中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(3)：329～340（1985）

藥劑防治香菇木屑包發生雜菌*Trichoderma* spp.效果之探討[1]

廖　英　明[2]

摘要：本研究係探討供試五種藥劑在洋菜培養基中及加於木屑培養基後對發生雜菌*Trichoderma* spp. 之防治效果。本試驗證實某些藥劑對於香菇栽培時雜菌之發生具有抑制作用，而在初步篩選時係將藥劑加於 PDA 平板來測定其藥效，並與未加藥劑比較。本研究可歸納如下：

（1）在培養基試驗時，五種藥劑中只有Penmush（＝Y101）及Tecto-60在50ppm濃度時對*Trichoderma* spp. 菌絲之生長有抑制作用，而若濃度提高到400ppm則五種藥劑均有抑制效果。

（2）除了 Tecto-45 外，所有藥劑在2,000ppm時對香菇菌絲生長無明顯影響。

（3）在木屑包栽培試驗時，將*Trichoderma* spp. 胞子接種於木屑包中，且以 Penmush（＝Y101）或 Tecto-60 混合於木屑包時，則二星期後有98%之防治效果，繼續培養到五星期後則防治效果分別爲97%及90%。

（4）Penmush（＝Y101）及 Tecto-60最適合之使用量爲每包加入 0.2g（200ppm），這種藥劑量對香菇菌絲生長及菇體形成，以及產量都無影響。

（5）由以上結果可知 Fenmush（＝Y101）及Tecto-60在室內及木屑包之試驗時均具有相同之良好抑制雜菌之效果。

香菇是本省近年來栽培的新興菇類，栽培面積及數量正在擴大中，且栽培地區有從山地往平地擴展的趨勢[20,21]。在本省大規模木屑包製造生產時，栽培基質之木屑其因常年堆積而成爲雜菌繁衍的來源，又全年均有木耳、鮑魚菇、香菇、金針菇或靈芝之栽培，在其栽培過程中亦是雜菌傳播之媒介。由於木屑培養基之營養成份高，雜菌胞子極易發芽，因此要減少培養基質中之雜菌爲菇類木屑包栽培時之首要工作。不論是段木栽培或是木屑包栽培，在菌絲培養時期常受高溫多濕的影響，導致雜菌嚴重發生，一般常見的雜菌有白黴菌（*Cladobotryum veriosperum*），綠黴菌（*Trichoderma* spp.），青黴菌（*Penicillium* spp.），黃麴菌（*Aspergillus* spp.），紅麵包黴菌（*Neurospora* spp.）及放射菌（*Actinomyces* spp.）等[8]，而其中又以綠黴菌的爲害最大。在日本，以木屑培養基來栽培菇類時，常將藥劑混合於金針菇，蠔菇及珍珠菇培養基中，再經殺菌而可預防雜菌之發生，且有增加單位產量之效果[8]。綠黴菌中之*Trichoderma viride*，其菌絲生有瓶狀枝孢子梗且孢子有粗糙突起及 *T. harzianum*，其孢子爲平滑球形，是本省菇類栽培上較重要之二種有害菌，而兩者均可產生抗生物質，使香菇菌絲無法生長[5,6,7,9,14,19]。Komatsu[12] 由日本香菇段木栽培場所分離之 *Tric-*

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1236號。本文爲農委會補助計畫（73—農建—2.1產—101（2）—戊）之部份結果。試驗進行中承廖莉莉小姐協助，文承葉忠川博士斧正，特此誌謝。

2.本所植物病理系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

hoderma spp. 依其菌落外觀及來源，可區分爲綠色 Sc 型（Schweinitzii formed），白色 L 型（Lactea formed），及橄欖色S型（Soil formed）。各型之發生適期不同，如 Sc型在低溫下仍可生長良好，且大都發生在乾燥時期，L型最適合於多濕狀況下，而在 30°C之高溫下則以Sc型及S型爲害最大，在10～20°C下則以L 型爲害較大[13]。但在落葉及段木上以*T. lignorum*最爲常見[15]。*T. viride* 在含水量爲18.7～28.6%時仍可生存， 30%以上則所有 *Trichoderma* spp. 均可生存[18]。Arita[2] 調查日本之香菇栽培場發現有83%的栽培場其段木均感染 *T. viride*，而且僅見其分生孢子世代而不具有性世代（*Hypocrea* sp.）的佔65%，由此可見若有良好的生存基質， Trichoderma 屬菌大都以孢子型態來生存，而*T. viride*亦被發現多發生於通風不良場所。

