

# 羽毛分解菌應用於友善農耕肥培管理之研究

曾宥紘<sup>1</sup>、郭雅紋<sup>1</sup>、陳鴻堂<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場、助理研究員

## 摘要

本試驗應用具分解羽毛能力與溶磷能力之 *Bacillus safensis* 菌株 TC3-1Pi 及具分解纖維素能力之 *Streptomyces* sp. TCCP1 進行羽毛生物接種堆肥製作（HP-M 堆肥），未額外接菌堆肥為 HP 堆肥。HP-M 堆肥成品之磷、鉀與發芽率指數較 HP 堆肥高。另探討基肥施用 3 種有機質肥料及分別搭配澆灌菌株 TC3-1Pi 及 TCCP1 之培養液對玉米生育影響，試驗結果顯示，基肥施用羽毛生物接種堆肥 HP-M 其玉米穗重最重，與基肥施用牛糞堆肥或菜籽粕處理組達顯著差異；另搭配澆灌兩菌株之培養液皆有促進玉米生產之功效，以羽毛堆肥分別搭配澆灌兩種菌液，牛糞堆肥搭配澆灌菌株 TC3-1Pi 之培養液及菜籽粕搭配澆灌菌株 TCCP1 之培養液其生育效果最佳。

**關鍵字：**羽毛生物接種堆肥、甜玉米、芽孢桿菌、鏈黴菌

## 前言

堆肥化為有機物經微生物分解與聚合反應，生成穩定腐植物質，而堆肥過程中除調整適宜之堆肥材料以利堆肥進程，若添加適用於此堆肥材料之微生物菌種，則具有加速堆肥腐熟之功效（蔡等，2009；蔡與陳，2012）。另研究指出經添加羽毛分解菌於含羽毛資材之堆肥製作，可提高堆肥成品品質，且可應用於長肥效栽培介質，有助於省工栽培及都市農場之推展（Ichida *et al.*, 2001; Zeng *et al.*, 2018）。

蛋白質水解胺基酸除作為氮肥外，亦具有生物刺激素功能，可增加作物抵抗環境逆境、作為植物生長激素前驅物、增加植體氮同化、鉗合微量元素、促進種子發芽及增進

作物生產 (Calvo *et al.*, 2014; Du Jardin, 2015; Michalak and Chojnacka, 2013)，亦可應用於減少施用農用化學品 (Radkowski and Radkowska, 2013)，為未來重要之製肥原料之一。

本試驗將探討於不同有機質肥料下，搭配澆灌功能微生物之蛋白質水解液肥對友善肥培管理之玉米生產效益。

## 內容與討論

### 菌株培養

本試驗生物接種堆肥製作之菌株為 *Bacillus safensis* TC3-1Pi，具分解羽毛能力及溶磷能力 (圖一)；鏈黴菌株 TCCP1 具分解纖維素能力 (圖二)，分別培養於 1 公升之 1% 糖蜜與 0.5% 菜籽粕培養基，經培養 6 天後進行堆肥接種應用。



圖一、*Bacillus safensis* TC3-1Pi 培養於 3% 羽毛、0.5% 磷礦石粉及 0.5% 草木灰，經培養 6 天後羽毛分解情形 (左圖)；及培養於磷酸三鈣固態培養基，培養 3 天顯示溶磷圈 (右圖)。

Fig. 1. Feather-degrading status in liquid medium with 3% feather, 0.5% rock phosphate and 0.5% plant ash after inoculating *Bacillus safensis* TC3-1Pi and incubating at the sixth day (left); the clean zone caused by the strain TC3-1Pi in the agar medium with calcium phosphate after incubating 3 days (right).



圖二、鏈黴菌菌株 TCCP1 培養於 CMC 培養基中，經培養 6 天後，以剛果紅染色顯示分解纖維素潛力（左圖）；及培養於含有濾紙（Whatman NO1）之礦物鹽培養基，經培養 6 天可見濾紙分解（右圖）。

Fig. 2. The clean zone caused by the *Streptomyces* sp. TCCP1 in the CMC agar medium after incubating 6 days and then staining by Congo red (left) ; filter paper was degraded by strain TCCP1 incubated in liquid mineral medium with filter paper (Whatman NO.1) at the sixth day (right).

