

研製雞糞粒劑及應用於硬質玉米之生產

撰文/蕭巧玲·張瑞明·林宗俊·陳裕儒

前言

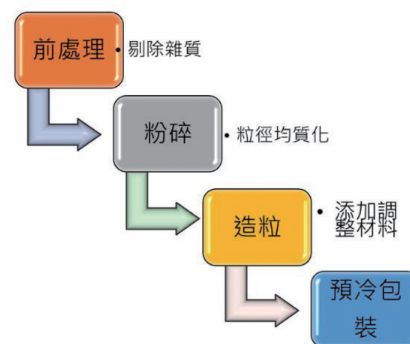
肉雞及蛋雞是國人動物性蛋白質的主要攝取來源之一，全台每年約有 1 億隻，雞隻平均每日約有 0.14 公斤的排泄物(郭等, 2010)，每日有大量的排泄廢棄物被製造出來，從養雞場角度而言，排泄物之惡臭也常是周遭抗爭排拒的話病之處，亦是場區環境劣化及造成雞隻的病源之一。若以農作物栽培來說，雞隻每日排泄物約可貢獻作物所需養分(以氮源計)為 2-3 公克 / 隻，本技術利用造粒流程研發雞糞去化技術，降低原有生雞糞臭味問題，免去發酵腐熟的時間，並且保有適當養分及有機質，相當適合作為基肥或追肥使用，後續將結合有益微生物增值化雞糞粒劑，可依作物生育期提供客製化肥料，達到施肥兼抗病的功效。此外，本技術亦連結雞隻常用之飼料配方作物(如玉米)之生產，於特定生育期強化及補充雞糞粒劑之使用，可獲得與化學肥料相當之品質及產量，所得生產物再進入雞隻飼養鏈中，創造雞場連結農場之最佳循環經濟模式。

雞糞粒劑製作方式及益處

本雞糞粒劑造粒技術流程包括前處理、乾燥、粉碎、過篩、添加調整材料、混合、造粒、冷卻後裝包(圖一)。造粒前後分別分析雞糞與雞糞粒劑之作物所需養分、水分與重金屬含量，可以做為造粒程序之參考與產品品質之保障。

雞糞視水分含量多寡，可以經由不同之造粒程

序製作成粒劑。不同水分含量之雞糞在造粒程序中的優缺點如下：水分含量高之雞糞因水之潤滑作用，對設備之損耗較小、單位時間之產量較高、製作程序中產生之粉塵較少，但是在造粒程序中易發生造橋現象(原料因物理性問題，在程序中互相膠結在一起)，形成堵塞，造粒後需要經乾燥程序，避免在存放期間發霉，以致影響產品之品質；水分含量低之雞糞在造粒程序後雖然可以減少乾燥之程序，然而在造粒程序中易引起粉塵問題與設備之損耗，粉塵問題不只影響操作人員身體健康，同時亦是原料的損失，造粒現場宜有適當之處理粉塵裝置。台灣肥料廠商大多採取將雞糞乾燥後再造粒，少數廠商則採取造粒後再乾燥。



圖一 雞糞粒劑造粒技術流程

雞糞乾燥至適當之水分含量後，經粉碎、過篩、輸送至混合裝置。乾燥之雞糞以敲擊方式進入粉碎程序，粉碎後之雞糞進入篩網過篩，網孔大小會影響單位時間之產量與產品之品質。篩網之網孔口徑較大，則單位時間通過之量多，產生之粉塵少，單位時間之產量大，但產品之品質較不均一，網孔較小則反之。廠商會依各自之生產經濟規模，選擇適當之篩網網孔口徑。通過網篩之雞糞可以經由氣流或者輸送帶輸送至混合裝置。根據雞糞之分析資料，在混合裝置中添加調整材料，包括水分、促使雞糞在造粒程序中成粒之黏著劑、提高雞糞肥料效益之材料，以及提高雞糞粒劑肥分之有機資材，使得雞糞粒劑能夠符合肥料品目之規範。混合後之雞糞原料經陡升機輸送至料桶，然後進入造粒裝置，造粒裝置由 2 個滾輪與 1 個鋼模組成，不同鋼模之設計型態會影響雞糞粒劑之物理性質、單位時間產量與產品品質。臺灣肥料廠商一般以產量為考量，交由鋼模販售商製造。經由造粒裝置擠出之雞糞粒劑，溫度高達 85°C 以上，造粒過程經過擠壓與高溫，經檢測沒有大腸桿菌、沙門氏菌與線蟲，是一項安全的農業資材（圖二）。

