

# 處理堆肥減少洋菇吸汞量方法之探討

A study on the effect of treatment of compost  
on the uptake of mercury by mushroom

李國欽 黃慶嬰 何銘樞

G. C. Li, C. Y. Hung, M. S. Ho

Reprinted from proceedings of the Fifth Symposium  
on mushroom research and improvement of Production  
December, 1976.

抽印自臺灣區第五屆洋菇學術討論會報告

中華民國六十五年十二月

# 處理堆肥減少洋菇吸汞量方法之探討<sup>1/</sup>

## A study on the effect of treatment of compost on the uptake of mercury by mushroom

李國欽<sup>2/</sup> 黃慶嬰<sup>3/</sup> 何銘樞<sup>4/</sup>

G. C. Li, C. Y. Hung, M. S. Ho

### 緒 論

洋菇為我國重要外銷農產品之一。主要輸入國加拿大、美國、及德國對洋菇含汞量都訂有嚴格之規定。洋菇可自堆肥及覆土吸取汞。<sup>(1)</sup>覆土可採取不含汞之土壤，以免被洋菇吸收，但堆肥則較為複雜。因栽培洋菇所用堆肥之材料為稻草，而稻草可自土壤或含汞農藥（現已禁用）獲得汞之供給。堆肥視其所含汞化合物種類之不同，當含汞總量達到0.05-0.5ppm時，由此長出之洋菇，其含汞量可達0.05ppm以上<sup>(1)</sup>。為減少洋菇吸收汞，研究如何改變或處理堆肥，為當前之一重要課題。

除去汞污染之方法很多，<sup>(2)</sup>本研究僅就①利用不同之栽培材料。②利用化學藥品減少洋菇對汞之吸收，③利用真菌減少洋菇對汞之吸收作一探討。

### 材 料 與 方 法

利用蔗渣與稻草混合栽培洋菇：將切碎之稻草平放於廣場上，以噴霧器將氯化汞之水溶液均勻噴佈，於切碎之稻草上攪拌均勻，靜置二天後，以此稻草與蔗渣以不同比例混合，然後分別堆積發酵，三星期後上床，經過後發酵後，下種洋菇菌種，並於採收時分別測定所採洋菇含汞量。

利用化學藥品減低洋菇對汞之吸收：與上述試驗相同，將預先混有汞劑之堆肥，在後發酵之前或經後發酵後，將不同種類與濃度之化學藥品，分別混入堆肥中，依常法於後發酵後下種洋菇菌種，採收時分析所採洋菇中之汞含量。

利用真菌減少洋菇對汞之吸收：自洋菇堆肥中分離出約廿種之真菌菌株，將此等菌株接種於含有0.1ppm汞之堆肥抽出液的液體培養基中，（50g稻草加1ℓ蒸餾水蒸煮一小時後過濾，再加入30g蔗糖，分別裝入500ml三角瓶，每瓶200ml，然後高壓殺菌），置於室溫中（25°C-29°C）培養，經過20-25天後，取其生長良好者，利用微孔濾器（millipore filter）將菌株濾出，並測定濾液中之含汞量，以與不含菌之培養基中含汞量比較。依據上述檢定結果，選出吸汞能力最佳之真菌菌株三種，即 *Humicola* sp., *Aspergillus* sp. 及二水181菌（Code No.），其自液

計劃編號：63/64-MRF-CM-114

63/64-MRF-CM-123

2/3/臺灣植物保護中心農藥殘量組組長及研究助理

4/省農會組長

體培養基之吸汞百分率各為64.9, 73.5, 及76.2%。(Humicola sp. 乃由臺灣省農業試驗所宋細福先生贈送, 而 Aspergillus sp. 及Code No. 二水181菌株則由中興大學陳大武先生贈送。)

將此三種菌株大量培養於液體培養基, 20天後將菌絲濾出, 打碎後再均勻拌入堆肥中, 然後栽種洋菇。至洋菇收成後, 測定菇體中之含汞量。

## 結 果 與 討 論

利用蔗渣混入含汞之稻草中, 以減少洋菇汞含量之探討: 將不含汞之蔗渣(此等蔗渣經省農會測定其中不含汞)混入加汞之稻草中, 製作堆肥, 栽培所得洋菇, 菇體中含汞量如表(-)。

