

Tunnel System에 의한 양송이 合成培地 醱酵 및 子實體 生産에 관한 研究

朴貞植 · 申寬澈* · 金光布 · 朴容煥
農業技術研究所 · 忠南大學校 農科大學*

Studies on Fermentation of Compost and Mushroom Production of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. in the Tunnel System

Jeong Sik Park, Gwan Chull Shin*, Gwang Po Kim and Yong Hwan Park
Institute of Agricultural Sciences, Office of Rural Development, Suwon 170 and
*College of Agriculture, Chungnam National University, Dae-jeon 300, Korea.

Abstracts: A tunnel system of mushroom cultivation was designed to compare with the conventional cultivation method in Korea. The bed and air temperature during the phase II the tunnel system was more stably controlled than in the conventional house. The indispensable energy was much saved in the tunnel system than in the conventional method, as this system did not require additional heat supply in the phase II. Compost fermented in the tunnel was proved to contain higher total nitrogen and moisture than compost in the conventional house. Residual ammonia content of compost fermented in the tunnel did not exceed 300ppm. Mushroom mycelial growth in the tunnel was as good as in conventional house. The tunnel system did not require additional heat supply during mycelial growth period. Mushroom yield and quality from the tunnel system was 5 per cent higher and better than that of the conventional method.

緒 論

양송이 生産方法은 培地의 醱酵, 菌絲生長 및 收穫에 이르는 一連의 過程을 同一 固定式栽培室에서 實施하는 單純栽培體系와(Sinden and Hauser 1950, Rasmussen and Dalbro 1962, Lambert 1968, Kinrus 1974) 堆肥培地의 醱酵를·後醱酵室에서, 菌絲生長은 菌培養室에서 하고, 栽培室에서는 子實體의 收穫管理만 實施하는 二元栽培體系가 있으나(Alderton 1972, Flegg and Ganney 1971, Kligman 1950) 最近에는 野外堆積과 後醱酵 및 菌絲生長의 三段階를 한개의 特殊施設內에서 遂行하고 栽培室에서 收穫管理만하는 3-phase-1 方法이 試圖되고 있다(Derk 1973). 3-phase-1 方法은 二元栽培體系를 한段階 發展시킨 것으로 經營上 理想적인 方法이기는 하나 지금까지의 培地醱酵技術로서는

第一相醱酵(phase I)가 不完全하고 그로 因하여 양송이 生産이 安定하지 못하므로 實用化까지는 몇가지 問題의 解決이 必要하다(Vedder 1978, Edward 1977, Bech 1977, Atkins 1979).

우리나라의 양송이 栽培는 當初 農村의 遊休勞動力을 吸收할 目的으로 勞動力 所要가 큰 單純栽培體系를 採用하였으나 이 方法은 年間栽培回數가 적고, 에너지 및 勞動費가 過大하며, 生産의 變動幅이 큰 등 많은 缺陷을 가지고 있다. 또한 急激한 産業化로 因하여 農村勞動力이 甚한 不足現象을 보이고 있는 狀況下에서 單純栽培體系를 繼續採用할 境遇 勞力費와 光熱費의 昂騰에 따른 生産費의 上昇으로 因한 經營上의 많은 問題點이 招來되는바 새로운 양송이 栽培法 開發이 緊要하게 되었다.

이를 解決코자 西歐에서 發展된 양송이 栽培方法인 二元栽培體系를 導入할 境遇莫大한 資本과 機資材가

必要함으로 本 著者들은 우리나라의 現既存施設을 最大限 活用하면서 經營改善이 可能한 方法으로 西歐의 二元栽培體系와 3-phase-1 方法을 折衷한 tunnel system을 開發 實用化하기 爲한 研究를 實施하였던 바 그 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

本 研究에서는 3-phase-1의 第一相醱酵(phase I)를 單純栽培體系와 同一方法으로 野外에서 봄 25日, 가을 15日間 堆積, 뒤집기를 實施한 다음 第二相醱酵(phase II)는 空氣循環裝置(닥트)로 培地溫度 調節이 可能토록 設計된 tunnel system에서 하였고, 醱酵가 完了된 堆肥培地를 꺼내면서 種菌을 栽植하여 다른 tunnel에 넣어 第二相醱酵時와 同一方法으로 양송이 菌絲生長 適溫인 25°C로 調節하면서 菌絲를 培養하였다. 菌絲生長이 完了된 培地는 二元栽培體系와 類似한 方法으로 既存栽培室에 옮겨 子實體 生産力을 單純栽培體系와 比較하였다.

