

洋菇堆肥

短期發酵栽培

· 宋細福 ·



洋菇栽培中堆肥發酵，由於近年來農村勞力缺乏，開始推行堆積1週以內的短期發酵方法，這種方法在推行期間，幾經研究發現因地區性環境，或堆肥材料的不同，往往在實施時必需的予修正，才能達到普遍提高產量的目的。

洋菇堆肥堆積的目的，主要是藉發酵作用，將原較適合其他菌類生長的材料，轉變為特別適合洋菇生長的營養材料。為達到此目的，過去早期洋菇堆肥製作大致將材料堆積25~30天，其間翻堆5~6次，後來經研究改進，自實施後發酵處理後，堆肥堆積時間便縮短為15天左右，其間翻堆也減為4次。

適量加水。 均勻混合肥料

堆肥所用一切材料必須依據推廣或已被確認的配方，並經確實秤量，不可隨便估計而發生太大的錯誤。

切草假堆積時，需盡可能平均加足水分，翻堆時的補水以不流出為原則，上床前堆肥含水量以70%左右為適度，如以手緊握，有水自指間流出4~5滴為度。對未成熟及較粗的堆肥含水量可酌予增加，對愈短及愈緊密的堆肥，則應酌予減少。

堆肥在翻堆加入配合肥料時，應盡量混拌均勻，再行堆積發酵，尤其實施短期發酵的堆肥，只翻堆一次即行上床，如未予混拌均勻，在堆肥上床後尚無法使堆肥材料混合均勻，如此不但影響後發酵的效果，也影響到以後的產量。

同時對愈短、愈溼的堆肥築床時應較鬆，對較乾或未成熟及較長的堆肥則應壓緊，各種堆肥上床時，盡可能使其厚薄，鬆緊均一，以利後發酵。

後發酵的目的，主要為培養有益微生物改良堆肥的理化性質，以適合洋菇生長，而微生物生長必須有適量的空氣，因此必須有足夠的通氣量。

後發酵需通氣。 溫度維持50°C

堆肥溫度除在上床後一天或兩天，升溫達60°C以上作為殺菌消毒外，應保持在50°C左右，使好熱性有益微生物易於生長繁殖。

後發酵開始加入蒸氣，使菇舍內的空氣及堆肥升溫時，應隨時檢查菇床堆肥及空氣溫度，如發現空氣溫度高於堆肥溫度，或兩者相等的情況時，即表示加溫太快，如此會使堆肥失去吸入新鮮空氣、排出廢氣的能力，致使堆肥品質變壞。

測定稻草水分。 調整材料用量

洋菇單位面積產量，與堆肥用量有相當的關係，下頁表中所列每坪稻草用量以100公斤為準，但本省中、南、北部的菇農因地區性水稻產期的差異，有的採用每年第1期稻草，也有採用第2期的，甚至於部分栽培者因需向外購買稻草，由於人為因素，致稻草含水量及品質都有很大的差異。

因此一般向外購買稻草者，雖有地秤憑單，但還需抽檢秤量，並測定水分。在農家測定水分時，可在稻草材料中，抽取100公斤，用陽光曝曬1~2天，使達到正常乾

燥的狀態，再秤量一次，如有不足的數量，則應該按比例給予補足。

一般若採用第2期剛收割，含水分較高的稻草，可酌予提高10~20%用量，但其他配合肥料可以照表施用不需調整。由於各地所採用的堆肥材料稻草不一，如完全以重量為準，往往會造成許多實質上的差異，因此最後以調整堆肥上床時，菌床厚度1~1.2尺為準。

堆肥材料用量

材料名稱	指數	1 坪分	備 考
稻 草	100	100	
消 石 灰	2	2	
硫 銨	2	2	
豆 餅 粉	1	1	
過磷酸鈣	3	3	
碳 酸 鈣	1	1	
糖 蜜 微 生 物	1	1	
有 機 氮	10	10	經堆積發酵並乾燥者