當綠黴菌與香菇菌絲接觸時會產生拮抗線，而迫使後者停止生長[22]，且幾乎所有的 Trichoderma 屬菌均有此現象，而其培養過濾液也有相同作用。將受抑制的香菇菌絲在 25°C下培養仍無法回復生長[16,17]。香菇菌絲和 *T. harzianum* 接觸時會產生褐變，且香菇菌絲會被殺死，此乃由於粗酵素及中性抗菌物質之作用而抑制了香菇菌絲的呼吸，最後使香菇菌絲死亡[10]。培養基中若含有葡萄糖（glucose）則可刺激香菇菌絲產生對*T. viride*之抗性，但若含木糖（Xylose）或蔗糖(Sucrose)則會加速菌絲之溶解，尤其在氮素增加時更爲明顯[11,25]。在早期香菇栽培研究中，對雜菌之防治極爲重視，如對段木栽培場之消毒，如以蒸氣來殺滅殘存於土壤中之雜菌效果極爲良好[24]。而在木屑培養基中若加入有機水銀及五氯酚鈉（Na-PCP），用量爲0.001%及0.1%時即有抑制雜菌發生的效果[1]，但這些藥劑現已因殘毒問題而被禁用。後來Fukai[3]發現Benomyl用量在 0.25ppm時即對 *T. viride*具有抑制作用，且又在木屑培養基中加入10ppm即可防止*T. viride*之生長，此種加入木屑培養基之方式主要係應用在珍珠菇(*Pholiota nameko*) 之栽培上。而在香菇方面，若濃度在500ppm以上則會影響香菇菌絲生長。Ogawa[23] 亦曾將 Benomyl 應用於其他菇類之雜菌防治，如用在蠔菇（*Pleurotus osreatus*）時爲 100～500ppm，珍珠菇爲 100～500ppm，金針菇（*Flammulina velutipes*）爲40～60ppm時，則可抑制*T. viride*，且對食用菇之菌絲生長無影響。

在藥劑使用上，一直是病害防治之有效方法，但其安全性爲重要考慮因素之一，如毒性低之化學藥劑之開發，而食品添加劑均屬於毒性低之化學物質，如能用在殺菌方面較爲有利。TBZ（Thiabendazole）系統藥劑即爲食品添加劑之一種，主要用來抑制*T. viride*及 *Penicillium citrinum*[4]，因此選擇 TBZ系統藥劑來作爲香菇木屑包發生雜菌之防治藥劑，其毒性低比較安全。徐氏[8] 試驗後發現TBZ系統之Penmush（=Y101）可加入栽培材料中，且可耐高溫，使用量爲5,000～8,000倍，若混合於金針菇之栽培材料可使雜菌之感染率降爲１%以下，但會使金針菇之出菇延遲１～２天，而對產量有提高趨勢。在香菇方面，本省尚無此項資料，尤其在本省香菇栽培所使用之木屑包及菌種製作時雜菌之防除更爲重要。因此本試驗以木屑包栽培基之主要雜菌 *T. viride*及 *T. harzianum*爲對象，來探討不同來源之TBZ系統藥劑在本省香菇木屑包雜菌發生預防之功效及其可行性。

材料及方法

一、供試藥劑：選用原廠生產之 TBZ 系統藥劑徽敵(Mertect-340)，Penmush(=Y101)，Tecto-45及Tecto-60與Benomyl等五種藥劑試驗，且各種藥劑在試驗時以 50至 5,000ppm之濃度進行試驗，另在木屑包防治試驗時以本省自行配製或分裝之藥劑加入於試驗處理供作比較用。各藥劑之成份如下，而來源及用量則如表１所示。

Mertect-340	主要成分	2-(4-Thiazolyl)－benzimidazole 40% w/w
Penmush（=Y101）	主要成分	2-(4-Thiazolyl)－benzimidazole 60% w/w
Tecto-45	主要成分	2-(4-Thiazolyl)－benzimidazole 45% w/w
Tecto-60	主要成分	2-(4-Thiazolyl)－benzimidazole 60% w/w
Benomyl	主要成分	Methyl-1－(butylcarbamoyl)－2-benzimidazole－

carbamate 50% w/w

二、供試香菇品系：本試驗以目前本省栽培數量較多之森 465號品系爲試驗材料。其菌絲體係由本省木屑包栽培所得之子實體經組織分離而得。

三、供試雜菌：由本省三處香菇栽培場分離所得之*Trichoderma viride*及*Trichoderma harzianum*將其菌絲培養於 28°C，一星期後取其孢子懸浮液，並調整濃度爲 7500個孢子/ml，混合後作爲接種源。

表1. 供試藥劑及處理別

Table 1. Treatments of fungicides on sawdust for the control of weedmolds in shiitake cultivation

處理 Treatment	藥劑 Fungicide	來源 Source	用量（克／包） Dosage (g/per bag)
1	Mertect−340[a]	臺製	0.3
2	Mertect−340[a]	臺製	0.2
3	Mertect−340[a]	分裝	0.3
4	Mertect−340[a]	分裝	0.2
5	Penmush (=Y101)	日本	0.2
6	Penmush (=Y101)	日本	0.12
7	Tecto-60[a]	Merk sharp & Dohme MSD (Asia)	0.2
8	Mertect−340[a]	Merk sharp & Dohme MSD (Asia)	0.3
9	Mertect−340[a]	Merk sharp & Dohme MSD (Asia)	0.2
10	CK	—	—
11	Penmush (=Y101)[a]	臺製	0.2
22	Penmush (=Y101)[a]	臺製	0.12
13	Benomyl[b]	Dubbin S. P. A.	0.2

a. 藥劑由美商臺灣新美公司提供
The fungicides were provided by U. S. Summit Crop Taiwan branch.
b. 藥劑係採購於市面。
The fungicide was purchased at the pesticide store.

