洋菇營養之研究

1. 稻藁堆肥之化學組成

林敬德　胡蟄賢

一、緒　言

洋菇爲本省外銷農產出口品之一，由於其利潤頗高而菇農們競向增殖，栽培面積逐年增加，但其單位面積產量却未見提高，反而有減低趨勢。其原因如菌種優劣，洋菇營養，栽培管理法以及病蟲害防治和驅除等因子頗多，而且其間諒必複雜。洋菇生產事業之重要性及應更邁進之今日，其綜合連貫性的基本研究極爲重要，非上述諸因子中之一二而能改善者。

洋菇營養生理之機能及其特質尙未盡明瞭，而且目前盛行於本省之稻藁堆肥，因其堆積方式，管理法及堆積時間等之差異而經腐熟醱酵後之各種有機成分之變化情形及其含量多寡均不明，又洋菇栽培中期及末期各成分之增減變動情形等均爲洋菇營養上值得檢討之問題。

本研究爲究明洋菇所需求之營養成分及質量以期得到更爲理想之洋菇堆肥作爲調製之依據。茲就稻藁爲材料以不同方式，方法所堆製之洋菇堆肥三種及稻藁之化學組成分，分析初步結果報告如次。本實驗進行中樣品及部份藥品等承蒙本所植病系食用菇研究室胡開仁先生暨陳顥潔小姐之謁誠協助，謹此致謝。

二、試驗材料及方法

㈠ 供試材料：

供試堆肥：係由本所食用菇研究室以稻藁製造以供55～56年度洋菇栽培用者，就其堆積醱酵處理不同而選出者有

(a) 現行一般堆積 (b) 三角架堆積 (c) 過熟老堆肥 (d) 材料稻藁共四種。

其堆積及製造過程如表一

表一　堆積方式及處理項目

處理項目＼堆肥種類	現行一般堆積	三角架堆積	過熟老堆肥
堆積方法	下敷膠布平堆稻藁於其上	下敷膠布底部中心上置等邊三角形竹架以供通氣再堆積稻藁於其上	下敷膠布平堆稻藁於其上
堆形大小〔寬×高×長〕公尺	2.0×1.8×6.6	2.0×1.8×6.3	1.5×1.0×5.0
肥料施用量〔以指數(kg)〕	稻藁100，尿素1，硫酸銨2，過磷酸鈣3，硫酸鉀0.8，碳酸鈣2.5		

堆積日期		55 年 10 月 14 日	55 年 10 月 13 日	55 年 7 月 1 日
翻堆日期	第一次	10 月 18 日	10 月 17 日	7 月 6 日
	第二次	10 月 21 日	10 月 21 日	7 月 12 日
	第三次	10 月 26 日	10 月 27 日	7 月 17 日
	第四次	10 月 30 日	10 月 31 日	7 月 24 日
上床日期		55 年 11 月 4 日	55 年 11 月 4 日	55 年 11 月 4 日

註：資料來源：由本所植病系食用菇研究定所提洋菇堆肥堆積方式及改進方法之報告。

㈡ 堆肥樣品採集及調處：

在上床前一天（55年11月 3 日）將整堆堆肥分三段切開，除去外圍周緣部份10～15公分，在橫斷面上切取10公分厚之一整面堆肥即在膠布上細切，打碎混合，以 4 分法取 1 ～ 2 公斤之濕潤材料，在通風式空氣乾燥箱中以 70°C 烘乾。於室溫中放置數天後，粉碎貯存於玻璃瓶中以供下列分析之用。

㈢ 分析方法：

1. 水分及灰分：以常法測定之。(1)

2. pH 值測定：加1：2蒸溜水，以玻璃電極測定之。

3. 全氮、磷、鉀之測定：秤取試料 0.4g 放入分解瓶加濃硫酸 8ml ，在分解爐加熱至全爲變棕色，俟冷後加60% $HClO_3$ 6 滴，繼續加熱至分解物變爲白色，此分解物以蒸溜水洗入於100ml. 之定容瓶，然後各吸取適宜量氮以擴散法，磷以鉬藍比色法，鉀以火焰法分別測定之。(2)

4. 碳素：重鉻酸氧化法。(3)