1. Tunnel System

既存양송이 栽培舍를 改築하여 길이 11m, 幅 2.7m,

높이 3.6m의 實驗用 tunnel을 짓고 바닥은 地面보다 깊게 파서 斷熱을 했으며 空氣注入口쪽이 50cm가 되도록 하여 2% 傾斜를 만들고(Fig. 2) 地面과 같은 높이에 幅 4.5cm의 나무판을 1.5cm씩 띄어서 나무판을 設置하였다. 壁은 세멘트 브로크 二重壁으로 하고 空間에 ureaform을 注入하여 斷熱시켰으며, 天井도 스테이트관위에 斷熱材를 使用하여 外部溫度에 影響을 받지 않도록 施設하였다. 空氣循環裝置는 天井 밑 空間에서 나무판 밑의 地下空間으로 連結되는 40cm×40cm의 닥트를 設置하고, 地面에 3HP 遠心力送風機를 附着하여 100m³/hr 以上の 空氣를 地上室에서 地下空間으로 循環시킬수 있도록 했으며, tunnel內的 醱酵條件을 調節하기 爲하여 外部空氣의 吸入과 內部空氣의 排氣辨을 두었다. 室內에는 地下部와 空氣 및 堆肥溫度를 測定하기 爲하여 5個의 遠隔溫度測定計를 設置하였다(Fig. 1, 2).

2. 培地의 醱酵 및 菌絲培養方法

벗질을 10cm로 切斷하여 假堆積한 다음 벗질 100kg 當 鷄糞 25, 棉實粕 3, 尿素 1.5, 石膏 3kg을 配合하여 野外堆積을 實施한 後 慣行栽培舍와 tunnel system에 다음과 같은 方法으로 入床, 後醱酵 및 菌絲生長을

區 分	內 容	慣 行 方 法	Tunnel System
入 床	培地의 室內入床	菌床에 30cm 두께로 5段에 나누어 入床	나무판 위에 180cm 두께로 쌓음
後 醱 酵	頂 熱	60°C 6時間	58°C 6時間
	後 醱 酵	48~55°C 7日	48~50°C 7日
	加 溫 方 法	高壓스팀보일러	培地自體熱循環
菌 絲 培 養	種 菌 接 種	菌床에서 培地에 混合	培地를 꺼내어 接種後入室
	培 地 두 께	18~20cm	150cm
	溫 度 調 節	高壓스팀보일러로 加溫	培地의 自體熱을 循環시킴

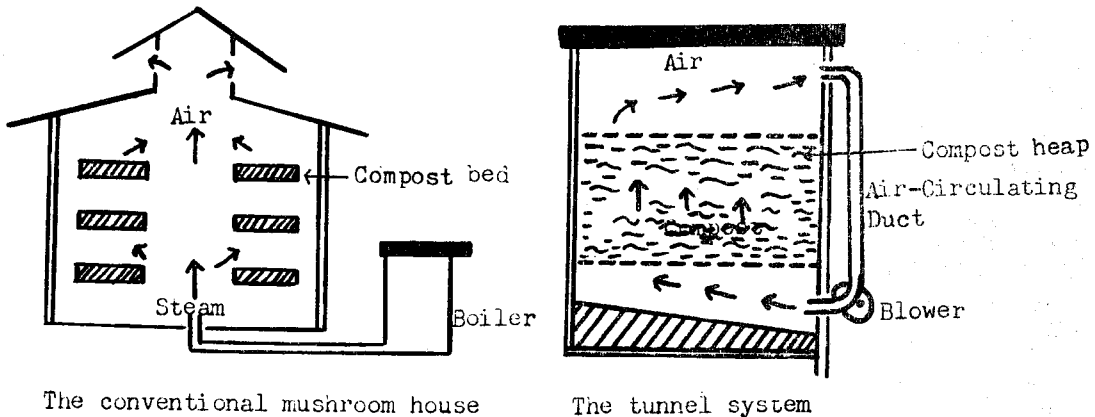


Fig. 1. Side-view of the conventional mushroom house and the tunnel system.