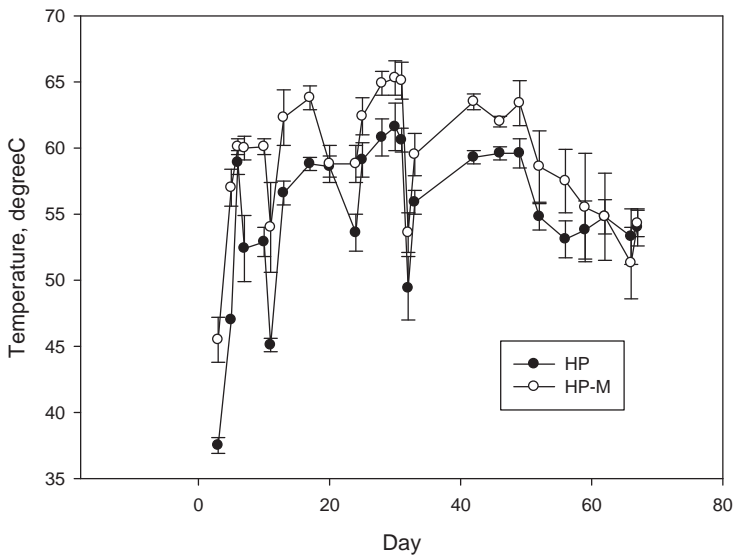
### 羽毛生物接種堆肥製作

本試驗堆肥原料為菇類培植廢棄包內容物、鴨毛、米糠、草木灰及磷礦石粉，堆肥製作前接種菌株 *Bacillus safensis* 菌株 TC3-1Pi 及鏈黴菌 TCCP1 為 HP-M 堆肥，未接種處理組為 HP 堆肥，堆肥自 2018 年 1 月 12 日至 2018 年 3 月 20 日，堆肥期間翻堆 3 次。堆肥成品之水萃液以電極測定 pH 及 EC 值，總有機碳以 Nelson and Sommers 方法分析（Nelson and Sommers, 1982），另以濃硫酸及雙氧水消化分解（Lowther, 1980）後，氮用微量擴散法測定（Keeney and Nelson, 1982），磷用比色法定量（Olsen and Sommers, 1982），鉀用火焰光度計測定（Sherwood flame photometer 410），鈣、鎂則用原子吸收光譜儀（Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer ZA 3300）分析。

### 堆肥溫度變化與養分分析

本試驗兩堆肥溫度變化如圖 3 所示，其中生物接種堆肥（HP-M）溫度上升較未接種堆肥快，特別是第一次翻堆後（1/22），HP-M 堆肥溫度顯著高於 HP 堆肥，顯示額外接種微生物有助於堆肥進程，前人研究提及生物接種堆肥特性為具有較高堆肥溫度（Lim *et al.*, 2015），與本試驗結果相似。

堆肥成品養分特性如表一所示，其中生物接種堆肥（HP-M）之磷、鉀與發芽率指數較 HP 堆肥高，與前人研究提及生物接種堆肥之養分含量及促進根系生長潛力較高（Sangeeta and Verma, 2000; Kavitha and Subramanian, 2007）有相似結果。試驗結果顯示接種具分解羽毛與溶磷能力之菌株並搭配具分解纖維素之菌株，可提升堆肥品質，而堆肥之磷與鉀含量較高，亦可能為接種菌株發揮功能所致，如前人研究提及，接種溶磷菌於堆肥中，可提高堆肥成品磷含量（Wei *et al.*, 2017）。另研究提及羽毛堆肥具長肥效特性，可應用為番茄栽培介質，不額外施肥條件下具生產效能（Zeng *et al.*, 2018），可扭轉農友對堆肥養分含量或釋放率低之刻板印象；羽毛堆肥具有較高供肥效果，或可提升農民使用意願，且施用後有助於逐步累加土壤有機質，改善土壤環境，更有益於友善農業之推展。



圖三、兩堆肥處理之溫度變化。

Fig. 3. Temperature change in the two composting piles.

表一、堆肥成品養分特性

Table 1. Nutrient characteristics of the two composting products

Treatment	pH1:10	EC1:10 dS/m	N	P	K	Ca	Mg	C/N	Germination index
									%
HP	6.7 <sup>a*</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>	1.4 <sup>b</sup>	2.7 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>	16.3 <sup>a</sup>	121.0 <sup>b</sup>
HP-M	6.7 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>	14.9 <sup>a</sup>	136.9 <sup>a</sup>