5. 有機物：碳素量乘1.724所得爲有機物。

6. 各種有機成分之定量：

試料係稻藁有機質之分解生成物，其各成分之分別定量法雖有 Dore (4), Schorger (5)等氏之木材分析法甚多，因其繁雜費時而據 Waksman, Stevens, Tenney 等氏(6)(7)之泥炭成分分析法就其主要成分分別定量之，其方法如下。

(1) 乙醚可溶物：

秤試料 5g 盛於濾紙筒經乾燥後放於 Soxhlet 瓶中以乙醚抽浸16小時，然後蒸散乙醚，烘乾，秤量即爲乙醚可溶物。

(2) 冷水可溶物：

上述濾紙筒中之殘渣全部移置於燒杯並以冷蒸溜水浸漬抽出24小時後，濾過，如斯重複抽浸，濾過三次而集合濾液於 250ml 定容瓶內，然後吸取 125ml 於蒸發皿置於水浴上乾固，105°C 烘乾秤量後於 650°C 灼熱成灰分，秤量。105°C 乾物量減去灰分量即爲冷水可溶物。另從 250ml定容瓶吸取 10～20ml 定冷水可溶之全氮量。

(3) 熱水可溶物：

冷水不溶殘渣以熱水洗入於另燒杯並置於熱水浴鍋上浸漬 1 小時，濾過，重複三次後濾液集合於 250ml 定容瓶後，如(2)法所述定量其熱水可溶物及熱水可溶之全氮量。

(4) 乙醇可溶物：

上述熱水不溶殘渣以95%乙醇 100ml 抽浸1～2小時後濾過，重複三次，濾液於蒸發皿乾固，烘乾，秤量則爲乙醇可溶物。

(5) 半纖維素：

乙醇不溶殘渣以 2 % HCl, 100ml 於附冷却器之三角瓶在 100°C 水浴鍋上抽浸 15 小時後，

過濾，並以蒸溜水洗滌至無 Cl 反應，濾液與洗液合盛於 250ml定容瓶中，分別定量2% HCl 可溶性氮，及以40% NaOH 中和後用 Bertrand 法(8)定量還原糖，還原糖量乘 0.9而得半纖維素量。

(6) 纖維素：

2% HCl 不溶之殘渣於 70°C 乾燥 24 小時並秤量算出全殘渣量後各秤取 1g 樣品 2 組於三角瓶中，各加 10ml 80% H_2SO_4, 於室溫抽浸 2 小時後加入 150ml 蒸溜水並附加玻璃冷器，煮沸 5 小時，然後以恒量濾紙濾過，洗滌，並集合於 250ml 定容瓶內，取 20ml 以 40% NaOH 中和後定還原糖量，所得還原糖量乘 0.9 卽爲纖維素量，此纖維素量乘 250/20 卽爲 2% HCl 不溶殘渣 1g 樣品中之纖維素量，再由此計算原試料中之纖維素總量。

(7) 木素：

上述 80% H_2SO_4 不溶之殘渣於 70°C 乾燥並秤量後，一組灼熱，秤量爲灰分，另一組經分解後定其全氮量而乘 6.25 卽得粗蛋白質，殘渣重量減去灰分及粗蛋白卽爲2% HCl 不溶殘渣 1g 樣品中之木素，再換算原試料中之木素總量。

三、結 果 及 討 論

(一) 稻藁堆肥之性狀：

供試堆肥在樣品採集時之二三性狀如下。

a. 現行一般堆積，其中心以至底部之堆肥概爲青灰色呈現似缺氧現象外，其餘部份概爲淡棕色或濃褐色，濕光澤，稍具香氧，頗疏鬆，濕潤柔軟，易斷，新鮮物之 pH 7.1, 水分爲65.99%。

b. 三角架堆積，均呈淡褐色或濃褐色，濕光澤，芬香，疏鬆柔軟，頗濕潤，易斷，新鮮物之 pH 7.2, 水分 67.68%。

c. 過熟老堆肥，呈濃褐色或褐黑色，頗密實，乾脆而易崩解，稍具臭味。

(二) 稻藁堆肥之化學成分

表二 三種洋菇堆肥及材料稻藁之化學組成

Table 2. The chemical composition of rice-straw and its three composts made with different stacking.