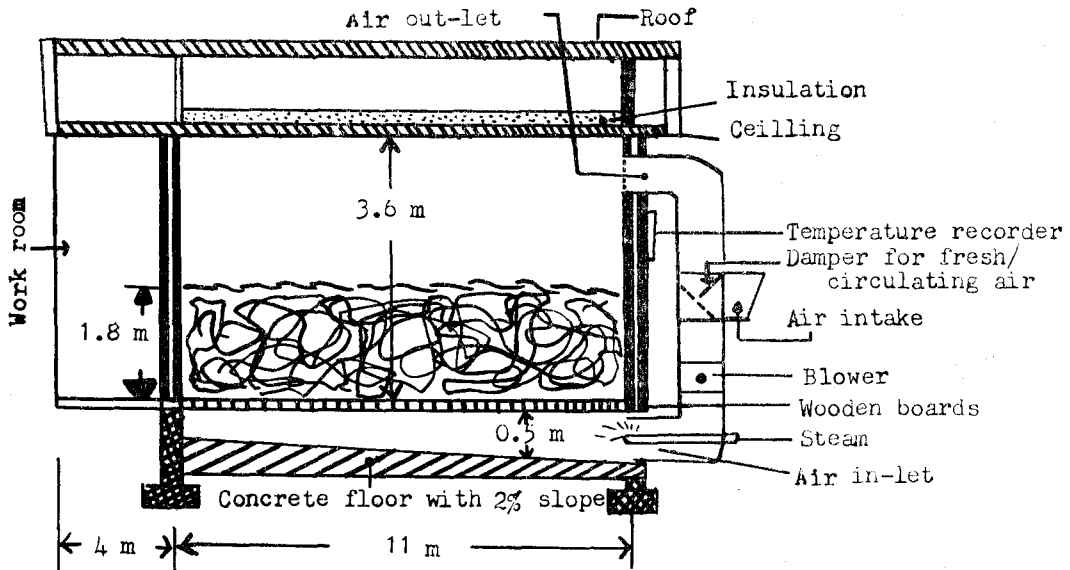


Fig. 2. Detail side-view of the tunnel system.

實施하였다.

3. 調査方法

가. 溫度: Tunnel system內的 溫度는 堆肥醱酵熱의 循環과 外氣의 注入으로 調節하면서 tunnel內的 溫度를 遠隔溫度記錄計(Yamato式)로 測定하였다. 溫度計는 마루 밑에 1個, 堆肥部位別로 3個, 堆肥위 空間에 1個를 設置하였다.

나. 水分: 後醱酵가 끝난 堆肥培地를 105°C 常壓乾燥法으로 恒量이 될때까지 乾燥 秤量하였다.

다. 培地의 成分: 全窒素는 Kjeldhal法으로, 암모니아態窒素는 MgO alkaline volatile nitrogen法으로 分析하였다.

라. 子實體 收量: Tunnel system으로 後醱酵와 菌絲培養을 實施한 堆肥 培地를 既存栽培舍內에 옮겨 慣行方法과 같이 收量を 調査하였으며, 收穫中의 管理는 農業技術研究所의 標準栽培法에 準하였다.

結果 및 考察

1. 堆肥 後醱酵 期間 中 溫度變化

Tunnel system의 堆肥培地 및 空氣溫度를 調査한 結果 Fig. 3에 서의 같이 畚栽培時 tunnel에서는 短時間內에 頂熱誘導가 容易했고 堆肥培地 溫度의 偏差가 적어 醱酵溫度를 均一하게 維持할 수 있었으나 慣行方法에서는 頂熱溫度 到達時間이 늦고 栽培舍 放熱이甚

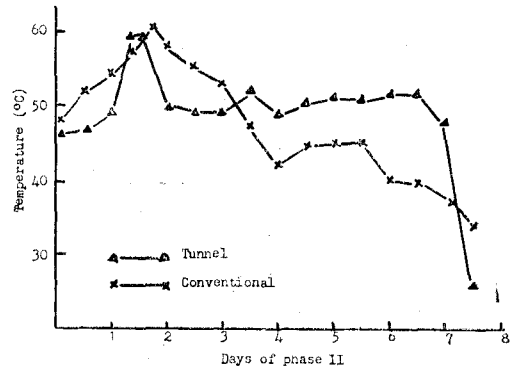


Fig. 3. Comparison of compost temperature in the tunnel and the conventional house during the phase II (spring).