四、室內之篩選，將原廠生產之各種藥劑混合於馬鈴薯洋菜培養基（potato 200g, dextrose 20g, agar 20g, D. W. 1 litre），調整其濃度爲 50，100，200，500，1000，2000，4000及 5,000 ppm，並以打孔器打成直徑5mm大小之孔，將同一大小之 *Trichoderma* spp. ，菌絲塊移入平板中央（內徑八公分），後置於28°C培養，14天後量取菌落直徑，並選取優良藥劑。

五、各種藥劑對香菇菌絲生長之影響：如前項方法，將原廠生產之藥劑混合於馬鈴薯洋菜培養基中，調配成不同濃度，後將直徑5mm之香菇菌絲塊（森465）移入，二星期後比較加藥劑與未加藥劑之菌落直徑。

六、木屑包藥劑防治試驗：由前兩項方法中，選取優良藥劑Mertect-340, Penmush (=Y101), Tecto-60及Benomyl作爲試驗藥劑，另加入臺灣自行配製及分裝之 Mertect-340 及 Penmush作爲比較，如處理 1，2，3，4，11及12，各處理之劑量如表 1 所示。每處理40包木屑包，四重複，並區分爲不接種雜菌（試驗A）及接種雜菌（試驗B）兩種方法。試驗A係將藥劑混合於木屑包中（木屑包成份爲雜木屑：米糠：水=25：8.3：66.7(w/w)）木屑包並用碳酸鈣調整其pH值爲 5.4，每包

重1,000g，並以低溫常壓（96～98°C）殺菌4小時，後於20°C時接種香菇菌絲，並在24°C下培養。試驗B則於每包木屑培養基中同時加入2ml之 *Trichoderma* spp. 孢子混合液（濃度爲7500個孢子/ml），孢子混合液爲*T. viride*及*T. harzianum*之孢懸浮液以等量混合。未接種雜菌（處理A）於接種香菇菌絲40天後調查，接種雜菌者（試驗B）則於接種後二星期及五星期各調查一次。調查項目包括菌絲長度，雜菌種類及數量，以及是否形成原基體（primordium）或癒合狀組織（callus-like tissue）。菌絲生長勢則依下列公式計算，且各項調查以平均值表示。

$$\text{菌絲生長勢（\%）} = \frac{\text{菌絲生長長度（cm）}}{\text{木屑包長度（cm）}} \times 100$$

七、各藥劑處理對香菇產量之影響：將由前項處理後之木屑包按一般香菇栽培管理方法進行管理，並於出菇後採取八分開子實體稱其鮮重及乾物重量，共採收四次。並比較其間之差異及藥劑是否會影響產量，以100包爲計算單位，若未達100包則以100包計算。

結　果

一、藥劑之篩選：供試之五種原廠生產之藥劑經室內藥效試驗，發現當濃度爲50ppm時均無抑制效果，但除Benomyl外，在200ppm之濃度時均可抑制 *Trichoderma* spp. 菌絲之生長(表2，圖1)，Benomyl在 400ppm時對可抑制 *Trichoder ma* spp. 之生長。

二、藥劑對香菇菌絲生長之影響：當藥劑濃度增加到某種程度時對香菇菌絲之生長即有影響，如Tecto-45在1,000ppm以上時則有顯著之影響，但在同一濃度下其他藥劑則沒有顯著影響（表3）。Penmush （=Y101）在500倍（2000ppm）及2000倍（500ppm）時對香菇菌絲之生長影響比較時發現 500倍液使得香菇菌絲生長較爲遲緩且菌絲量少 （圖2，A），200倍液則與未加藥劑者相似（圖2，B及C）。

三、木屑雜菌防治試驗：由於*Trichoderma* spp. 在木屑包製作過程中發生率較高，而TBZ系統藥劑具有耐高溫特性，因此未接種雜菌及未加藥劑之木屑包經殺菌後其雜菌自然發生之比例爲14%（表4，處理10），但若加入藥劑再經殺菌，則可降到4%以下，且香菇菌絲不受影響（表4之處理1及2除外）。在表5中，接種雜菌二星期後除處理4及12外，均有良好之抑制雜菌效果，但如果繼續培養至五星期後，則除了處理5，7，8外均無良好防治及效果（表6），其中以處理5及7之防治效果較好。處理5即Penmush（=Y101），日本製造，每包用量0.2g • 處理7即Tecto-60，每包用量0.2g二者對香菌絲生長無害。而雜菌在木屑包發生情形可由第一次調查中看出，即未加藥劑而接種雜菌有97%之發生率（表5），若繼續培養到五星期則發生率爲 100%（表6）。

四、藥劑處理對子實體產生之影響調查：調查經藥劑處理後之木屑包其子實體產生情形，發現在正常管理下，每包重1,000g之木屑包若未加藥劑可產生 161g 之鮮子實體，佔木屑包重量之14%。但若木屑包中接種雜菌則全無收穫。當以藥劑加入後，除了處理9及13稍有影響外，其他處理（經調查之處理，如表7所示）則與對照（不加藥劑）相近，因此藥劑Penmush（=Y101）及Tecto-60在使用上對出菇無影響（圖3）。而在香菇體之平均收縮率而言，相差也不大，範圍在6.8～8.0：1與對照之7.4：1相近。

討　論

在香菇生產過程中，菌絲之培養期佔有很重要的地位，尤其是目前本省所用之栽培材料均爲木屑，其來源並不單純，在木屑中常夾雜許多含油類物質或含有防腐劑。因此許多栽培者常以適合香菇生長之樹種枝幹來碾碎後供菌絲培養用，但若此種木屑中含有蟲蛀口或腐爛部份甚至帶有雜菌則對以後之菌絲培養有很大影響，因此在木屑選擇時應特別小心以確保日後製造木屑包或菌種時之品質。雖然木屑培養基經過殺菌後可以將大部份微生物殺死，但無法全部殺滅，尤其在低溫大規模殺菌時更爲明