表(-) 含汞稻草與蔗渣依不同比例混合製成之堆肥對洋菇含汞量之影響

堆 肥 種 類 (稻 草 : 蔗 渣)	菇 體 中 之 含 汞 量	
	(ppm)	(%)
100 : 0	0.3645	100
70 : 30	0.3209	88
60 : 40	0.2972	82
50 : 50	0.3257	89
40 : 60	0.3477	95
30 : 70	0.3508	96

註: 稻草中之含汞量約為0.5ppm, 乃在稻草堆積發酵前加入者。

不含汞之蔗渣混入含汞之稻草時, 最多只能減少洋菇含汞量18%, 而不同混合比例間減低量相差並不顯著。其原因尚不明瞭。理論上, 不含汞之蔗渣混入含汞之稻草中, 應可稀釋堆肥中之汞含量, 而使洋菇中之含汞量相形減少。是否洋菇在稻草與蔗渣同時存在時, 大部份洋菇菌絲僅利用水稻作為其生長材料, 值得加以探討。

利用不同化學藥品減少洋菇自堆肥中吸收汞: 選用之化學藥品共分二類。第一類是  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$ 。第二類是cysteine, thioglycerol,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 及EDTA。選用第一類藥品之構想, 是假定洋菇吸收之汞主要溶解於堆肥中之水份, 加入  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$  理論上會使部份汞化合物形成碳酸鹽類及磷酸鹽類而沉澱。選用第二類化學藥品則因此等化學藥品都可與汞形成複合物。組織中之汞可能會與其結合後, 溶入水中。

在堆肥後發酵之前, 將  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$  均勻混入堆肥之中, 最後測定由此等堆肥產生菇體中之含汞量, 結果如表(=)。

表(=) 洋菇堆肥中加入  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$  對洋菇吸汞之影響

藥 品 名 稱	加入量 (g/kg堆肥)	菇 體 中 含 汞 量	
		(ppm)	(%)
未處理者		0.4429	100
$\text{CaCO}_3$	3.125	0.4473	>100
	6.250	0.4014	91
$\text{CaHPO}_4$	0.313	0.4508	>100
	3.125	0.6075	>100
	6.250	0.4555	>100

由表(三)顯示堆肥中添加  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$  時，並不能減少洋菇對汞之吸收，而且在大部情況下，洋菇吸收汞之量反比堆肥未經處理時為多。其原因尚不明瞭，但可能與加入  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$  對堆肥pH值之影響有關。

同樣方法，在堆肥上床前，將不同量之cysteine混入堆肥中，經過後發酵之後下種洋菇菌種，最後測定洋菇中之平均含汞量，結果如表(四)。

表(四) 洋菇堆肥中添加cysteine對洋菇吸汞之影響

添 加 量 (mg/kg堆肥)	洋 菇 中 含 汞 量	
	(ppm)	(%)
未處理者	0.4429	100
156	0.3295	74
312	0.3284	74
624	0.3345	76

鑒于cysteine能使洋菇吸汞減少，進一步乃選擇水溶性並可與汞形成複合物之化學藥品數種，在堆肥經過後發酵之後，洋菇下種前，以不同濃度之水溶液均勻噴灑於堆肥中，攪拌均勻後壓緊，再下種菌種，俟出菇後，每收成一次即分析其中汞量。測得之平均含汞量如表(四)。

選用之數種化學藥品，對減少洋菇吸收汞，都有極大幫助，最多者可減少60%。(藥品之加入量，乃由與汞作用所需之毫克當量 (meq) 計算而得。堆肥1公斤中加0.6mg之cysteine，或0.3mg之  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ，皆足夠與0.1mg左右之汞作用)。化學藥品量增加一倍時，洋菇吸汞量續有減少。但藥品用量增加十倍時，則洋菇吸汞量不再減少，反有回升現象。上述數種藥品都可與汞形成複合物，而增加了汞化合物之水溶性，是否因此原因而使洋菇吸汞量減少，尚待進一步之研究。