하여 堆肥培地 溫度를 均一하게 維持하기 어려웠다. 또한 慣行方法에서는 堆肥積算溫度가 401°C로서 tunnel 方法보다 높지만 平均溫度에 對한 偏差가 7.6°C로서 變動이 크고 空氣溫度 亦是 偏差가 13.2°C였으나, tunnel에서의 偏差는 堆肥溫度 1.7°C, 空氣溫度 2.8°C로서 溫度變化가 顯著히 적었다(Table I). 堆肥溫度와 室內溫度 間의 差異도 慣行에서는 5.6°C인데 比하여 tunnel에서는 1.1°C로서 堆肥培地의 部位에 따른 溫度變化가 적어 醱酵에 差異가 거의 없음을 보였다.

가을栽培에 있어서는 Fig. 4와 같이 慣行栽培도 外氣 溫度의 影響으로 頂熱誘導가 容易하였으나 醱酵溫度가

Table I. Comparison of the compost and room temperature during fermentation between the tunnel and the conventional mushroom house (spring).

Temperature °C	Tunnel			Conventional		
	Comp. (A)	Air (B)	A-B	Comp. (A)	Air (B)	A-B
Accumulated	390.6	363.4	27.2	401.0	346.0	55.0
Average	48.8	45.4	3.4	50.1	43.4	6.7
Standard deviation	1.7	2.8	-1.1	7.6	13.2	-5.6

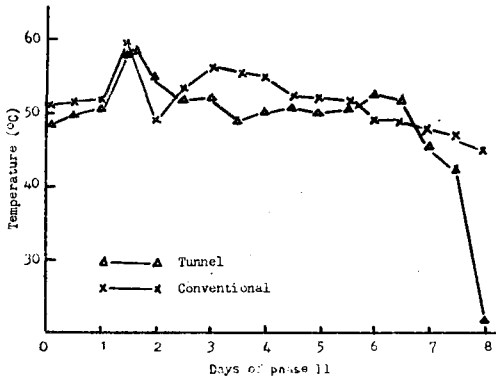


Fig. 4. Comparison of compost temperature in the tunnel and the conventional house during the phase II (autumn).

50°C 이상으로 높게長時間維持되는 傾向으로 最適 醱酵가 困難하였으나 tunnel에서는 畝栽培때와 마찬가지로 一定하게 維持되었다. Table II에서 보는바와 같이 tunnel은 空氣 및 堆肥溫도의 偏差는 勿論 空氣溫도와 堆肥溫度間의 差異도 顯著히 적었다.

Overstijns(1981), Kinrus(1977), Vedder(1978) 등은 堆肥後醱酵溫度를 48~50°C에서 一定하게 維持시키므로서 良好한 堆肥醱酵가 이루어질 수 있다고 報告된 바 있으나 韓國의 氣象條件과 現 栽培舍의 構造로서는 適正 溫度調節이 困難하였다. 그러나 tunnel system에 있어서는 外氣氣溫 및 放熱에 依한 室內溫度

變化를 줄일 수 있어 後醱酵中の 堆肥溫度 調節이 容易하여 均一하게 堆肥培地를 一定한 溫度下에서 醱酵시킬 수 있었다고 본다. 特히 tunnel system에서 後醱酵期間 中 人爲的인 加溫없이 堆肥의 自體熱만을 再利用 循環시켜 醱酵을 正常的으로 進展시킬 수 있었으나 慣行方法은 高壓스텝 보이라의 使用으로 多量의 에너지消耗가 不可避한 點을 勸察할때 크게 注目해야할 것으로 생각된다.