堆肥製作

切草 1 寸長。

假堆積 2 天

稻草長短與發酵時間有相對的關係，原則上切得愈短愈好，一般以1寸左右（3公分）較為理想，如切得太長必將影响堆積時間及翻堆次數，而失去短期發酵的宗旨與目的。

因此使用切草機時，如發現所切草長超過1寸的在10%以上時，應將切草機調整或修護。附近如有紙廠廢材“草末”，亦可利用作為堆肥材料，或摻入所切稻草材料中堆積使用，可更節省成本並得良好成績。摻入比例一般以加入20%以上為佳。

切妥的稻草或紙廠廢棄的“稻

草末”充分加水，並混合2%消石灰，堆積成寬10尺、高4尺左右，經2天即行翻堆，稱為假堆積。

假堆積切勿任意延長時間，以免材料耗損過多，而造成菌床太薄，影响洋菇產量。假堆積速度快慢，決定於加水方法，因此實施時需有充分水源，最好能有1吋以上，並具壓力的抽水馬達水管，充分加水以後即行假堆積，2天後再行堆積。

堆成連續小堆以利發酵

堆積時將表列糖蜜及微生物與脫脂豆餅粉（豆餅粉以細粉狀為佳，塊狀者將來易招雜菌寄生）、有機氮、碳酸石灰、硫銨及其他表列材料混合，作一次均勻混拌於堆肥中。堆成2.5~3尺寬，10~15尺長，高4尺左右的堆形，然後緊接所堆側邊再連續堆4~5堆，中間無需留有空隙，使成總寬度為12.5~15尺，長10~15尺，高4尺左右的堆形。

此種小堆連堆堆積法，切忌踏緊，亦不可不分堆而相連堆積，影响通氣致無法行正常發酵。

本項作業採用1寸左右的短草堆積者，堆積4天，第5天即可以翻堆上床，如為3寸以下的短草或紙廠草末，則2~3天即可上床，但若草長在1寸以上的，則應酌予延長堆積1~2天才能上床。

築床前消毒菇舍 上床時抽出熱氣

在堆肥上床前1周，需將菇舍內以清水沖洗乾淨，再用1%的PCP Na（五氯酚鈉）以噴霧器除去噴霧頭後，噴沖消毒。此項作業實施時工作人員最好戴上溼毛巾口罩。消毒後、上床前需將屋頂部分用清水再沖洗一次，以免後發酵時滴落，而藥害菇床菌絲。

堆肥上床時，應盡量翻鬆，使堆肥中的二氧化碳等廢氣排出，並混入大量新鮮空氣，如此雖然送入菇舍的堆肥溫度會降到幾乎與氣溫相等，但由於堆肥中已有充足的氧氣，所以不但在後發酵時，可以很快自行升溫，而且上床工作人員也不會感到太熱而影响效率。

在堆肥送入菇舍後，首先應自最高一層先築床，然後再往下依序實施。但若認為菇舍不十分堅固，



堆肥製作時切草情形（宋細福）

則可考慮從最下一層先行築好一層後，再從最高一層往下築床。如此可以避免因菇架不穩而發生危險，同時也可使工作人員不會太熱。

堆肥上床時，如菇舍沒有通風，則上好堆肥的菇床很容易發熱，使堆肥上床工作漸感困難。所以應以菇舍裝置的抽風扇將菇舍內上層熱空氣抽排到外面。此時特別注意，不可以用通氣機實施內循環，使菇舍上層熱空氣與下層本來較涼的空氣循環混合，反使全菇舍氣溫很快上升，造成工作不便。

水分70%堆肥1.7尺。 築床後消毒地面

短期發酵的堆肥，在上床時，主要是依據水分含量而決定築床的方法。如果堆妥的堆肥，測定水分含量在70%左右，即一般用手抓一把堆肥用力緊握，有水自指間流出4~5滴，在築床時，應將堆肥鬆堆在床架上，使其高度可達1尺7寸左右。（如壓緊時，可達1.1~1.2尺左右）。

