農業廢棄物在有機農業之利用

王 西 華
國立台灣大學農業化學系

摘 要

農業廢棄物可分爲碳源及氮源，若以適當的組合處理(包括水分調節)使其穩定，即堆肥化後就可使用。堆肥化過程需要勞力及／或能源、時間、空間、水及農業廢棄物之搬運等問題，所以廢棄物本身相當穩定者僅需經過簡單處理，通常是攤開加水使其更穩定後直接使用於田地。

本文介紹本研究室近三年來的研究工作，以稻草，玉米穗軸，樹皮廢物爲碳源，豬、雞糞爲氮源，照固態醱酵之原理製造堆肥，並由堆肥中之理化性質及微生物相之變化，研討在有機農業之利用中，應該注意的堆肥熟成及穩定化的問題。另外，農業廢棄物之利用，只有進步的農民特別是經營綜合性小型農場之農民，才能利用進步而容易辦到的科技，以達到農業廢棄廢棄物循環利用的目的。

前 言

台灣地處熱帶及亞熱帶，高溫多濕的氣候條件下，微生物的活動力大，致使土壤中有機質的轉換率(rate of turnover)高，即如中美洲、非洲等熱帶地區之土壤有機物的轉換率也很高，約爲英國之4倍[1]。所以可瞭解到，本省原本土壤有機質的含量不僅偏低，且人爲施入土壤中的有機物，其分解速率亦可能偏高。按估算，本省耕地單位面積內，有機質肥料的需要量，爲有機碳量20公噸/公頃/年(王、林，生質能學會77年度宣讀論文)。

農產有機廢棄物經過堆肥化(composting)處理後，可製成良好的有機質肥料，如能建立一套簡單易行的模式，供農家自行製造堆肥之參考，是極爲理想的目標。然而本省多爲小農制，在現行的栽培體制下，欲建立該系統，至少需先考慮下列因素：

(1)勞力：製造堆肥需有充足的勞力，簡單的機器(主指翻堆用的機器)雖可取代一些勞力，但此工作仍極仰賴人力，而且購置機器亦非一般小農家所能負擔。

(2)土地：堆肥製作需有一定的作業面積，除本堆所佔空間外，尚需有供翻堆用的空間。

(3)時間：堆肥化的過程頗爲費時，例如洋菇堆肥的製作程序僅爲一般堆肥(指充作有機質肥料者)之製作程序的部份，但仍至少需時4至5週[2,3]。一般而言，堆肥製作至少需費時2至3個月。

(4)材料：大部份的農場廢棄物之容積比重小[4]，此種堆肥材料之收集與堆積方式，不同材料間如何搭配，以及如何調配成最有利於微生物作用的環境(如水分、碳、氮、磷素等之含量等)，均需愼重考慮。

(5)水源： 水分爲維持微生物活動之主要條件之一，製作堆肥時，需考慮水源的問題。由於台灣單一農戶的耕地空間十分有限(平均約小於1公頃)，且現今農村勞力日漸缺短，致使農家自製堆

肥的意願不大，而即使農家欲自行製造堆肥，客觀條件的限制亦很大，例如兩期稻作之間，雖有大量稻草可供製堆肥，但此時亦爲農忙之時，故農民大都採用最簡便迅速的燒卻方法來處理稻草。

而另一方面，由於國民的生活水準提高，對於農產品(尤其是園藝作物產品)的品質要求亦隨之提高。在大量進口國外高品質農產品(例如蘋果、梨、柑桔、花卉等)的衝擊下，本省農民亦積極轉向生產高品質的農產品。其做法首先需從合理的土壤施肥管理做起，以期改善土壤之物理性、化學性和生物性而達目的。因此高經濟價值作物(如果樹、蔬菜與花卉等園藝作物)的耕地中，有機質肥料的需求量逐漸增加。農業廢棄物是有機肥料之主要來源，而農業廢棄物之研究在有機農業推行中之角色，可參考於1986年8月18日主辦的第六屆國際有機農業運動聯合會會議的 Santa Cruz大學的農業生態研究計劃十二個之一，堆肥化技術(composting technology)之項目 [5]。

本文將介紹本研究室此二/三年對農業廢棄物之碳源及氮源所做之適當配合處理，即對稻草－豬糞，玉米穗軸－豬糞，玉米穗軸－雞糞，樹皮－雞糞之堆肥化及生物劑之影響之結論，作有機農業推行之參考。