2. 培地의 理化學性 變化

種菌栽植時 培地의 水分含量은 畝栽培時 慣行堆肥는 70%인데 비해 tunnel醱酵堆肥는 68%로서 약간 낮았으나, 가을栽培는 tunnel 醱酵堆肥가 71%로서 慣行의 66% 보다 5%가 높았다. Flegg and Smith(1980), Vedder(1978) 등은 種菌栽培時 培地水分含量이 68% 內外에서 菌絲生長이 良好하다고 報告된바 있고 本試驗의 tunnel醱酵時 畝의 過濕 및 가을栽培時 乾燥의 被害없이 菌絲生長을 良好하게 시킬 수 있었다. 그리고 培地의 암모니아態窒素의 含量은 種菌栽植時 慣行醱酵培地가 畝栽培 330ppm, 가을栽培 230ppm으로서 畝栽培의 境遇는 양송이 菌絲生長 沮害濃度인 300ppm (Shin and Oh 1971)을 超過하여 양송이 生産에 不適하였으나 tunnel 醱酵培地는 畝栽培 260ppm, 가을栽培 140ppm으로서 醱酵가 良好하게 이루어졌다(Table III).

양송이 子實體收量에 큰 影響을 미치는 全室素含量

Table II. Comparison of the compost and room temperature during fermentation between the tunnel and the conventional mushroom house (autumn).

Temperature °C	Tunnel			Conventional		
	Comp. (A)	Air (B)	A-B	Comp. (A)	Air (B)	A-B
Accumulated	406.4	397.6	8.8	414.1	348.5	65.6
Average	50.8	49.7	1.1	51.8	43.6	17.2
Standard deviation	0.9	1.2	-0.3	5.1	4.1	2.0

Table III. Changes of moisture ammonia and total nitrogen content in the compost during the phase II.

Components	Time	Spring		Autumn	
		Tunnel	Conventional	Tunnel	Conventional
Moisture	Filling	74.0	71.0	73.5	75.0
	Spawning	68.0	70.0	71.0	66.0
	Decreasing rate (%)	8.1	1.4	3.4	12.0
NH ₄ -N(ppm)	Filling	900	1,200	1,140	1,320
	Spawning	260	330	140	230
	Decreasing rate (%)	71.0	72.5	87.7	82.6
T-N (%)	Filling	1.80	1.74	1.77	1.34
	Spawning	2.04	1.96	1.79	1.51
	Increasing rate (%)	13.3	12.6	1.1	12.7

(Shin and Oh 1971, Shin 1979)은 慣行栽培가 봄栽培時 1.96, 가을栽培 1.51%인데 比하여 tunnel醱酵培地는 봄栽培 2.04, 가을栽培 1.79%로서 0.08~0.28%가 높았다(Table III). 따라서 tunnel을 利用한 堆肥醱酵時 多收性 培地의 製造가 可能함을 보여 주었다.

3. Tunnel System과 慣行方法의 菌絲生長 比較

後醱酵가 完了된 堆肥培地에 種菌을 栽植한 後 150cm 두께로 넣고 菌絲生長을 시킨 結果 Table IV에서와 같이 14日만에 菌絲生長을 完了할 수 있었으며 慣行方法보다 1日을 短縮시킬 수 있었다. 特히 菌絲生長溫度를 25°C로 調節하기 爲하여 慣行方法은 봄栽培時 油類를 使用하여 人爲的인 加溫을 시켰으나 適溫維持가 容易하지 못했다. 그러나 tunnel system에 있어서는 堆肥의 自體熱만으로도 適溫調節이 可能하여 加溫이 전혀 不必要하였다.

Table IV. Comparison of mycelium growth between the tunnel and conventional mushroom house.

Cultivation method	Mean temp. (°C)		Days of mushroom mycelium growth	Growth rate
	Spring	Autumn		
Tunnel	24	25	14	卅
Conventional	22	26	15	卅

卅 : Good, 卅 : Very good

5. Tunnel System과 慣行方法의 子實體收量 比較

菌絲生長이 完了된 堆肥培地를 既存栽培室에 옮겨 造床한 다음 覆土하여 同一 條件下에서 子實體 收量의 慣行方法과 比較하였다(Table V).

Table V. Comparison of mushroom yields and weight of one mushroom between the tunnel system and the conventional method.

Cultivating method	Mushroom yield (kg/3.3m ²)	Yield index	Weight of one mushroom (g)
Tunnel system	68.5	105	15
Conventional	65.5	100	14

Table V에서 양송이 子實體收量은 tunnel system이 68.5kg/3.3m²로서 慣行方法보다 5%가 增收되었으며, 個體重도 무거웠다. 이 結果로 보아 收量은 勿論 未熟品質에서도 優秀하였음을 알 수 있었다.