表2. 各種藥劑對*Trichoderma viride*及*T. harzianum*之生長抑制作用[a]

Table 2. Effect of fungicides at different concentrations on the growth of *Trichoderma viride* and *T. harzianum*

藥劑 Fungicide	藥劑濃度 Fungicide concentration (ppm)[d]																	
	50		100		200		400		500		1,000		2,000		4,000		5,000	
Tecto-45	+[b]	+[c]	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Tecto-60	±	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Penmush (=Y101)	±	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Mertect-340	+	+	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Benomyl	+	+	+	±	±	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
CK	雜菌菌絲長滿																	

a. "−"表示*Trichoderma* spp. 菌絲無法生長，並死亡；"±"表示停止生長但未死亡；"+"表示正常生長。
Mycelial growth: "+"=normal growth; "−"=could nort gorw and dead; "±"=could not grow but not dead.

b. 本項爲對*T. viride*之抑制結果。
The result of *T. viride*

c. 本項爲對*T. harzianum*之抑制結果。
The result of *T. harzianum*.

d. 此爲接種14天後之觀察結果。
The mycelial growth of *Trichoderma* spp. after 14 days on PDA plate.

表3. 不同濃度之藥劑對香菇菌絲生長之影響[b]

Table 3. Effect of fungicides on mycelial growth of shiitake (*Lentinus edodes*)

藥劑 Fungicide	藥劑濃度 Concentration (ppm)								
	50	100	200	400	500	1,000	2,000	4,000	5,000
Tecto-45	8.0	7.9	7.9	7.7	7.0	4.7	4.3	4.3	4.0
Tecto-60	8.0	8.0	7.8	7.7	7.4	7.3	7.0	6.7	6.5
Penmush (=Y101)	8.0	7.8	7.8	7.4	7.3	7.3	7.2	6.8	6.5
Mertect-340	8.0	7.5	7.3	7.2	7.0	7.0	6.8	6.4	6.3
Benomyl	8.0	7.8	7.5	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.2
CK[a]	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

a. CK：只接種香菇菌絲而不加藥劑
CK: only shiitake mycelia was inoculated, no fungicide treatment.

b. 香菇菌落直徑爲四重複之平均值（公分）
The diameter of shiitake colonies were based on the mean of 4 PDA plates in each treatment.

表4. 試驗A雜菌發生之調查，本試驗未接種*Trichoderma* spp.

Table 4. Survey of contamination from Test A which no *Trichoderma* spp. were inoculated.

處理 Treatment	總數（包） Total (bag)	生長勢(%) Growth rate (%)	產生原基體 Primordium formed	健全 Healthy	感染率(%) Infection (%)	綠黴菌 *Trichoderma* spp.	紅麵包黴菌 *Neurospora* spp.
1	160	23	—	157	2	2	1
2	160	26	—	153	4	5	2
3	160	96	—	158	1	2	0
4	160	96	+	157	2	2	1
5	160	95	+	159	1	0	1
6	160	88	+	159	1	0	1
7	160	92	+	159	1	0	1
8	160	94	—	158	1	0	2
9	160	94	—	150	6	2	8
10	160	95	+	138	14	18	4
11	160	92	—	155	3	3	2
12	160	88	—	154	4	3	3
13	160	87	—	154	4	5	1

表5. 試驗B雜菌發生之第一次調查，本試驗接種*Trichoderma* spp.

Table 5. The first survey of contamination from Test B in which *Trichoderma* spp. were inoculated.

處理 Treatment	總數（包） Total (bag)	健全 Healthy	綠黴菌 *Trichoderma* spp.	紅麵包黴菌 *Neurospora* spp.	黃麴菌 *Aspergillus* spp.
1	160	150	6	3	1
2	160	145	12	2	0
3	160	140	18	2	0
4	160	111	46	3	0
5	160	156	1	2	1
6	160	152	7	1	0
7	160	156	4	0	0
8	160	148	7	5	0
9	160	144	8	5+(2)	1
10	160	5	155	—	—
11	160	95	59	6	0
12	160	4	148	8+(6)	0
13	160	144	13	3	0

* 括號內數字表示同時發生綠黴菌而且已計算於綠黴菌中。

The number in the parenthesis indicated that *Trichoderma* spp. also was observed and included in the counting of *Trichoderma* spp.

表6. 試驗B雜菌發生之第二次調查*

Table 6. The 2nd survey of contamination from Test B inwhich *Trichoderma* spp. were inoculated.

處理 Treatment	總數(包) Total (bag)	生長勢(%) Growth rate(%)	產生原基體 Primordium formed	健全 Healthy	感染率(%)** Infection (%)	綠黴菌 *Trichoderma* spp.	紅麵包黴菌 *Neurospora* spp.	黃麴菌 *Aspergillus* spp.
1	160	—	—	9	94 a	151	(4)***	0
2	160	—	—	4	97 a	156	(3)	0
3	160	—	—	10	94 a	150	(3)	0
4	160	—	—	5	97 a	154	(4)	1
5	160	95	+	155	3 c	5	(3)	0
6	160	88	+	57	64 b	102	1	0
7	160	94	—	144	10 c	15	1	0
8	160	90	+	116	28 c	44	(5)	0
9	160	89	—	58	64 b	102	(8)	0
10	160	—	—	0	100 a	158	2+(1)	0
11	160	—	—	1	100 a	153	5+(18)	1
12	160	—	—	0	100 a	156	4+(22)	0
13	160	87	—	86	46 b	74	(8)	0

*生長勢以健全者計算，發生雜菌者不包括在內。

Growth rate was based on the healthy bag and not included the contaminated bag.