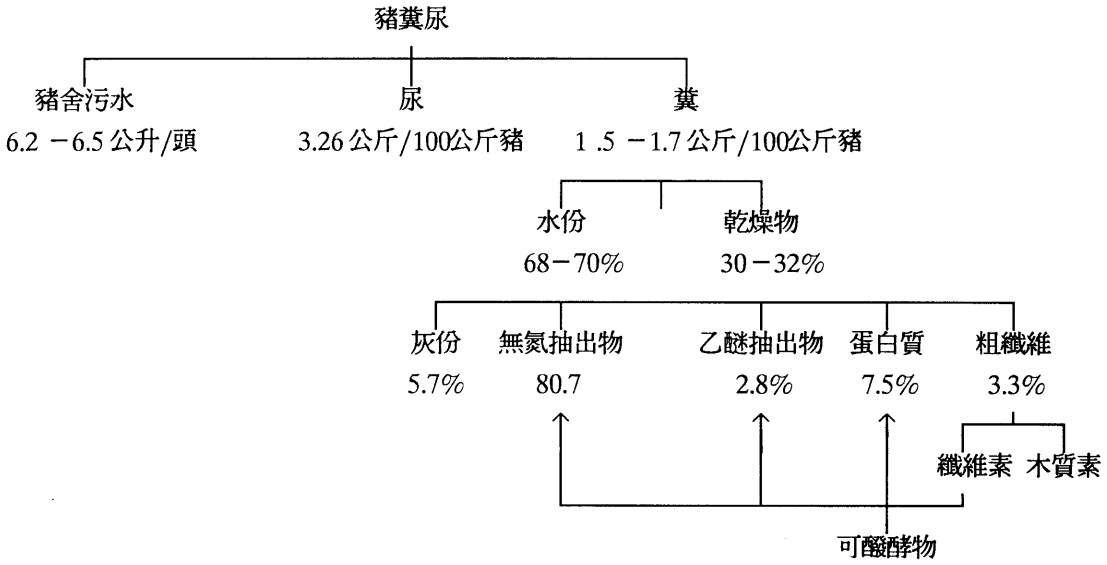
台灣地區主要農產廢棄物量之調查及堆肥製造性質分析

由農委會、農林廳、能礦所等單位收集所得資料 [6,7,8,9,10,11]，並依堆肥製造所需特質整理得表一；表中所列碳、氮比值高者，吾人可視之爲碳源，碳、氮比值低的則宜視之爲氮源，即可將各類廢棄物分爲氮源及碳源。針對豬糞、樹皮二種有機質廢棄物有關堆肥製造過程中之性質加以分析，其結果如表一、圖一、圖二。

表一　台灣主要有機廢棄物概估 [6,7,8,9]

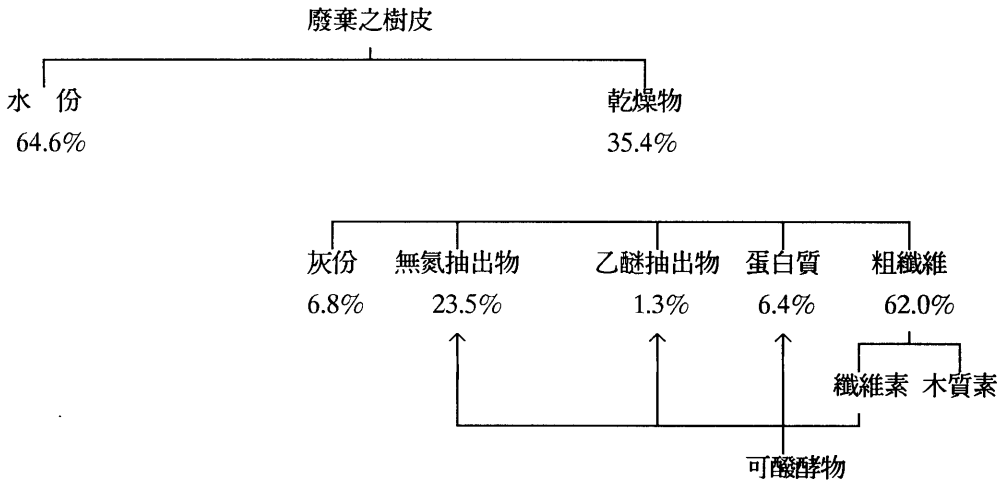
Table 1. The estimated amount of the main organic wastes produced in Taiwan[6,7,8,9,)]