朴, 申(1981) 등의 양송이 tunnel system의 經濟性 分析(未發表)에 依하면 tunnel system은 慣行方法보다 25% 以上の 生産費節減 效果가 있었다.

以上の 結果에서 보는 바와 같이 tunnel system은 韓國의 既存양송이 栽培施設을 最少限으로 改築하면서 導入할 수 있는 可能性을 提示하고 있다.

摘 要

本研究는 勞動費, 光熱費의 多量 消耗와 높은 生産費投入를 要求하는 韓國의 單純栽培體系를 改善할 수 있는 方法으로서 tunnel system을 開發實用化하기 爲하여 實施하였다.

1. Tunnel system은 後醱酵 中の 培地 및 空氣溫度를 慣行方法보다 正確히 調節하므로 培地와 空氣溫度의 偏差를 2°C 以內로 좁힐 수 있었다.

2. Tunnel system은 後醱酵時 加溫없이 堆肥自體熱

을 利用할 수 있었으므로 高壓스팀 보이라 使用으로 因한 多量의 燃料投入이 不必要하였다.

3. Tunnel 後醱酵時 堆肥의 全窒素 및 水分含量은 慣行方法보다 높았고, 培地의 암모니아態窒素 殘留量은 300ppm 以下로 良質의 培地를 製造할 수 있었다.

4. Tunnel system으로 製造한 堆肥培地에 菌絲를 培養할 때 慣行方法과 差異가 없었고 菌絲生長 中 加溫이 不必要하였다.

5. 子實體收量 및 個體重은 tunnel system이 慣行方法보다 높아서 本方法은 韓國에서 採用할 수 있는 栽培體系임이 立證되었다.

References

- Alderton, W.R. (1972): A most modern German farm. *M.G.A.* 272:337~347.
- Atkins, F.C. (1979): Composting in drums and tunnels. *Mushroom J.* 74:41~47.
- Bech, K. (1977): An evaluation of bulk pasteurization and bulk spawn run in comparison with the traditional growing technique used at Danish mushroom research station. *Mushroom J.* 54:179~184.
- Derk, G. (1973): 3-phase-1. *Mushroom J.* 9:396~403.
- Edward, R.L. (1977): Bulk pasteurization. *Mushroom J.* 52:111~114.
- Flegg, P.B. and G.W. Genney, (1971): Impressions of commercial mushroom production in France and Holland. *M.G.A.* 262:468~474.
- Flegg, P.B. and J.F. Smith (1980): Pioneering deep troughs. *Mushroom J.* 89:171~177.
- Kinrus, A. (1974): Techniques and methods in the U.S.A. mushroom industry. *Mushroom Science IX*: 165~173.
- Kinrus, A. (1977): Information on mushroom growing and the mushroom industry. *Kennett square, PA* 19348.
- Kligman, A.M. (1950): Handbook of mushroom culture. *Kennet square, PA.*
- Lambert, E.B. (1968): Mushroom growing in the United States. *Farmers Bulletin*, No. 1875:1~12.
- Overstijns, A. (1981): The conventional phase in tray or shelves. *Mushroom J.* 97:5~17.
- Rasmussen, C.R. and Karen Dalbro, (1962): Comparative cropping experiment between the 7 days methods and composting and the 16 days normal+75% in active process. *Mushroom Science* 5:103~122.
- Sinden, J.W. and E. Hauser, (1950): The short method of composting. *Mushroom Science* 1:52~59.
- Vedder, P.J.C. (1978): *Modern Mushroom Growing*. Stanley Thomas, Cheltenham, England (Swiss-American spawn Co., Madisonville, Texas)
- 申寬澈 (1979): 양송이 收量에 미치는 合成培地의 營養源 및 有害物質에 關한 研究. *한국균학회지* 7:13~73.
- 申寬澈, 吳秉烈, 金東秀 (1973): 堆肥의 全窒素와 암모니아 含量이 양송이 收量에 미치는 影響. *한국균학회지* 1:1~7.

〈Received June 30, 1981〉