成分＼種類	現行一般堆積		三角架堆積		過熟老堆肥		稻藁	
	風乾%	乾物%	風乾%	乾物%	風乾%	乾物%	風乾%	乾物%
水分	11.34		10.46		8.23		11.68	
有機物	65.944	74.379	64.156	71.651	52.719	57.447	78.045	88.367
灰分	25.99	29.314	27.04	30.199	42.93	46.780	13.36	15.127
pH	6.5		6.4		6.5		6.5	
全氮	1.698	1.915	1.929	2.154	2.285	2.490	0.535	0.606
P_2O_5	0.850	0.959	0.714	0.793	1.38	1.504	0.124	0.140
K_2O	2.32	2.617	2.74	3.060	1.53	1.667	1.59	1.800
碳素	38.251	43.143	37.214	41.561	30.58	33.322	45.27	51.257
C/N	22.5		19.3		13.4		84.6	
乙醚可溶物	0.987	1.113	0.902	1.007	0.281	0.306	1.491	1.688
冷水可溶物	4.27	4.816	4.40	4.914	1.69	1.842	4.46	5.049
冷水可溶灰分	6.97	7.861	6.43	7.181	3.51	3.825	2.16	2.446
冷水可溶全氮	0.306	0.345	0.288	0.322	0.028	0.031	0.010	0.011
熱水可溶物	1.73	1.951	2.06	2.301	1.84	2.005	1.08	1.223
熱水可溶灰分	1.68	1.895	1.26	1.407	1.08	1.177	0.59	0.668
熱水可溶全氮	0.042	0.047	0.088	0.098	0.021	0.023	Trace	Trace
乙醇可溶物	0.538	0.607	0.591	0.660	0.552	0.602	0.855	0.968

半纖維素	5.793	6.534	7 703	8.603	3.003	3.272	15.698	17 774
2% HCl 可溶全氮	0.090	0.102	0.118	0.132	0.160	0.174	0.020	0.023
纖維素	15.821	17.845	13.806	15.419	1.794	1.955	26.193	29.675
80%H_2SO_4不溶灰分	11.295	12.740	11.654	13.015	28.621	31.188	6.928	7.844
80%H_2SO_4不溶全氮	0.226	0.255	0.245	0.274	0.523	0.570	0.049	0.055
木素	14.279	16.105	17 429	19.465	22.704	24.740	10.751	12.173
蛋白質	8.438	9.517	9.706	10.840	13.975	15.228	3.281	3.715

由表二所示，材料稻藁之一般成分含水分11.68%，有機物78.045%，灰分13.36%，pH6.5 全氮 0.535% P_2O_5 0.124%，K_2O 1.59%，碳素45.27% C/N率爲84.6 而由此基質材料經腐熟醱酵所製成之三種堆肥之成分含量均示有機物減少而其他成分增加 且其增減幅度雖示同一傾向 但各成分含量稍具差異 尤以過熟老堆肥爲甚

其差異原因當爲堆積醱酵之環境條件不同所致 玆就供試三種堆肥之堆製而言，均以稻藁爲基質材料而施以尿素 硫酸銨補充分解菌所需之氮源 過磷酸鈣及硫酸鉀補充磷鉀養料 及碳酸鈣爲有機酸中和劑等同樣處理，此外其堆積容積及翻堆日期稍有不同 然顯著之差異爲三角架堆積法在底部墊有三角形竹架以利通氣，故與現行一般堆積法所堆製之速成堆肥相比較，其醱酵可謂較好氣性 第二點差異爲過熟老堆肥之堆積適在夏季且堆積以至上床共歷時四個月餘，因醱酵溫度較高而且長期，其分解腐熟進行當頗深

影響有機物分解腐熟之主要條件如水分 溫度，通氣，反應，時間及微生物必需之營養分等因子 由上述新鮮堆肥之水分 65.99～67.68%及 pH 7.1～7.2，均在適宜範圍，營養分已有尿素，硫酸銨 過磷酸鈣，硫酸鉀之施用，氮源，磷 鉀養料諒必充足 對本堆肥之分解腐熟似無影響 故供試三種堆肥各成分含量之差異可認爲通氣 溫度及時間等因子所致