臺灣目前肉雞及蛋雞飼養規模普遍為小農，其中以 1 萬至 2 萬隻的場數最多，大約各占 22% 及

37%，雞隻每日所產之排泄物約為 13,580 公噸，以農作物所需之肥料三要素檢視雞糞所能提供的含量，雞隻每日排泄物可貢獻養分為 2.0-3 公克 / 隻 / 天（郭等，2010），進一步統計全臺灣雞隻每日貢獻三要素肥料 (N-P₂O₅-K₂O) 之總排泄量約為 200-350-210 公噸 / 天（莊，2009），以每年農地施氮量每公頃 400 公斤計算，每年雞糞約能提供 18 萬公頃農地氮之需求，如能正確運用，將可達到良好去化及循環作用。

目前將雞糞製成堆肥仍需進行發酵腐熟，此程序約需耗費 45 天 -60 天，同時雞糞在堆肥化過程會損失 50% 的氮素（簡與張，1995），堆肥過程的時間、人力與設施等成本，終端產品之價格難為農民接受。另外，檢測雞糞中之銅鋅含量常分別超過 100 mg/kg 與 500 mg/kg，農民長期連續施用生雞糞，不僅造成土壤鹽分累積、養分不平衡及重金屬銅鋅含量的快速累積，更直接對種植的作物造成傷害（陳等，2000; Gerber *et al.*, 2008）。將生雞糞製成殺菌、調整成分比，直接製成高品質粒劑（Hara, 2001, Stark *et al.*, 1994, Richard and Leaver, 2008），不僅方便農民田間肥培操作，亦可提高肥料的利用率（Reiter *et al.*, 2014, Suppadit *et al.*, 2011）。



圖二 雞糞粒劑經高溫造粒後可減少病原菌殘留（左），粒劑成品易施用及儲藏（右）。

運用有益微生物加值化雞糞粒劑

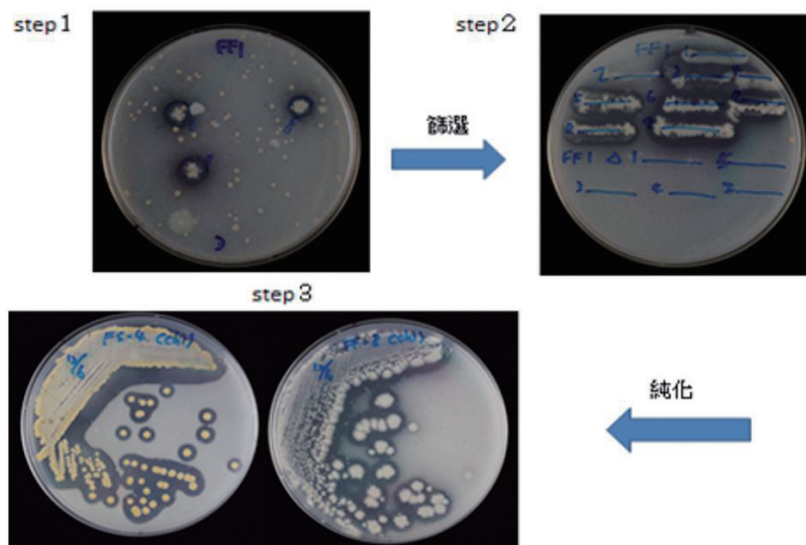
為篩選可為雞糞粒劑加值化之微生物菌種，農試所研究團隊設定了幾個篩選條件(圖三)。由於製造雞糞粒劑時會產生高溫，因此在篩選有益微生物菌種時會考量可以產生内生孢子的菌種。在施用雞糞粒劑至飼料用玉米時，會考量可以產生溶磷、溶鉀、固氮或產生吡啶乙酸能力的菌種。另外會考量有益微生物菌種可以抑制會造成玉米採收後病害之病原菌生長的能力。芽孢桿菌屬 (*Bacillus*) 屬於革蘭氏陽性菌，包括模式生物枯草芽孢桿菌 (*B. subtilis*)。此屬細菌中大多屬於兼性厭氧菌，他們遍布於各種環境。在不適合生存的情況下，此屬細菌可以轉化為内生孢子以進入休眠狀態，有極強的抗逆性，對熱、鹼、酸、高滲以及輻射均有強耐受性。