但堆肥在上床時，含水量如在60%左右，即一般用手緊握，自指間只能流出1滴水時，在築床時，可將堆肥堆在床架後，用手盡量壓緊，使高度達1.1~1.2尺左右。

一般在實施後發酵時，堆肥溫度大致可達到60°C左右，可減少病虫原。但地面的溫度却很難達到，因此在後發酵時有很多落於地面的虫體無法殺死，待後發酵結束後又爬回菌床繁殖為害，因此築床後地面消毒是一件極為必要的措施。

一般可在築完床，將菇舍地面徹底清掃乾淨後，用1%馬拉松噴洒於床底地面、通路及四周牆邊，使後發酵時落於地面的害虫全部殺滅。

後發酵 培養有益微生物

後發酵除了利用高溫滅滅堆肥中有害病虫体原外，還有培養有益微生物，及改變堆肥理化性質以適合所培養菌類的目的，其中尤以微

生物相的變化常當成成敗的指標。本文堆肥配方中介紹用人工接種堆肥轉化菌 (*Torula themophila*) 或 *Humicola* sp. 及放射菌 (*Microcromo nosporus* sp.) 等有益微生物，以增加繁殖優勢。

這種相同或類似而對栽培的菌類有益的微生物，本存於自然界中，故製作堆肥時有時雖未人工接種也能生長良好，但如製作完成的堆肥完全沒有這類微生物，那在栽培上就很難有理想的產量了。

後發酵爐 安全最重要

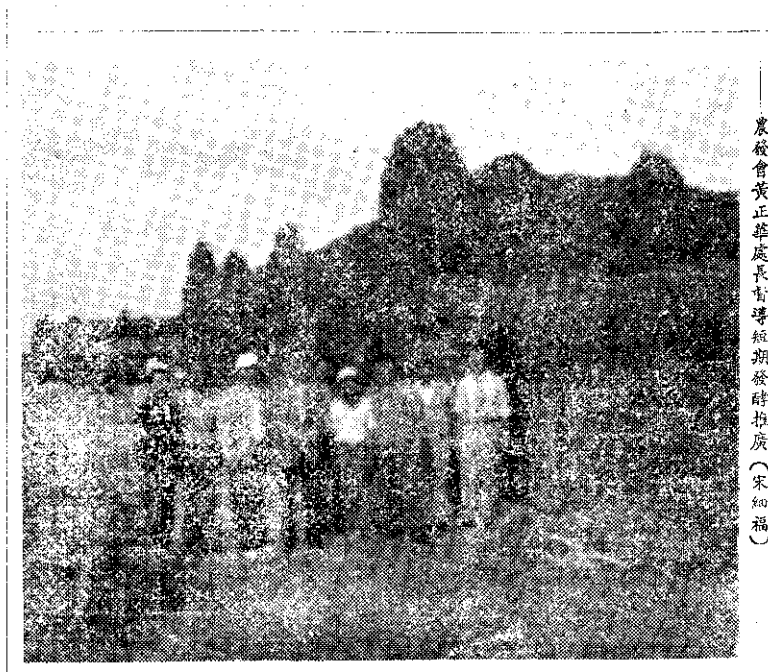
本文介紹堆積5天的短期發酵堆積，在作後發酵時加溫的機會並不多，但為保證菇舍內空氣能達到60°C，後發酵爐的設置還是必要的。

後發酵爐的選定，首先要注意安全，因此購買時應找有信譽的廠商或請教當地農會推廣人員，再行購買。其次是需要適當的能量，一般一棟50坪的菇舍，需有每小時能消耗100公升以上的水，化為蒸氣的能力，才能符合應用。