**小寫英文字母相同者爲依鄧肯氏多變域測驗法在LSD 1%下不顯著者。

Whitin columns, mean followed by the same letters are not significantly different (p=0.01) according Duncan's multiple range test.

***括號內數字表示同時發生綠黴菌且已計算於綠黴菌項中。

The number in the parenthesis indicated that *Trichoderma* spp. also was observed and included in the counting of *Trichoderma* spp.

表7. 藥劑對香菇產量之影響*

Table 7. Effect of fungicides on the yield of shiitake.

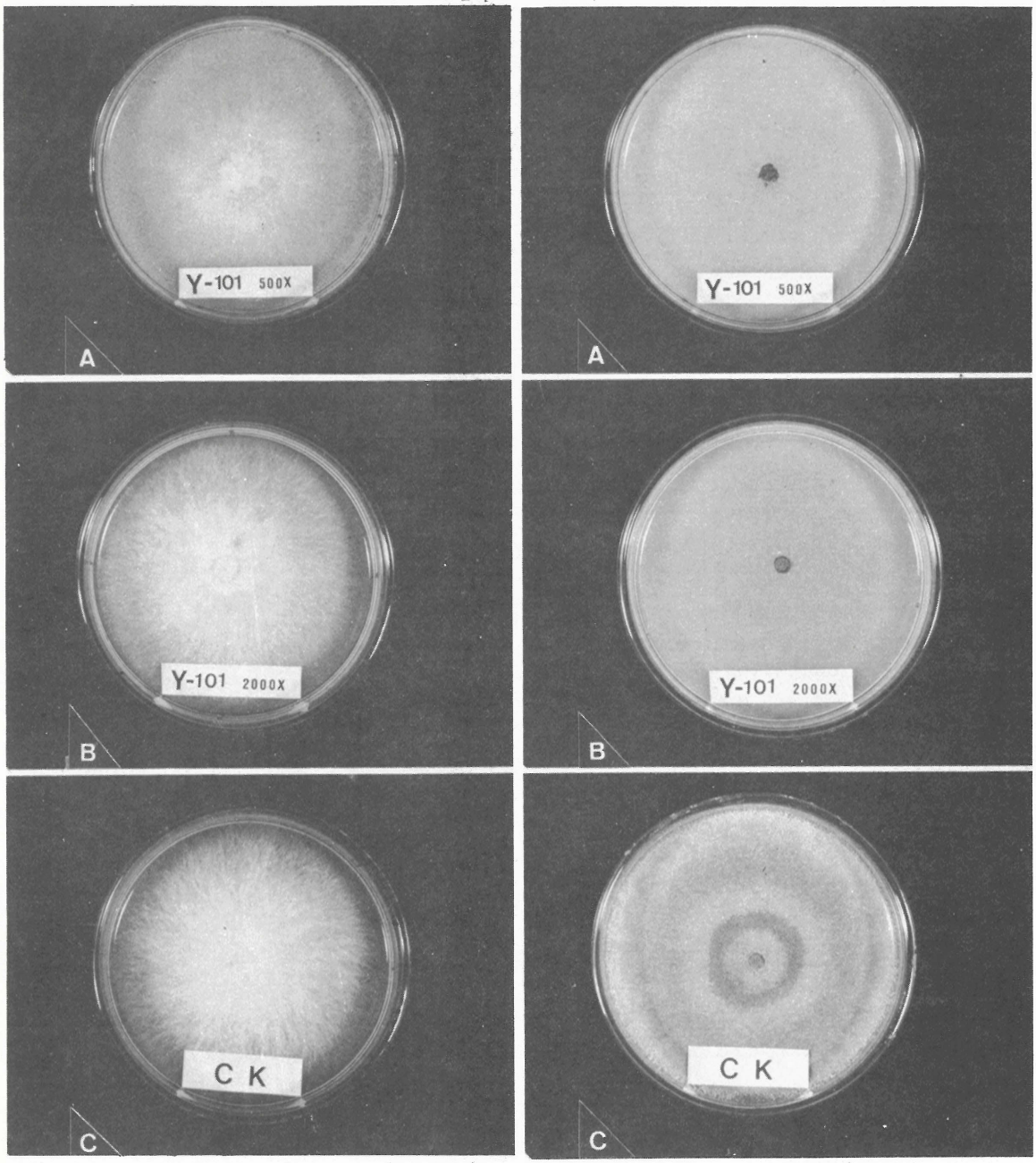
處理 Treatment	藥劑及用量(克/包) Fungicide and dosage (g/bag)		產量(克/包)** Yield (g/bag) 試驗A Test A 鮮重 Fresh wt.	乾重 Dry wt.	試驗B Test B 鮮重 Fresh wt.	乾重 Dry wt.
5	Penmush (=Y101)	0.2	164 a	24 a	162 a	24 a
6	Penmush (=Y101)	0.12	155 a	23 a	154 a	23 a
7	Tecto-60	0.2	158 a	23 a	155 a	21 a
8	Mertect-34	0.3	150 ab	21 a	152 a	21 a
9	Mertect-340	0.2	148 b	20 a	146 b	19 b
10	CK	—	161 a	22 a	0 c	0 c
13	Benomyl	0.2	146 b	19 b	144 b	18 b

*各數字爲100包八分開香菇子實體之平均結果。

Data were based on the average of eighty percent opened fruiting bodies of shiitake of on hundred bags.