三角架堆積爲好氣性醱酵其分解腐熟進行較快 因之有機物，碳素含量及 C/N 率均較低而灰分 全氮量却較高 但與一般堆積之差異不顯明 其原因是否通氣量尙感不够，或是另有其他原因值得檢討 過熟老堆肥頗乾燥其風乾水分含量僅爲 8.23% 有機物 52.719 % 灰分 42.93 % 全氮 2.285% 碳素 30.58% C/N 率 13.4其有機物，碳素 C/N 率最低，而灰分 全氮則最高 此顯示其長時間及較高溫醱酵影響分解腐熟進行最烈

㈢ 有機成分

供試堆肥中之各種有機成分係由基質材料（稻藁）所含之含氮有機物及碳水化合物之分解腐熟所生成 爲洋菇營養之主要養料，其質量優劣直接影響洋菇菌絲蔓延及產量，但其成分種類頗多且複雜 玆就分析結果以乾物百分比分述如下

⑴ 乙醚可溶物 可溶於乙醚之物質包括油脂 (Fatty oil), 蠟 (Wax), 樹脂 (Resin) 等，此屬於較難或難以分解之物質 稻藁中含 1.688 % 過熟老堆肥含 0.306%最低 而一般堆積 1.113 % 則較高

⑵ 冷水可溶物 包括葡萄糖 (Glucose)，甘露糖 (Mannose)，蔗糖 (Sucrose)，戊糖 (Pentose) 可溶性蛋白質 氨基酸，有機酸及可溶性無機物等，屬於易分解物質，基質材料中此物質愈多則其分解腐熟愈快 稻藁爲5.049% 一般堆積4.816% 三角架堆積 4.914%，顯示較高，而過熟老堆肥爲1.842%最低 冷水可溶無機物，稻藁2.446%，一般堆積7.861%，三角架堆積7.181%，過熟老堆肥3.825% 冷水可溶全氮，其含量均較低，一般堆積0.345%示最高 過熟老堆肥 0.031% 示最低，稻藁中僅含0.011%

⑶ 熱水可溶物 包括澱粉 果膠 (Pectin)，氨基酸，單寧 (Tannin) 爲易分解物質，其含有量均較低 概在1～2%左右 熱水可溶無機物及熱水可溶全氮 含有量亦頗低，前者概在 2 %以下，後者在0.1%以下

(4) 乙醇可溶物：包括紅酚 (Phlobaphene)，蠟，樹脂，有機鹼 (Alkaloid)，色素等，爲較難分解之物質。稻藁含0.968%，堆肥中含量在 0.602～0.660%左右。

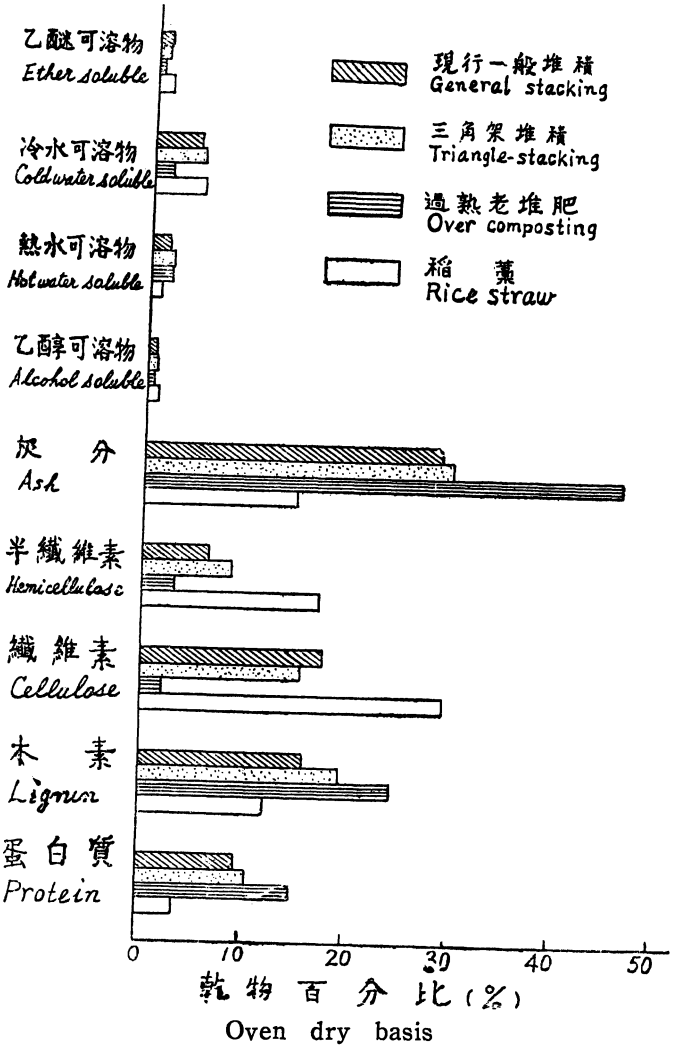
(5) 半纖維素：包括 Pentosan 類與 Hexosan 類等不溶於水而可溶於熱稀酸之碳水化合物，其與纖維素同爲植物體之主要成分，較難或難以分解。稻藁中含17.774%，一般堆積6.534%，三角架堆積8.603%，過熟老堆肥僅含3.272%最低。