Kinds of organic wastes	Production (10^4 t/year)	Its characters as a fermentation substrate			
		Maximum water holding capacity	Decompo-sibility	Bulk density	C/N ratio
Rice straw	260	medium	Easy	Low	Large(>20)
Rice hull	60	Low	Difficult	V.low	Large(>20)
Sugarcane leaves	210	Medium	Difficult	Low	Large (>20)
Wastes from food factories	60	—	Easy	—	—
Hog manures	600	Medium	Easy	Medium	Small (<15)
Manures from other animals	250	Medium	Easy	Low	Small
Corn cob	20	Medium	Difficult	Low	Large(>20)
Municipal wastes	404	Medium	Easy	Low	Large(>20)
Wastes from fruit/ vegetable market	9	—	Easy	—	Large(>20)
Bark wastes	5	Medium	Difficult	Low	Large(>20)



圖一　豬糞尿成份略圖

Fig.1. The components of hog manures



圖二　廢棄樹皮組成成份略圖

Fig.2. The components of bark wastes

表二 豬糞堆肥製造30天前後之比較[1)]

Table 2. A comparison of different hog excretion composts after 30 day's period of composting [1)]

Character of compost	group 1 Pure hog manure	Group 2 Hog manure with rice straw	Group 3 Hog manure with rice straw and brewkery waste
Change in temperature	Up	Down	Down
Maximum temperature	65℃	55℃	58℃
at last reiling	Decreased	Increased	Increased
Bulk density	(0.91-0.60)	(0.63-0.77-0.68)	(0.62-0.84-0.73)
Maximum water holding	No signi. difference	Increased	Increased
capacity	(4.76-4.87-4.66)	(4.34-5.31-4.58)	(4.26-5.33-4.61)
Nitrogen	Decreased 2/3	Decreased 1/2	Decreased 1/2
free extract			
Crude fat	Decreased 7/10	Decreased 6/7	Decreased 6/7
Crude fiber	Decreased 1/5	Decreased 1/2	Decreased 1/2(53)
Total N	Decreased 1/10 (7%)	Decreased 1/5 (19%)	Decreased 1/4 (25%)
Soluble N	No signi. difference	Increased 3.2－decreased 0.6	No signi.difference
Immobilized N	No sigini. difference (2.03-2.63)	Decreased 1/5(21%) (1.46-2.03)	Decreased 3/10 (29%) (1.47-1.95)
C/N ratio	15.0-11.0	21.0-14.0	21.0-14.0
Results	Too low in C/N ratio and too high in bulk density at the beginning,and poor in aeration	Addition of rice straw adjusted the C/N ratio and bulk density	No significant effect after innoculation
Stability	+	+	+

(1)From the report of " A Survey and Study on the Resources of Organic Manures and Common Compost in Taiwan " by the author under the support of the Advisory Committee of Scientific Technology,Executive Yuan,1987.

表三 固態醱酵所使用的系統 (12)

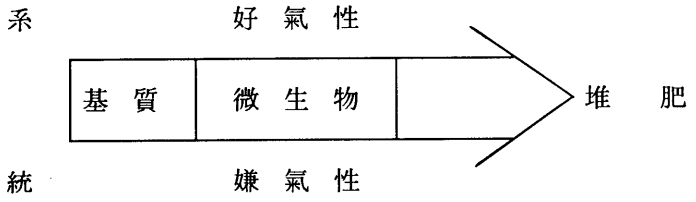
Table 3. The systems commonly utilized for solid state fermentation (12)

Substrate moisture loss	Open or closed	Gas	Raw materials	Products
Definite	Open	Aerobic	Grains	Starters,spawn,cephalosporins,composts
Not definite	Closed	Aerobic	Compost,straws, hulls.	Mushrooms
		Anaerobic	Hog wastes	Methane
		Aerobic & anaerobic	Grains	Sorghum liquor