**小寫部份英文字母相同者爲依鄧肯氏多變域測驗法在LSD 1%下不顯著者。

Within columns, mean followed by the same letters are not significantly different (p=0.01) according Duncan's multiple range test.



圖一、Penmush（=Y101）對*T. viride*菌絲生長之抑制效果

A. 500倍（2000ppm）時，B. 2000 倍（500 ppm），C. 對照（不加藥劑）

Fig1. The inhibition of Penmush (=Y101) on mycelial growth of *T. viride*

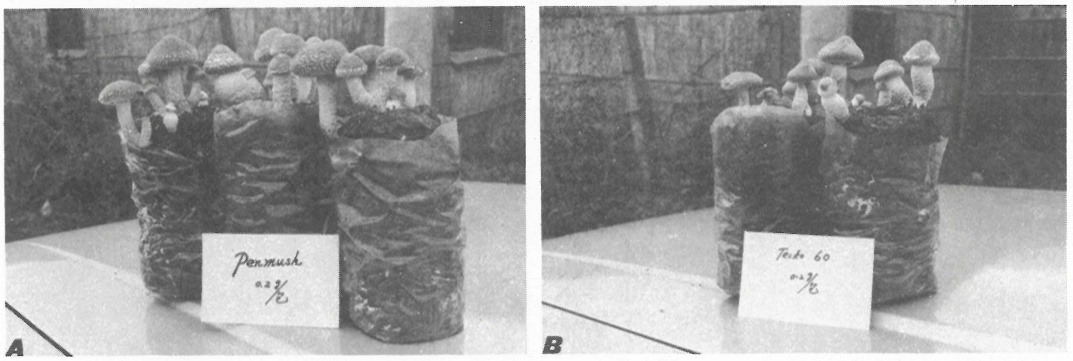
A. 500× (2000ppm). B. 2000× (500ppm). C, CK (non-treated control)

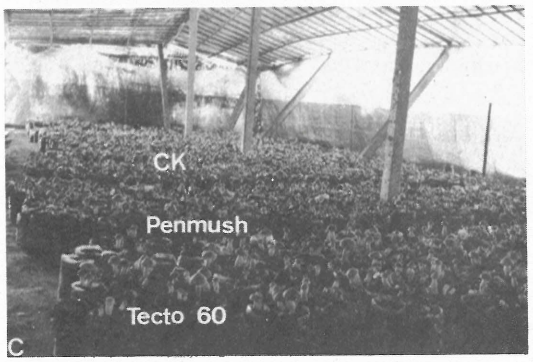
圖二、Penmush（=Y101）對 *Lentinus edodes* 菌絲生長之影響

A. 500倍（2000ppm）. B. 2000倍（500ppm）. C. 對照（不加藥劑）

Fig2. The effect of Penmush (=Y101) on mycelial growth of *Lentinus edodes*.

A. 500× (2000ppm). B, 2000× (500ppm). C. CK (non-treated control)





圖三、香菇在添加藥劑之木屑包出菇情形

A. 添加Penmush（＝Y101）0.2g/包，B. 添加Tecto-60 0.2g/包， C. 與對照（不加藥劑）之比較

Fig3. The fruiting body formation of *Lentinus edodes* on sawdust bags mixed with fungicides.

A. 0.2g/per bag Penmush (＝Y101) was added. B. 0.2g/per bag of Tecto-60 was added. C. Comparing with CK in which no fungicide was added.

顯，因此雜菌之防除工作至爲重要。而在藥劑之使用上除考慮其毒性外，其安定性也很重要，尤其在高溫高壓下之安定性， TBZ 系統之藥劑均有耐高溫高壓而可保持安定之特性。在本試驗中發現以藥劑加入培養其中則在 50ppm 時只有 Penmsh（＝Y101）及 Tecto-60 其有抑制作用，而濃度提高到 200ppm時除 Benomy外均具有對 *Trichoderma* spp. 之殺菌能力（表２）。在Fukai [3] 的試驗中發現Benomyl若用於珍珠菇栽培時，在木屑中加入10ppm即可抑制 *T. viride*之生長。但在Ogawa [23] 之試驗却發現 Benomyl 混合於木屑中使用時，若爲珍珠菇栽培則用量爲 100～500ppm 才有抑制 *T. viride* 的效果。在珍珠菇而言，二者結果相差10倍以上，是否 *T. virid* 已產生抗 Benomyl 之特性抑或其他原因未明。在本省而言，*T. viride*及*T. harzianum* 是否對 Benomyl具有抗藥性也沒有正式報告。在所有的藥劑試驗中發現 50ppm 以上才可抑制 *Trichoderma* spp. ，而在木屑中加入 Penmush（＝Y101）或 Tecto-60 ， 其用量爲 0.2g/包 ， 即 200ppm 時具有良好之抑制效果（表４、５、６），且對香菇菌絲無影響， 對產量也沒有害處（表７） 。 而在培養基試驗時 100ppm 之 Tecto-45對香菇菌絲生長即有影響，其他藥劑則無，但濃度提高到 4,000ppm時，則各藥劑均有顯著影響，由此可知藥劑雖可抑制雜菌，但在高濃度下對香絲菌絲生長仍爲不利，在使用上應特別注意，不可過量。