國內製造或國外進口之微生物肥料品項日益增加，為維護國內土壤生態與環境安全以及保障農友權益，行政院農業委員會增訂有關製造及輸入業者申請微生物肥料登記證時，應檢附微生物肥料作物毒害、生物毒性及環境生態試驗報告等之規定。為簡化業者申辦微生物肥料登記證程序，農委會於

100年6月3日公告「已被鑑定為安全之微生物肥料菌種」，包括細菌8個、真菌4個及酵母菌4個，計16個微生物肥料菌種，肥料業者可據以辦理微生物肥料登記證。所謂的安全菌種必需存在於國內自然環境者，與人類疾病無關、並對植物不具病原性者。若農友使用微生物肥料，可使肥料多樣化，降低對化學肥料之依賴，降低過度使用化學肥料對土壤環境的破壞。

文獻指出黑麴黴菌 (*Aspergillus niger* group) 可能為潛在的黴菌毒素 (mycotoxins) 的生產者。有幾種可以產生對家畜、家禽和人類有毒的赭麴黴毒素 (ochratoxins)。黑麴黴菌可使葡萄、玉米和許多其他水果和穀物產生腐爛，它們通常被視為採收後的病原菌。這些真菌及其真菌毒素污染了幾種主要穀物。有證據表明黑麴黴菌是其他類黴菌毒素的生產者，例如伏馬菌素，它們已知具有致癌性。此外，黃麴黴菌 (*Aspergillus flavus*) 則常生長在儲存的玉米、花生或黃豆上，它產生的黃麴毒素，使人畜吃後會引起肝癌。

農試所團隊由該所的菌種庫篩選出地衣芽孢桿菌 (*Bacillus licheniformis*)37P-6 與 LOP-5 菌株，符



圖三 自雞糞及飼料樣本篩選有益微生物

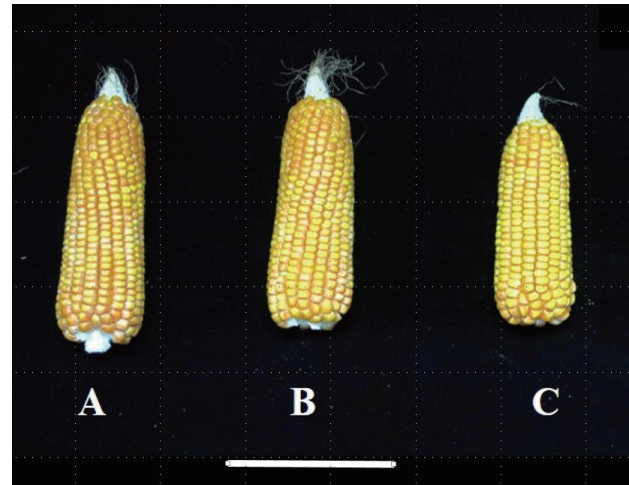
合上述的條件。37P-6 與 LOP-5 菌株是屬於農委會公告的安全菌種。具有溶磷活性與產生吲 乙酸的能力。此外對黑麴黴菌 (*Aspergillus niger*) 的菌絲生長亦具有良好抑制效果。

雞糞粒劑應用於硬質玉米之生產

玉米為雞隻飼料主配方之一，目前做為動物飼料及食品加工多為馬齒種與硬粒種玉米，通稱為硬質玉米，由於飼料需求殷切，因此每年約進口 4 百萬公噸的硬質玉米，雖然國內玉米產量僅占進口量之 1% (李等, 2012)，但沒有基改疑慮及可機械化生產，頗受飼料商及農民喜愛。為讓玉米增加多元化栽培利用，本技術擬將雞糞粒劑應用於硬質玉米生產，導入循環農業的資源再利用理念，以推廣雞糞粒劑的使用率，降低農民施用生雞糞的習慣。