\*Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

### 堆肥成品應用於甜玉米友善農耕肥培試驗

本試驗於臺中區農業改良場進行玉米（雪珍）肥料試驗，試驗前土壤肥力如表二所示，試驗 3 處理，3 重覆，每小區畦長 9 m，畦寬 1.4 m，雙行播種，株距 30 cm，試驗主區分三處理，分別於基肥施用（1）羽毛生物接種堆肥 HP-M（2.3-2.1-1.9）（2）市售牛糞堆肥 Cow（2.3-2.7-2）（3）市售菜籽粕 Rap（7-3-1.5）。堆肥以每分地 1,000 公斤施用量換算，菜籽粕（7-3-1.5）以每分地 220 公斤換算。基肥於 2018 年 3 月 13 日施用於畦面上並以無輪式中耕機耕犁入土，3 月 15 日播種，5 月 28 日採收調查。試驗小區於每主區中區分成 3 處理，分別為（1）澆灌 *Bacillus safensis* 菌株 TC3-1Pi 之菌液（2）澆灌菌株鏈黴菌株 TCCP1 之菌液（3）不澆灌菌液。於 3 月 28 日及 4 月 13 日澆灌 400 倍稀釋菌液，每株 250 mL，另於 4 月 27 日澆灌 400 倍稀釋菌液，每株 500 mL。菌液為分別接種 2 菌株於 1% 糖蜜、1% 菜籽粕及 0.5% 酵母粉液態培養基，經培養 4 天後備用。本試驗兩種菌液之肥分分析如表三所示，接種菌株 TCCP1 之培養液其 pH、EC 及氮含量較接種菌株 TC3-1Pi 高，此兩培養液之菌數皆可達  $10^8$  CFU/mL。

表二、試驗前土壤肥力分析

Table 2. Soil fertility before experiments

pH 1:1	EC 1:5	OM %	Bray-1 P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
dS/m			mg/kg							
7.6	0.13	3.1	42	73	2173	168	7	182	9	582

表三、試驗之菌液肥分分析

Table 3. Fertility of bacterial fermentation broths in the experiment

Isolates	pH	EC (dS/m)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Tot-N (%)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Bacterial number CFU×10 <sup>8</sup> /mL
TC3-1Pi	5.1b*	3.2b	83.3b	0.12b	36.7a	629.5a	58.0a	112.7a	3.8
TCCP1	8.4a	5.5a	533.5a	0.55a	33.2a	610.5a	36.4a	68.0a	1.9

\*Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

## 玉米採收調查

試驗每小區採集 6 個玉米穗進行調查，試驗調查結果如表四所示，三種基肥處理以施用羽毛堆肥（HP-M），其穗重與玉米粒重最重，糖度則以施用羽毛堆肥（HP-M）及牛糞堆肥（Cow）較施用菜籽粕（Rap）高。基肥施用三種不同有機質肥料並搭配澆灌微生物液肥，可顯著提高玉米穗重與糖度。其中，基肥施用牛糞堆肥，玉米粒重以澆灌菌株 TC3-1Pi 之培養液較澆灌菌株 TCCP1 之培養液高。整體而言，以羽毛堆肥分別搭配澆灌兩種微生物培養液，牛糞堆肥搭配澆灌菌株 TC3-1Pi 之培養液及菜籽粕搭配澆灌菌株 TCCP1 之培養液其生育效果最佳。本試驗之微生物培養液施用後有助於提高玉米生產，推測為菌株功能、菌株代謝產物與蛋白質水解物所致，如前人研究提及蛋白質水解物具生物刺激素功能（Colla *et al.*, 2015），其促進作物生長並非單就水解物之肥分高低影響，本試驗結果顯示，基肥施用羽毛生物接種堆肥搭配澆灌菌液，可有效促進玉米生產並有助於累積土壤有機質含量，進而改善土壤環境，有助於友善農業之推展。

表四、玉米採收後調查

Table 4. Investigation of ear of corn in different treatments

Treatment	Ear length cm	Ear circumference cm	Ear weight g	Grain weight g	TSS ° Brix
HP-M-TC3-1Pi	18.2a*	14.9a	198.0a	116.1a	14.6a
HP-M-TCCP1	17.4bc	15.0a	195.7a	117.7a	14.3ab
HP-M	18.1ab	13.8b	169.5c	81.0c	12.9c
Cow-TC3-1Pi	17.9ab	14.7a	188.6ab	116.7a	14.5ab
Cow-TCCP1	17.0c	14.7a	177.8bc	102.2b	14.6a
Cow	16.1d	12.5c	122.2d	55.0d	12.7c
Rap-TC3-1Pi	16.9c	15.1a	187.7ab	111.7ab	14.1ab
Rap-TCCP1	17.6abc	14.9a	201.1a	124.6a	14.0b
Rap	17.1c	12.6c	127.9d	58.0d	11.6d

\*Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test) .