一般在未接種雜菌及未加入藥劑之木屑包，經過殺菌後其自然發生雜菌之比例爲14%，因此低溫殺菌對雜菌仍無法完全去除，尤其在木屑中若含有高濃度之雜菌時更爲危險。另在本省自行配製之藥劑中，如處理1（Mertect-340每包 0.3g）及２（Mertect-340每包 0.2g）成份相同，但殺菌能力却無法表現出來，可能是其添加物影響所致 ， 而分裝藥劑如處理３（Mertect-340 ， 每包0.3g）及４(Mertect-340，每包0.2g)也有類似情形，若能在這方面加以改進則在本省配製下將可降低價格以嘉惠農民。此種情況也顯示本省農藥在配製上仍有某種程度之困難，此點應加以克服。在抗藥性方面，徐氏(8)曾對 Benomyl進行試驗，發現其對洋菇褐痘病易導致抗藥性，因此除了以 Benomyl來作爲香

菇之雜菌防治藥劑外，亦應選用其他藥劑或開發新的藥劑也是目前極重要的工作。

雖然Penmush（=Y101）及Tecto-60均屬於TBZ系統藥劑，且在日本 TBZ 爲食品添加劑之一種，而且毒性極低，殺菌範圍廣，易排出人體，但在本省而言，其殘留情形仍需進一步試驗，以確保吾人之健康。由本試驗知，Penmush（=Y101）及 Tecto-60若以每包木屑包重量爲 1,000g時加入 0.2g 的劑量則可抑制絕大部份香菇雜菌之發生，且對香菇菌絲及出菇無影響。而蒸氣殺菌仍爲殺滅木屑中微生物之最好方法，但在後期的感染發生仍有賴於藥劑之防治，因此若能施以良好的蒸氣殺菌再配合藥劑之混合於木屑包中使用，則可避免絕大部份雜菌之發生。

參考文獻

1. Arita, I. 1963. A preliminary assay for the residual effect of the different organic fungicidal subtsances against *Trichoderma viride*, the major enemy in shiitake-mushroom cultivation. Rept. tottori Mycol. Inst. (Japan) 3 : 21-25.
2. Arita, I. 1971. Hypocrea species causing failure of shiitake *Lentinus edodes* (Berk) Sing. I. Field surveys on their occurrence and environments. Rept. tottori Mycol. Inst (Japan) 9 : 36-53.
3. Fukai, R. , T. Ogawa, I. Katayama, M. Ogasawara, K. Matsumoto, T. Watanabe and Y. Sekizawa. 1974. Protection of edible mushrooms from the invading fungi by the fungicidal agents. I. Action of several organic fungicides on edible mushrooms and the invading fungi. Tran. mycol. Soc. Japan 15 : 147-154.
4. Fuse, G., F. Akio, and H. Tanaka, 1984. On the protecion of mushroom cultivation from harmful microbial contamination. (I) Antifungal activities of various food perservatives against fungal contaminants. Mem. Fac. Agr. Kinki Univ. 17 : 91-100.
5. Hashioka, Y., M. Komatsu and I. Arita. 1961. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. I. Ecology and physiology of Trichoderma occurring on the log-wood of *Lentinus edodes*. Rept. tottori Mycol. Inst (Japan) 1 : 1-8.
6. Hashioka, Y, H. Ishikawa, M. Komatsu and I. Arita. 1961. *Trichoderma viride*, as a n antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycentes. II. A metabolic product of Trichoderma fungistatic to the Hymenomycetes. Rept. tottori Mycol. Inst. (Japan) 1 : 9-18.
7. Hashioka, Y. and M. Komatsu, 1964. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. III. species of Hypocrea occurring on log-woods of *Lentinus edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 4 : 1-5.
8. Hsu, H. K. 1980, Studies on the decrease of the fungal contamination of edible mushrooms cultivated in sawdust by addition of supplements of "PY-101" chemical to the cultures. Proceeding of the sixth symposium on mushroom research and improvement production : 287-297.
9. Ishikawa, H., T. Oki, and H. Kiliyama, 1976. The toxic function of the antifungal compounds prepared by some Hypocrea species to woodrotting fungi In Japanese. Rept. Tottori Mycol Inst (Japan) 14 : 105-110.
10. Ishikawa, H., M. Nagao; T. Oki and K. Kawabe. 1980. Physiological changes in *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. mycelia induced by Trichoderma metabolites. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 18 : 197-204.
11. Kawamura, N. Y. Nakamura and M. Goto. 1980, Relationship between resistance of Lentinus edodes to *Hypocrea muroiana* and components of culture media. Rept. Tottori Mycol Inst. (Japan) 18 : 205-216.
12. Komatsu, M. and Y. Hashioka, 1964. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. IV. physiological properties of the different forms of Trichoderma

derived from the different Hypocrea species and soil. Rept. Tottori Mycol. Inst (Japan) 4 : 6-10.