表(四) 數種化學藥品對減少洋菇吸汞之影響

化學藥品名稱	添 加 量 (mg/kg堆肥)	平 均 含 汞 量		平均洋菇產量1/ (g/盆)
		(ppm)	(%)	
未處理者2/		.2115	100	343
Cysteine	0.6	.1228	58	639
	1.2	.0986	47	462
	6.0	.1371	65	499
Thioglycerol	0.5	.2035	96	445
	1.0	.0887	42	510
	5.0	.0862	41	560
$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	0.3	.1267	60	425
	0.6	.1162	55	492
	3.0	.1567	74	512
EDTA	2.0	.1120	53	530
	4.0	.0841	40	690
	20.0	.1151	54	697

註： 1/ 盆之內徑為33cm×44cm×13cm，約可盛堆肥10kg，每一種處理用二盆。

2/ 洋菇下種前堆肥含汞量約為0.1ppm。

又洋菇產量，堆肥添加化學藥品各處理皆較對照為高。此種情形，是否因此等藥品吸着堆肥中之汞而減少汞對洋菇生長之抑制，使產量增加，抑或藥品本身對洋菇之生長有益，則不得而知。由于本實驗不曾應用未添加汞之堆肥作對照，故無從推斷此數種藥品對洋菇產量之直接影響。

可注意者，除cysteine之外，洋菇產量因加入堆肥中藥品量之增加而增加。又本實驗係在冷氣室之栽培下所做，洋菇之平均產量比在自然環境下所得者相差甚遠。故進一步需要在田間菇舍作較大規模試驗，以探討其實用性。

利用真菌減少洋菇吸收汞之探討：將具有吸收汞化合物能力之三種真菌，在堆肥後醱酵之前或其後，均勻接種堆肥中，然後下種洋菇，俟洋菇收成後分析其中含汞量。結果如表(四)：

表(四) 三種真菌對洋菇吸收汞之影響

真 菌 種 類	接 種 期 間 (洋菇下種前之天數)	洋 菇 中 汞 含 量		洋菇產量1/ (克/盆)
		(ppm)	(%)	
未處理者2/		0.212	100	343.3
<i>Humicola</i> sp.	6	0.120	56	387.53
	3	0.136	64	443.63
<i>Aspergillus</i> sp.	6	0.165	77	396.70
Code No. 二水181	6	0.194	92	403.75
	3	0.157	74	408.90

註 1/ 2/ 同表(四)。

由表(四)得知堆肥中接種真菌後，洋菇吸汞量有減少之趨勢。其中以 *Humicola* sp. 效果最為顯着，在洋菇下種前六天混入堆肥者，可減少洋菇吸汞達44%，在洋菇下種前三天加入堆肥者，則僅達36%。在洋菇下種前6天及3天加入二水181菌種，能減少洋菇吸收汞達8%及26%。此種差別可能與菌種在後醱酵之高溫條件下的生長情形有關 *Humicola* sp. 乃一高溫菌，故在下種前6天加入堆肥者，因為經過後醱酵之階段，故菌之生長情形良好，減少洋菇吸收汞之程度也更為顯着。

接種真菌之堆肥，其洋菇產量都比未接種者多。但由於未接種真菌之堆肥含有汞，此種含汞之堆肥是否會使洋菇生長不良，因為缺乏不含汞之堆肥作比較，故不得而知。進一步探討此等真菌對洋菇產量之影響，以及在自然栽培環境下減少洋菇吸汞之情形，值得進一步之研究。

## 摘 要

1. 利用不含汞之蔗渣稀釋含汞之稻草製作堆肥，及在堆肥中添加  $\text{CaCO}_3$  及  $\text{CaHPO}_4$ ，並不能顯著減少洋菇對汞之吸收，加  $\text{CaHPO}_4$  時反有增加之傾向。
2. 堆肥中添加 Cysteine, Thioglycerol,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  及 EDTA 均可顯著減少洋菇吸汞量，最多者可減少約60%，在後發酵之後加入此等化學藥品，似比在後發酵之前加入時，更能減少洋菇吸汞量。
3. 利用三種真菌減少洋菇對汞之吸收，效果較顯著者為 *Humicola* sp. 最多可減少洋菇吸汞量達44%。

## 參 考 文 獻

1. 李國欽、黃慶嬰、胡開仁 (1976)  
洋菇栽培材料中殘餘汞量與洋菇中含汞量之相關關係。  
臺灣植物保護中心農藥殘量組研究報告第 6 號
2. 李國欽 (1974)  
自然界與農藥中汞對環境之污染及其預防。  
科學農業 22:2-5.