固態醱酵及農業廢棄物之堆肥化

碳源材料(稻草、玉米穗軸、樹披(圖二)軸等)，先做假堆，然後需補充氮源(豬雞糞等有機氮或/及氮肥如圖一)，及其它肥料，其總氮量爲材料乾重之1.5%。堆積後溫度會上昇，達頂峰後下降，下降之初，翻堆後再堆積，通常爲每3～4天翻堆一次，二週至四週後，溫度上昇漸漸變爲不明顯[3]。攤開處理爲消耗有機酸類之物質而強化黴菌類優勢生長，促使堆肥穩定化，此種堆肥化實際上是固態醱酵(SSF)的一種。固態醱酵是指固態基質在適當的水分下之微生物生長及/或代謝(過程)。

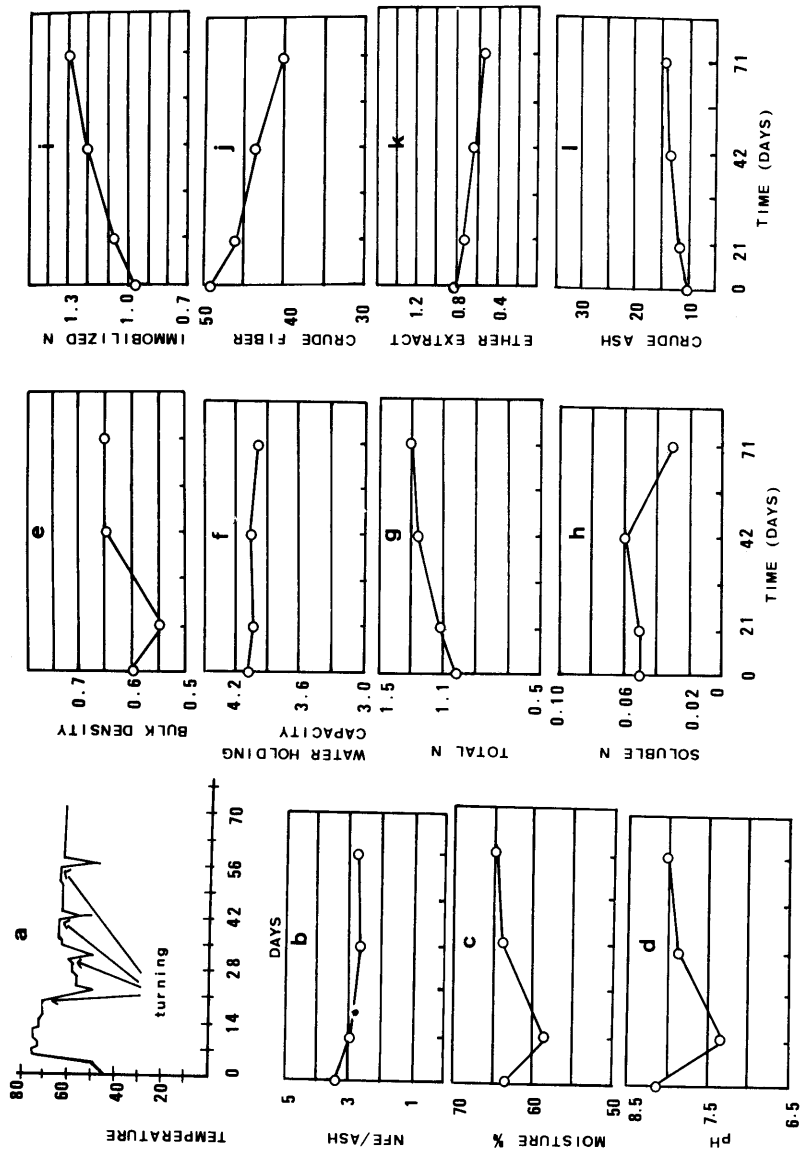
SSF不同於浸水醱酵，因浸水醱酵的培養基爲液態的[12]。SSF有數種好處，舉例來說，沒有或是很少有液態廢棄物，並且投資低(表二)。所以應用固態醱酵去利用固態廢棄物是很適當的。因此本節將介紹曾在本研究室所用的反應系統，強調水的重要性，藉著有氧或無氧固態醱酵可以有效地利用固態廢棄物。這些包括好氣性的麴、堆肥、菌種製造、菇類培養、蚯蚓生長及嫌氣性的掩埋、高粱酒精醱酵。在醱酵過程中可以蒸發的分爲兩種顯著的反應系統，其一是在開放式，基質水分的蒸發，另一是如表三所提的密閉式，全無或少有水分蒸發。稻殼或/及稻草及豬廢棄物可以做好氣性開放式的，而菇類栽培爲好氣性密閉式。利用此原理可估計無機態氮在堆肥製造中其最高不溶性氮爲1. 56%，而當每100kg之風乾稻草可得到最高新鮮洋菇110kg[3]，在本研究室中用到作爲固態醱酵的特殊指標，已簡述在圖三中。在SSF的基質通常是靜態的，而且並非是良好混合的，因此在基質中的接種濃度或是生長原點(可用每單位基質重量的細菌數目來表示)，來描述醱酵初期的微生物狀態。



