 實驗을 通하여 子實體의 形成에 關한 覆土後の 管理方法이 究明되었는데 이 諸要因의 調節에 있어서 覆土層의 종이 被覆이 좋은 影響을 미칠 것으로 思料되어 實驗한 結果 Table IV에서와 같이 被覆은 壤土 및 壤

Table IV. Effects of paper covering on the casing layer during mycelial growth after casing on mushroom yields.

Casing material	Mushroom yield (kg/3.3m ²)		Yield increase (%)
	Check	Paper-covering	
Clay loam	46.0	50.1	9
Clayloam 80+Peat 20	55.0	58.9	7

壤土와 土炭混合覆土區 모두 子實體收量の 增加를 보았다. 이같은 增收效果는 종이의 被覆이 室內溫度的 急激한 變化를 막고 覆土層의 水分을 保存하여 孔隙內의 濕度를 높이며 CO₂濃度を 上昇시키는데 起因한 것으로 생각된다.

摘 要

양송이 覆土後 栽培室溫度, CO₂ 및 覆土水分含量이 覆土層의 菌絲生長 및 子實體 形成과 收量에 미치는

影響에 關하여 研究한 結果는 다음과 같다.

1. 覆土後 菌絲의 營養生長 期間中 栽培室溫度는 30°C일때 菌絲生長이 가장 빠르고 25, 20, 15°C로 溫度가 낮아질수록 減少하였다. 子實體의 形成 및 收量은 52°C에서 最大였고 溫度가 그보다 높거나 낮으면 減少하는 傾向이었다.

2. 覆土의 水分含量은 70%일 때 菌絲生長이 가장 빠르고 水分含量의 減少에 比例하여 減少하였다. 子實體의 形成 및 收量은 菌絲生長最適水分含量보다 낮은 60%區에서 最大였다.

3. 覆土後 7日間の CO₂濃도가 0.16%일때는 菌絲生長 및 子實體의 形成이 良好하였으나 0.5%~2.0%에서는 菌絲生長과 子實體形成이 急減하였다.

4. 子實體의 個體重量은 栽培室溫度 20°C, 覆土水分 70%에서 最大였다.

文 獻

Atkins, F.C. (1974): Guide to Mushroom Growing. *Faber and Faber*, London: 61~66.

Eger, G. (1962): Untersuchungen zur Frucktkörperbildung des Kulturchampignons. *Mushroom Science* 5: 314~320.

Hume, D.P. and W.A. Hayes. (1972): The production of fruit-body primordia in *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. on agar media. *Mushroom Science* 8:527~532.

Kindt, V.(1968): Relationship between watering and yield formation in newly approved mushroom varieties in the German Democratic Republic. *Arch. Gartenb* 16:477~489.

Long P.E. and L. Jacobs, (1969): Some observations on CO₂ and sporophore initiation in the cultivated mushroom. *Mushroom Science*. 7: 373~384.

Rasmussen, C.R. (1964): From casing time until the first mushroom appear *M.G.A. Bull* 170: 58~71.

Reeve, E. et al. (1959): Mushroom Casing soil-cropping experiments. *Mushroom Science*. 4: 251~259.

Reeve, E., Backes, R.W. and J.M. Schramer (1959): Casing soil moisture studies. *Mushroom Science* 4: 198~204.

Ross, R.C. (1968): Mushroom experiments in Northern Ireland. *M.G.A. Bull.* 220: 201~219.

Treschow, C. (1944): Nutrition of the cultivated

mushroom. *Dansk. Bot. Arkiv.* 11(6) : 1~180.
Tschierpe, H. J. (1959): Die CO₂-Verhältnisse beim Anbau des Kulturchampignons. *Mushroom Science* 4: 188~197.
Tschierpe, H.J. (1973): Environmental factors and mushroom growing. *Mushroom J.* 1: 30~45, 2:

77~94.

柳昌鉉, 申寬澈, 朴容煥 (1978): 양송이新品種 703호의 選拔 및 栽培法改善에 關한 研究. 농사시험연구보고 20 (J.F.P. & M) 119~128.

<Received February 28, 1981>