## 參考文獻

1. 蔡宜峯、陳俊位、陳榮五 2009. 落葉廢棄物製作堆肥技術之研究 . 臺中區農業改良場研究彙報 103: 53-62。
2. 蔡宜峯、陳俊位 2012. 農業廢棄物資源化微生物之研究 . 農業生技產業季刊 32: 52-59。
3. Calvo, P., L. Nelson. and J.W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383: 3-41.
4. Colla, G., S. Nardi, M. Cardarelli, A. Ertani, L. Lucini, R. Canaguier and Y. Rouphael. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196:28-38.
5. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hort.* 196: 3-14.
6. Ichida, J. M., L. Krizova, C.A. Le Fevre, H.M. Keener, D.L. Elweel and E.H. Burt Jr. 2001. Bacterial inoculums enhances keratin degradation and biofilm formation in poultry compost. *J. Microbiol. Methods* 47: 199-208.
7. Kavitha, R. and P. Subramanian. 2007. Bioactive compost a value added compost with microbial inoculants and organic additives. *J. Applied Sci.* 7, 2514–2518.
8. Keeney, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. p.643-698. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.) . *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
9. Lim, L.Y., L.S. Chua and C.T. Lee 2015. Effects of microbial additive on the physiochemical and biological properties of oil palm empty fruit bunches compost. *J. Engin. Sci. Technol.* 5, 10–18.
10. Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata*, needles. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 11: 175-188.
11. Michalak, I. and K. Chojnacka. 2013. Use of extract from Baltic seaweeds produced by chemical hydrolysis in plant cultivation. *Przem. Chem.* 92: 1046-1049.

12. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter p. 539-579. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds) . Methods of Soil Analysis Part 2. Madison, American Society of Agronomy.
13. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.) . Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
14. Radkowski, A. and I. Radkowska. 2013. Effect of foliar application of growth biostimulant on quality and nutritive value of meadow sward. *Ecol. Chem. Eng. A* 20: 1205-1211.
15. Sangeeta, P and O.P. Verma. 2000. Application of Azotobacter for improved compost quality. *Indian. J. Microbiol.* 39, 249–251.
16. Wei, Y., Y. Zhao, Y. Fan, Q. Lu, M. Li, Q. Wei, Y. Zhao, Z. Cao, and Z. Wei. 2017. Impact of phosphate-solubilizing bacteria inoculation methods on phosphorus transformation and long-term utilization in composting. *Bioresour. Technol.* 241:134-141.
17. Zeng, Y. H., Y. W. Kuo and H. T. Chen. 2018. Higher yield of cherry tomato grown in culture medium with microbially inoculated feather compost without fertilizer application. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* Doi 10.1002/jpln.201700281.



## Research on Application of Feather-degrading Bacterium in Fertilization Management Under Eco-friendly Farming system

Zeng You-Hong, Kuo Ya-Wen and Chen Hong-Tang

Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station

### Abstract

Two bacteria one is *Bacillus safensis* TC3-1Pi with phosphate-solubilizing and feather-degrading ability and another is *Streptomyces* sp. TCCP1 with cellulose-degrading ability were used as inoculators in producing bio-inoculated feather compost (HP-M), however followed the same composting process without further inoculation was HP compost. The phosphorous, potassium and germination index were higher in the HP-M product than in the HP product. Three organic fertilizers as HP-M compost, cow dung compost and rapeseed meal were respectively applied as base fertilizer in the major plot for sweet corn production and among these three plots, some treatments combined with additional drench of microbial broths manufactured irrespectively by inoculating isolate TC3-1Pi and TCCP1. Experimental results showed the highest fresh weight of corn ear was application of HP-M as base fertilizer than application of the other two organic fertilizers. Additional application of both microbial fermentation broths can increase corn production in HP-M treatment, application of the fermentation broth of isolate TC3-1Pi and isolate TCCP1 can irrespectively increase corn production in treatment applied cow dung compost and rapeseed meal.

**Keywords:** Bio-inoculated feather compost, Sweet corn, *Bacillus*, *Streptomyces*





國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

有機及友善環境耕作研討會論文輯 / 沈原民等編著 . -- 第一版 . --

彰化縣大村鄉 : 農委會臺中農改場 , 民 107.09

面 ; 公分

ISBN 978-986-05-6751-9 (平裝)

1. 有機農業 2. 文集

430.1307

107015260

書 名 : 有機及友善環境耕作研討會論文輯

編 者 : 沈原民、白桂芳、林學詩

發行人 : 林學詩

出版機關 : 行政院農業委員會臺中區農業改良場

地 址 : 51544 彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號

網 址 : <http://www.tdais.gov.tw/>

電 話 : 04-8523101

傳 真 : 04-8525841

出版日期 : 中華民國 107 年 9 月

版 次 : 第一版 第一刷 500 本

定 價 : 新台幣 300 元整

展售書店 : 五南文化廣場臺中總店 • 400 臺中市中山路 6 號 • 04-22260330

國家書店松江門市 • 104 臺北市中山區松江路 209 號 1 樓 • 02-25180207

國家網路書店 • <http://www.govbooks.com.tw>

GPN : 1010701466

ISBN : 978-986-05-6751-9

版權所有，翻拷必究



ISBN 978-986-05-6751-9



9 789860 567519

定價 新台幣300元  
ISBN 978-986-05-6751-9(平裝)  
GPN 1010701466