(6) 纖維素：包括纖維素及濃酸可溶之碳水化合物，經加水分解後成葡萄糖之碳水化合物，爲植物體之主要成分，較難分解。稻藁中含量29.657%爲最高成分，一般堆積 17.845% 次之，三角架堆積15.419%，過熟老堆肥僅1.955%最低。

(7) 木素：木素之分解極爲緩慢，最後聚集成爲 Humus 稻藁中含量爲 12.173 %，一般堆積16.105%，三角架堆積19.465%，過熟老堆肥 24.740%則最高。

(8) 蛋白質：屬於易分解之物質，全氮中有部份非蛋白態氮故以（全氮一水溶性氮）×6.25 計算之。稻藁中含量3.715%，一般堆積9.517%，三角架堆積10.840%，過熟老堆肥15.228%。

茲就稻藁及三種稻藁堆肥之化學成分含量百分比列於圖一並分述如下：



圖一 堆積方式與稻藁堆肥化學成分之關係

Relationship between chemical composition of rice-straw composts and stacking

由圖一所示，稻藁之有機成分以纖維素類及木素等水不溶物約占60%爲最多，水可溶物及蛋白質示較少，而樹脂類則僅爲3%左右外無機成分爲15%。而稻藁堆肥者，因堆積方式之不同各成分含量雖稍具差異但有機成分總量均顯示減少，而無機成分却相對示增加，尤過熟老堆肥之增減幅度最大。其半纖維素及纖維素含量示最少，而木素，蛋白質，無機成分之含量爲最多。現行一般堆積與三角架堆積則增減幅度較少，且各成分含量差異不大。至於水可溶物及樹脂類之含量均爲較少而熱水可溶物示稍增加外均示減少傾向。

總之過熟老堆肥因長時間醱酵且分解激烈，其木素，蛋白質及無機成分含量增加而外，其他有機成分損失甚多。三角架堆積雖爲好氣性醱酵，但與現行一般堆積相比唯可認爲醱酵分解稍深些外，各種成分含量之差異並不大，其原因是否通氣量尙感不够，抑是另有其他原因，值得檢討。

洋菇之主要養料爲碳源，氮源，及無機鹽類，而稻藁堆肥所含之這些養料在質與量上是否適合其需要。如上所述稻藁堆肥之主要有機成分爲半纖維素，纖維素，木素及蛋白質，此等成分雖爲良好之養料(9)(10)(11)，但其水可溶物包括醣類，澱粉等亦爲優良之碳源，含量似嫌過少，似應探究適當材料以補充其需要。

四、摘　　要

爲期究明稻藁堆肥之化學成分及洋菇栽培期中各成分之變化情形以供調製洋菇堆肥之參考，玆就本所食用茹研究室所製：(1)現行一般堆積，(2)三角架堆積，(3)過熟老堆肥三種及材料稻藁分別測定其化學組成分，所得結果摘要如下：

1. 稻藁堆肥之主要成分爲半纖維素，纖維素，木素，蛋白質及灰分，而冷水熱水可溶物及乙醚，乙醇可溶物之含量均較少，其與稻藁相比則半纖維素，纖維素量減少而木素，蛋白質及灰分增加，且其增減之幅度頗大，而熱水可溶物稍增加外其他成分均示減少傾向。