指	容水量(WHC)	腺核苷三磷酸	不可溶性氮
	水分吸濕曲線	接種密度	容水量
標	容積比重	吸附百分率	容積比重
	結晶指標		堆積高度
			熱量性質

圖三　臺大應用微生物研究室用於固態醱酵的指標

Fig.3. Parameters adopted by the Laboratory of Applied Microbiology of National Taiwan University for solid state fermentation



圖四　樹皮廢棄物堆肥期間的醱酵資料

a 堆肥期間溫度變化　　e 堆積期間容積密度之變化　　j 堆積期間粗纖維之變化

b 堆積期間每單位灰份之無氮　　f 堆肥期間最大容水量之變化　　k 堆積期間乙醚抽出物之變化

抽出物(NFE / ASH) 之變化　　g 堆積期間總氮之變化　　l 堆積期間粗灰份之變化

c 堆積期間含水量之變化　　h 堆積期間可溶性氮之變化

d 堆積期間酸鹼度之變化　　i 堆積期間固定態氮之變化

Fig.4.　Fermentation data during composting of bark wastes: a. change in temperature, b. nitrogen free extract(NFE) on the basis of ash, g~l. on the basis of dry weight[13]

堆肥製造例

1.稻草- -豬糞：

種植微生物製劑於豬糞堆肥堆積中，所產生的各種成份變化，整理在表四。結論爲純豬糞醱酵碳、氮比值太低，初容積比重太大，通氣性不好；豬糞中加入等容積之稻草對碳、氮比值及容積比重有調節作用；接種微生物劑之4種處理中除T.F菌外，其餘3種微生物劑接種後效果皆不顯著。

2.玉米穗- -豬糞(表四)：

表四　植種微生物劑堆肥製造試驗

Table 4. Effect of microbe inoculation on the composting

Location	Yichu[a]				Taitung[a]
Material & methods					
1. Material					
1-1.Varieties of corn	#351 and 16				#5 and 11
1-2.Bulk density	0.34				0.2
1-3.Sieve number	5				8.5
1-4.Maximum WHC	3.36				3.97
1-5.N sources	Hog manure				Urea
2.Primary piling					
2-1.Time period	1 week				1 week
2-2.C:N:P	100: 3.0: 0.3				100: 3.0: 0.3
3.Real piling					
3-1.Time period	4 week				6 week
3-2.Dispersed	2 week				- - -
Results	No inoculum	A-3-2[b]	D-1-1[b]	F2[b]	No inoculum
1.Maximum WHC[c]	3.26→3.18	3.02→3.28	3.16→3.25	3.32→3.25	4.02→4.21
2.Total N[d]	1.21→1.56	1.08→1.51	1.11→1.42	0.99→1.46	1.41→1.65
3.Immobilized N[d]	0.32→1.35	0.25→1.26	0.30→1.21	0.29→1.26	0.72→1.20
4.Crude fiber[d]	28.4→31.5	38.2→32.9	36.9→31.6	36.0→30.6	38.9→32.5
5.Crude fat[d]	0.38→0.41	0.41→0.40	0.35→0.41	0.38→0.42	0.40→1.00
6.Crude ash[d]	2.96→4.08	2.84→3.94	2.86→4.40	2.56→3.92	2.93→4.58
7.Soluble N compound/crude ash[d]	17.1→13.3	18.3→13.6	18.5→12.4	18.9→14.2	17.3→11.3
8.Bulk density[c]	0.79→0.58	0.82→0.56	0.79→0.61	0.76→0.62	0.54→0.47

a.Yichu: hog manure, Taitung: urea. b.Inoculum. c.Wet basis. d.Dry basis.