13. Komatsu, M. and Y. Hashioka, 1964. *Trihcoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. V. lethal effect of the different Trichoderma forms on *Lentinus edodes*-inside log-woods, Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 4 : 11-20.
14. Komatsu, M. and Y. Hashioka, 1966. *Trichoderma viride*, as anantagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. VI. Pachybasium strains and their antibiosis to *Lentinus edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 5 : 1-11.
15. Komatsu, M. 1968. Trichoderma viride, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. VII. On the distribution of Trichoderma, Pachybasi m and Gliocladium in the fieds of Shiitake mushroom Lentinus edodes (Berk.) Sing. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 6 : 18-28.
16. Komatsu, M. 1968. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. VIII. the antibiotic activity against the mycelial growth oJ *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. of three genera, Trichoderma, Pachybasium, Gliocladium and other sterile forms. Rept. Tottori Mycol. Inst (Japan) 6 : 29-42.
17. Komatsu, M. and S. I. Inada, 1969. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting Hymenomycetes. IX. Antifungal action of Trichoderma, Gliochadium and other species of Hypocres to *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. Rept. Tottori Mycol Inst (Japan) 7 : 19-26.
18. Komatsu, M. 1969. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the inhabiting Hymenomycetes. X. Temperature and humidity in relation to Trichoderma, Gliochadium and other species of Hypocrea attacking *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. inside beg-logs. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 7 : 27-50.
19. Komatsu, M. 1976. Studies on Hypocrea, Trichoderma and allied fungi antagonistic to shiitake, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. Rept ·Tottori Mycol. Inst. (Japan) 13 : 1-113.
20. Liao, Y. M. 1981. Preliminary study of characteristics on strains of *Lentinus edodes* originated in Taiwan. Jour. Agric. Res. China 30(1) : 63-70.
21. Liao, Y. M. 1984. Studies on the Breeding of shiitake——A new strain for the cultivation in the low elevation areas. Jour. Agric. Res. China. 33(3) : 292-305.
22. Matsumoto, Y. and H. Takita. 1963. Field trials on the fungicidal protection of bed-logs from the invading fungi injurious to shiitake mushroom. Rept. Tottori Mycol. Inst (Japan) 3 : 26-42.
23. Ogawa, T., R. Fukui, M. Noda, H. Murooka, I. Hongo, A. shoji, Y. Maesawa and T. Shiratori. 1975. Protection of edible mushrooms from the invading fungi by the fungicidal agents. II. Controlling effects of Benomyl on Trichoderma infection in edible mushroom cultivation. Tran. Mycol. Soc. Japan 16 : 311-323.
24. Takita, H. 1964. Propagation of the injurious fungi of *Lentinus edodes*-beglogs on soil. I. Growth of the injurious fungi on the agar media and steamed soil. Rept. Tottori Mycol. Inst (Japan) 4 : 53-57.
25. Tokimoto, K. 1982. Lysis of the mycelium of *Lentinus edodes* caused by mycolytic enzymes of *Trichoderma harzianum* when the two fungi were in an antagonistic stage. Trans. mycol. Soc. Japan 23 : 13-20.

Efficacy of Fungicides on the Control of *Trichoderma* spp. in Sawdust Cultivation of Shiitake[1]

Ying-ming Liao[2]

Summary

The efficacy of fungicides Penmush (=Y101), Mertect-340, Tecto-45, Tecto-60 and Benomyl against contamination of *Trichoderma* spp. in sawdust cultivation of Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing) were evaluted on potato dextrose agar (PDA) and sawdust media. Fungicides were seperately mixed into PDA or sawdust at various concentrations and then *Trichoderma* spp. were inoculated. The isolates of *Trichoderma* were obtained from contaminated bag of different shiitake farms. The efficiency was based on the mycelial growth rate of *Trichoderma* spp. on PDA plates and/or on sawdust in plastic bags. Effective fungicides from the preliminary experiments were selected and used in the advanced trials in sawdust method. After incorporation of fungicide and inoculation of *Trichoderma* spp. in sawdust bags. Agar disc of Shiitake mycelial also were inoculated to evaluate the effect of fungicide on the mycelial growth of Shiitake. The result of the experiments were summarized as follow :

(1) At the concentration of 50 ppm, only Penmush and Tecto-60 were able to inhibit the growth of *Trichoderma* spp. among the five fungicides tested. If the concentration is higher than 400ppm all tested fungicides were found effective.

(2) No significantly harmful effect of the 5 fungicides on the mycelial growth of shiitake were observed up to the concentration of 2,000ppm besides Tecto-45.

(3) If fungicide Penmush or Tecto-60 were mixed into sawdust before sterilization, 98% of sawdust bag were observed without contamination of *Trichoderma* spp. in the first two weeks after sterilization and 97% and 90% of control for Penmush and Tecto-60, respectively, were recorded after 5 weeks.

(4) The concentration studies showed that at the level of 0.2g (200 ppm) per-sawdust bag was the best because it performed good control of *Trichoderma* spp. and did not inhibit the mycelial growth of Shiitake. However, it didn't increase the yield.

(5) This studies indicated the fungicides Penmush (=Y101) and Tecto-60 were effective to control the contamination of *Trichoderma* spp. and can be used in the sawdust cultivation of Shiitake

1. Contribution No. **1236** from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.