2. 現行一般堆積者，水分11.34%，灰分 25.99%，pH 6.5，C/N 率 22.5，乙醚可溶物0.987%，冷水可溶物4.27%，熱水可溶物1.73%，乙醇可溶物0.538%，半纖維素5.793%，纖維素 15.821%，木素14.279%，蛋白質8.438%。

3. 三角架堆積者其木素，半纖維素，蛋白質，水可溶物含量較現行一般堆積者爲高，而纖維素含量較低，顯示腐熟分解較進行，但其差異不大。

4. 熟過老堆肥之木素，蛋白質及灰分含量均最高而乙醚可溶物，冷水可溶物，半纖維素，纖維素等含量頗低，顯示損失甚大。

5. 稻藁所含之水可溶成分（醣類，澱粉等）頗少，似應添加適宜材料以提高洋菇之需求。

五、參 考 文 獻

1. 東京大學農學部；實驗農藝化學上卷　昭27
2. 李蘭帝；大量植物樣本氮磷鉀的迅速測定法　農業研究15卷2期 (1966)
3. M. L. Jackson; Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. (1958)
4. W. H. Dore; The proximate analysis of wood. Jour . Indus. Engin. Chem. 11. 556. (1919)
5. A. W. Schorger; The chemistry of wood. Jour. Indus. Engin. Chem. 9. 556. (1917)
6. S. A. Waksman and K. R. Stevens; The contribution to the chemical composition of peat. 1. Chemical nature of organic complexes in peat and methods of analysis. Soil Sci., 26. 113. (1928)
7. S. A. Waksman and F. G. Tenney; The composition of natural organic materials and their decomposition in the soil. 1. Methods of quantitative analysis of plant materials; Soil Sci. 24. 275. (1927)
8. Bertrand; Official method of analysis, A. O. A. C. 544. (1955)
9. J. F. Styer; Preliminary study of the nutrition of the cultivated mushroom. Amer. Jour. Bot. 15:246 (1928)
10. J. F. Styer: Nutrition of the cultivated mushroom. Amer. Jour. Bot. 17:983 (1930)
11. E. B. Lambert; Comments on twenty years research in mushroom culture. Mashroom Sci., 1; 7(1950)

STUDIES ON MUSHROOM NUTRITION

1. The chemical composition of rice-straw composts

By

C. T. LIN J. S. HU

SUMMARY

In order to understand the degradation of mushroom compost and to seek a suitable compost for mushroom cultivation, three types of stacking: (1) general stack, (2) triangle stack and (3) over-compost were selected for chemical analysis together with the raw material of rice-straw was served as control. The air dry materials were used for all analysis. The results are shown as follows.

(1) The major component of rice-straw compost consisted of hemicellulose, cellulose, lignin, protein and ash, although containing little fractions of water and ether soluble. In comparison with the raw material, the general stacking decreased in the contents of hemicellulose, cellulose, cold water soluble fraction, ether soluble fraction and alcohol soluble fraction, while increased in the contents of lignin, protein, hot water soluble fraction and ash.

(2) The general stacking consisted of moisture 11.34%, ash 25.99%, C/N ratio 22.5, ether soluble fraction 0.987%, cold water soluble fraction 4.27%, hot water soluble fraction 1.73%, alcohol soluble fraction 0.538%, hemicellulose 5.793%, cellulose 15.821%, lignin 14.279% and protein 8.438%. The pH of the compost was 6.5.

(3) The results showed that there was a difference in component between the triangle stacking and general stacking, the former was lower in contents of cellulose, and higher in contents of lignin, hemicellulose, protein and water soluble fraction. It was shown that the former type of stacking was better aerated and was fully fermented.

(4) The composition of over-composting was lower in ether soluble fraction, cold water soluble fraction, hemicellulose and cellulose fractions, and higher in lignin, protein and ash. There was large amount of nutrient lost from this compost, since a longer period was allowed to the compost during the preparation.

(5) Because of low contents of water soluble fraction in rice-straw, it seems to be necessary to add some proper materials to increase the fraction of the compost.