製造玉米穗軸時需注意各品種玉米穗軸之物理性質，即假比重，最大容水量，粉碎後之粒徑，假堆1週後添加氮、磷堆積4週(每週二次翻堆)後攤開二週結束堆肥製造，攤開是做小堆，攤開一週後溫度下降爲30℃左右，外觀可以看到菌絲，此菌絲可能有Hoitink及Fahy([13])所稱的中溫性黴菌的性質，有益於作物生長，而攤開後固定態氮之增加很明顯(表四)，攤開後每單位粗灰分的無氮可溶物之穩定

情形已沒有明顯的增減(表四)，此表示本屆堆肥相當穩定，而植種微生物劑似沒有效果，所以建議：假堆一週，本堆積減少爲2～3週(每週需翻堆二次)後，攤開十天，在「本堆積」時添加氮，於第二次翻堆時植種微生物劑，以期玉米穗軸之軟化以利於植種微生物之生長及減少氨之毒害，目前玉米之脫粒是集中處理，所以集中一處粉碎玉米穗軸後，直接施於土壤的方式值得一試，此時需要本研究之假堆，添加氮，磷之概念，又此時不一定要找高價值之作物，可以用於附近的田園，例如玉米田也可以。

3.玉米穗－－尿素(表四)：

玉米穗軸粉碎至 8.5篩目，調整初水分至最大容水量的 1/2～2/3(即濕重的60%)，經 7天假堆積後，尿素爲氮源調整碳、氮、磷之比值爲100：3.0：0.3，再經42天之堆積，最大容水量由3.97升至4.21，每單位乾重粗灰份由2.93%升至 4.58%，總含氮量由 1.14%升至 1.65%，每單位乾重固定態氮由 0.72%升至1.20%而穩定(38～49天)，每單位乾重粗纖維由37.9%降至32.5%，每單位乾重粗脂肪(乙醚抽出物)由0.35%升至 1.00%，每單位乾重粗灰份由 2.93%升至 4.58%，每單位粗灰份無氮抽出物由23.54%降至11.27%而平衡(38～49天)，顯示基質已被分解，堆肥呈有限度之腐熟。

4.樹皮－－雞糞：

樹皮堆肥製造中之溫度變化中假堆積的在圖四。只水分在最大容水量之 2/3經自然醱酵而溫度可保持55℃。此與Campbell等 [15] 樹皮在保持水份 70%時溫度可昇到 50℃～60℃之事實符合。假堆積後，補給雞糞爲堆肥材料之總氮之1.5%後加水爲最大容水量之一半時之各成分變化在圖四。每次翻堆時溫度才會下降。本堆積方法之結果顯示在第40天對pH、無氮抽出物、最大容積密度、總氮、粗灰分而言有穩定的現象。40天以後可能纖維素被利用。結論爲堆肥溫度達到最高溫度60°～70℃時可以翻堆即每3天翻堆時穩定化可能縮短成熟時間3至4週。

結論及將來的展望

根據上述事實及經驗可分爲能源需要量及處理、氮源之配合，穩定化，生物劑接種，農家經營等五個方向來研討農業廢棄物利用在有機農業之推行可能的問題。

1.農業廢棄物之處理及其能源需要量：

堆肥製造需要許多能源，例如洋菇栽培所需之能源的76%是堆肥製造所需，而換算費用則爲洋菇栽培所需的27%，這是菇農不太願意做堆肥的原因之一。所以先看農業廢棄物之穩定性，不要一味只做堆肥，而應想辦法用簡單的處理後即可直接施肥 [17,18,19] 的方法。

2.氮的配合：

農業廢棄物之纖維質廢棄物的含氮量低，所以需要含氮量高的畜產廢棄物來配合。通常製造洋菇堆肥時其初期含氮量爲乾重的1.5～1.6% [2]。但堆積成熟後,原料之有機物會減少一半，而乾重成熟堆肥的最高不溶性氮量可能爲1.56% [3]。即堆積時會損失氮；如何有效的利用氮的問題有待以後的研究。

3.堆肥之穩定化：

堆肥受堆後堆積溫度會昇高，而重覆翻堆後昇溫程度會降低(圖四)，昇溫程度及可醱酵物質成正比例，所以堆肥後期昇溫愈低堆肥愈穩定。對於堆肥之穩定化方面Morel等(1985)有一系列之研究，其測定指標如下：

a.—— C/N比率.

b.—— 多醣類分析.

c.—— 腺核苷三磷酸(ATP)測定.

d.—— 層析法測試(EAWAG test, Switzerland).

e.—— 腐植成份萃取之後作比色測試.

f.——呼吸活性測試.

g.——植物毒性測試(發芽與生長測試).