需自行測定的，可將預用水先行稱量，再放入爐中及預置容器內，待升火至蒸氣發生開始計算1小時即停火，再稱量一次爐內及預置容器內的水，將此兩處水和減去剛才稱量過的預用水量，所得的差即為該爐1小時耗水量。

但還要注意該爐出口蒸氣必需在100°C以上，才算是有效蒸氣，否則即為較劣質的後發酵爐。（例：預用水為200公斤，蒸氣發生1小時後，爐內水尚存50公斤，容器內水為40公斤，則該爐1小時耗水量為 $200 - 50 - 40 = 110$ 公斤。

堆肥後發酵時，如無特殊裝置，一般很難使上下層溫度一致。如



農舍會黃正華處長指導短期發酵堆肥(宋細福)

洋菇菇舍現有的通風機無法達到此目的，可以將裝於牆上的排氣扇，在後發酵時取下，裝於與通氣抽氣口對面一端的菇架中間通道下方，並以PE塑膠軟管套於排氣扇，垂吊至地面，使菇舍上面較高溫的空氣強制抽壓至地面，再由對面送風機由地平面抽回送至菇舍上方，而得到合理的循環及平均溫度。

小時左右，在一般情況下，堆肥溫度可以自然達到 60°C 以上。

此時應即再打開通風機的通入外氣口，使新鮮空氣進入菇舍，促進堆肥良性發酵，如堆肥溫度尚繼續升高，可以不需急于加溫，待堆肥溫度不再上升時，再通入蒸氣加溫。

如果在氣溫較高的情況下作後

60°C ，維持6小時以上，以殺死堆肥表面的病原，此時堆肥內的溫度往往會超過 60°C 以上，甚至達到 70°C 以上。

爲了改善堆肥因超過 60°C 以上，甚至達到 70°C 以上所受到的品質傷害，需特別注意，當測知堆肥溫度已達 60°C 以上時，必需通入足量的新鮮外氣，以免堆肥中的放射菌，因在高溫及氧氣不足的情況下，形成氮化作用，並損害堆肥品質。

但，有時在堆肥上床後因遇到寒流，氣溫過低，往往使堆肥自然發酵升溫不夠理想，此時在人工加入蒸氣加溫時，必須注意要有足夠能量的後發酵爐，使溫度正常達到消毒的目的，否則不但費油費時，且無法達到消毒目的。

隔測菇舍溫度

床溫 30°C 下種

一般正常的堆肥，在加溫消毒期後，會緩慢降溫，待堆肥溫度降到 50°C 時，即應再補加蒸氣，使堆肥在 $52^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 下維持48~72小時以上，然後再使堆肥保持在 $50^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 溫度下4天，使堆肥呈現鬆軟且富彈性，達到最適洋菇生長的狀態。

堆肥經後發酵，達到適當腐熟，且無任何氨或不良氣味時，即可自 45°C 狀態下急速降溫，待床溫達到 30°C 左右時，即可下種。

以上所述菇舍的空氣溫度及床溫，最好以隔測溫度計或30公分以內的留點溫度計測定。100公分以上的長溫度計，用於測定此工作經試驗結果相差甚大，不宜再使用。

爲避免在後發酵期間，觀察溫度進入菇舍而發生中毒死亡的危險，可將30公分短溫度計接上3尺8號的鉄絲，自菇舍外插入測定。

堆肥製作



新鮮空氣 促進堆肥發酵

堆肥上床及準備工作完妥後，即將所有門窗完全關閉，此時菇舍內的堆肥開始發酵，溫度亦逐漸升高，爲使上下層堆肥及空氣溫度平均，可打開通氣機內循環口，經24

小時左右，在一般情況下，堆肥溫度可以自然達到 60°C 以上，則只要維持6~12小時左右即可作漸次送入外氣降溫的作業，不需再加入蒸氣，以節省燃料。但如在維持 $52^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 的1周內無法保持溫度時，還需加入蒸氣補足。

一般在堆肥溫度不再自然升時，即加入蒸氣，使菇舍內空氣達到