本研究室曾從事不溶性氮及醱酵結果的氣體分析(即上層氣體分析Head Space Gas Analysis, HSGA)。HSGA之總氣體可定性的表示穩定[21]及熟成堆肥中之不溶性氮理論值可能爲1.56％[3]，但實際上不會超過1.3%，即不溶性氮接近1.3%時表示穩定。而無氮抽出物在堆積中降低後變爲恆常狀態時似一種穩定。

4.生物劑接種效應：

堆積的溫度變化如圖四，可達到溫度消毒之目的，但需注意通常眞菌之纖維分解力是細菌及放射線菌的10～100倍，而眞菌之生長上限爲62℃[23]，所以堆積溫度高時大多數爲放射線菌，翻開時溫度下降會有Hoitink[19]所稱的有效中溫眞菌變爲優勢，對作物生長較好。因微生物相之有機物分解能及溫度適應方面不單純，所以加速分解爲目的之生物劑的效應不一定很好。目前民間推行之probiotics(24)的使用對豬糞之脫臭似乎有效，故生物劑開發方面值得先深入研究其作用機制。

5.堆肥製造之地理條件及經營管理：

在農業廢棄物之利用方面，原則上Fischer(1985)[25]指出的幾點可做爲有機農業推行之參考[12,26]。簡言之，進步的農友才會用進步的，不貴的科技作出可用的產物，欲達到此目的首先我們需在緒論中所提的地理條件、適當的農友、材料(農業廢棄物)，水源、適當空間(土也)、時間、勞力等方面來配合作物習慣而有適當的用途，如此才有人製造堆肥，所以通常綜合性的農業經營才有希望。事實上台東市農友賴永美先生以綜合農牧方式經營，其中有1000頭養豬場，經過一番辛苦的經驗，他成功的利用厭氣醱酵產生能源發電或發熱，醱酵後的廢液則經由埋在地下之管道輸送到其它農場供作他用。他更靠電腦的輔助進行這些工作，但像賴農友這樣成功的例子不多，至少對小規模農場或單項經營者是不太可行的。賴農友的經營方式是有機農業之一。此一事實與有機農業運動籌組人要求農民實行小型農場、農作物多元化經營、採用間作、雜作及輪作，以達到生物防治的目的是一致的[5]。

參考文獻

1.Jenkison, D.S. &A. Auamaba. 1977. Decomposition of cabon-14 labelled plant material under tropic condition. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 41: 912-915.

2.Vedder, P.J.C. 1977. Modern mushroom growing, Educabook B.V., Culemberg, Netherlands.

3.Wang, H. H. 1978. Two types of model in solid state fermentation involved in mushroom cultivation for prediction of biomass formation. Mushroom Sci. 10:1039-1047.

4.Wang, H. H. 1981. Water absorption characteristics of cellulosic wastes and soid state alcohol fermentation. Proc. 2nd World Congress of Chemical Engineering (XI Interamerican Congress of Chemical Engineering), Montreal, Canada, Oct. Vol. 1:297-300.

5.周昌弘　1986　國際有機農業運動聯合會議。土壤肥料通訊第十三期212-285頁。

6.台灣芻料資源之經濟調查研究　1984　行政院農業發展委員會補肋，台灣省政府農林廳編印。

7.台灣農業年報　1986　台灣省政府農林廳。

8.陳榮耀　1987　纖維素廢棄物醱酵處理研究計畫，能源研究發展基金研究計畫報告計畫編號:786K 1 經濟部能源委員會出版。

9.王西華　袁紹英　1986　農業廢棄物堆肥處理，養豬場廢汙處理與再利用研討會論　文集，國立成功大學環境工程研究所編。

10.Hong, C.M., M. T. Koh, and T.Y. Chow. Production and utilization of biogas in Taiwan, Animal

Waste Treatment and Utilization, Chung Po. (ed.)

11.Yang, Y., C.W. Liau, C.M. Hong, and K.T. Chung. Studies on the quantity and quality of swine wastes voided. Animal Waste Treatment and Utilization, Chung Po, (ed.)

12.Wang, H.H. 1987. Application of solid state fermentation to utilize solid wastes. Global Bioconversions Vol. 4, P.199-210.

13.Hoitink, Harry A.J. &C. Fahy Peter . 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24: 93-114.

14.Wang, H.H. 1987. Improved processing of bark wastes using solid fermentation, Paper presented at symposium on solid state fermentation, Sept. 3,1987. Abstract 193th ACS National Meeting New Orleans, La. Aug.30-Sept. 4, 1987.

15.Campbell, C.D., J.F. Darbyshire, and J.G. Anderson. 1986. Microbial decompositon of coniferous tree bark. Abstracts of Microbe 86 XIV Internatinal Congress of Microbiology, p. 84. Sept. 7-13, 1986. Manchester, England.

16.Huang, C.H., C.W. Shen, H.H. Wang. 1981. Energy budget on biomass production of agricultural wastes by solid state fermentation, Mushroom Science 11(2):1-17.

17.Su, Nan-Rong. 1982. Recycling for plant nutrients through application of organic materials to crops in Taiwan, Republic of China. Country paper presented at APO Study Meeting on Organic Fertilizers, Oct. 11-21, 1982, New Delhi.

18.Lian, Shen. 1980. Rice yield response to nitrogen and relevant soil fertility factors. Increasing Nitrogen Efficiency for Rice Cultivation, ASPAC-FFTC Book Series No. 18. Taipei, Taiwan, P.15-38.

19.Houng, Kun-Huang. 1982. Effects of crop residues on a following crop. Proceedings of the Seminar on Allelochemicals and Pheromones, June 21-26, 1982, Taipei, R.O.C. p.261-268.

20.Movel, J.L., F. Collin, J.C. Germm, P. Codin, C. Juste. 1984. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost. J.k.R. Casser, Composting of Agricultural and Other Wastes. p.56-72. Elsevier Applied Sci., Pub. London.

21.Wang, H.H., L.L. Tseng,1986. Measurement of stabilization of municipal sludges by HSGA., World Congress III of Chemical Eng., Sep.21-25, 1986, Tokyo., Vol. 3:727-730.

22.Bellamy, W.D. 1979. Cellulolytic thermophiles, ASM News, Vol. 45(2):417-418.

23.Tansey, M.R. 1971. Isolation of thermophilic fungi from self-heatd industrial wood chip piles. Mycologia Vol.63:537-547.

24.Gilliland, S.E. 1988. Probiotics, Fact & Fancy. Abstract 8th International Biotehnology Symposium, Paris, July 17-21,1988. P.34.

25. 王西華 1987 新興科技在台灣農業運用之可能性及其影響評估，台大農業推廣簡訊第2期 P.11～14。

26.黃世佑 王西華 洪嘉模 張鎮南 1987 穀類廢棄物與厩肥之有效利用。農委會編新興科技在台灣農業運用之可能性及其影響，小組評估報告，p.89～110。

Utilization of Agricultural Wastes in Organic Farming

Hsi - Hua Wang
Applied Microbiology Laboratory,
Department of Agricultural Chemistry,
National Taiwan University

summary

Agricultural wastes could be classified into two groups, carbon and nitrogen sources. Adequate treatment with proper combination of the wastes and watering gives stabilized composts. Composting requires energy, time, space, water and substrate transporting. Therefore, unless necessary, direct soil incorporation of wastes is the best way to use. Stabilized composts play a role on changes of microflora, nitrogen immobilization, gravel-phospate dissolving, probable generation of growth factors for crops and prevention on pathogen growth, to reduce the use of agrochemicals. This paper presents our three years work in composting of straws, corn cobs and bark wastes as carbon sources and domestic animal wastes as nitrogen sources from the viewpoints of solid state fermentation. Special attention was paid to probable role of the changes of microflora during composition and also to the changes of nitrogen free extract and immobilized nitrogen in connection with the stabilization of wastes. The author stressed that only innovative farmers can use innoative technology efficiently, particularly with a small integrated farm, for recycling of agricultural wastes.