肥料是供給作物生產的養分來源，尤為氮素極其重要 (Hsiao *et al.*, 2013)，為瞭解雞糞粒劑對硬質玉米生產之效益，以常態慣行之化學肥料及市售有機肥進行生長及產量比較，分別施用於播種前作為基肥，於植株生長 30 天時進行培土及間苗時施用作為追肥。

雞糞粒劑等 3 種肥料所種植之玉米收穫期約播種後 110 天左右採收，3 者間並無差異，顯示雞糞粒劑之肥效相當於其他 2 者。此外，雞糞粒劑在生育初期之株高、葉面積、單穗乾重上效果較佳，顯示雞糞粒劑對玉米生長有助益 (Amos *et al.*, 2013)，各生長性狀間約在播種後 80 天達到最高值，雞糞粒劑與化學肥料、有機肥並無顯著差異，尤其在產量方面的表現趨勢一致，雖以化學肥料較佳，但雞糞粒劑仍在籽粒重及 50 穗總重上與化學肥料及有機肥相當。施用雞糞粒劑之玉米在穗型外觀亦優於有機肥 (圖四)，穗粒尾端充實飽滿，並與化學肥料相差無多。雞糞粒劑施用初期在營養生長期如株高及乾重上效果較佳，後續若再搭配功能性有益微生物或有機肥，可取代部分生育階段的化肥，將可提高玉米產量及品質，此外，本項試驗成果將持續擴大至植物性飼料添加劑如咸豐草、艾草等，所獲生產物



圖四 以化學肥料(A)、雞糞粒劑(B)及有機肥(C)等 3 種肥料種植秋作硬質玉米，雞糞粒劑與化學肥料產量相當。

可望運用於飼養雞隻所用，真正達到雞場與農場間的循環利用。

結語

本項研發計畫結合肥料研製、有益微生物純化及作物栽培生理等專業領域，落實雞糞去化之研發能量，已具備一貫化進行雞糞粒劑產程技術，及利用有益微生物增值化雞糞粒劑之肥效，並且實質應用於雞隻所需之飼料作物上。此項研發技術除了解決雞糞去化問題外，更可改善農民施用生雞糞對環境造成的衝擊。雞糞粒劑更可作為其他附加養分的載體，如單質營養源或有益微生物之生長平台，能增值化雞糞粒劑的功效，更能針對特定作物及特定生育期開發客製化相關產品，因其具備養分不易流失且便於施用的特性，可有效的加強雞糞粒劑的施用益處。未來如能技轉雞糞粒劑製造技術，協助農企業發展，運用產業團體的力量，可加速擴大推動雞糞粒劑使用層面。

AgBIO

蕭巧玲	行政院農業委員會	農業試驗所	助理研究員
張瑞明	行政院農業委員會	農業試驗所	助理研究員
林宗俊	行政院農業委員會	農業試驗所	助理研究員
陳裕儒	行政院農業委員會	農業試驗所	助理研究員

參考文獻

1. 李仁耀、張呈徽、林啟淵。2012。國內飼料玉米專業進口商的合作與競爭。122頁。應用經濟論叢。
2. 郭猛德、林晉卿、陳琦玲、程梅萍、蔡宜峰。2010。雞糞堆肥製作及施用技術手冊。行政院農業委員會畜產試驗所。
3. 陳仁炫、吳正宗、曾國力。2000。本省禽畜糞堆肥之成分特性及銅與鋅之逆向分析。第三屆畜牧資源回收再利用研討會論文集。1-6頁。台灣省畜牧獸醫學會編印。
4. 莊浚釗。2009。設施蔬菜長期施用雞糞對土壤之影響。桃園區農業專訊。
5. 簡宣裕、張明輝，1995，台灣農家要覽畜牧堆肥製造與使用，547-559頁。
6. Amos, H. O., C. Izundu and A. Iliyasu. 2013. Effect of chicken manure on the performance of vegetable maize (*Zea mays saccharata*) varieties under irrigation. Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences 1:109-195.
7. Stark C.. and P. Ferket. 1994. Conditioning, Pelleting, and Cooling. Agriculture and Lifestyle.
8. Gerber, P., , C. Opio, and H. Steinfeld. 2008. Poultry production and the environment-a review. Poultry in the 21th Century. 1-27.
9. Hara, M. 2001. Fertilizer pellets made from composted livestock manure. Agriculture Research Division 1-11.
10. Hsiao, C. L., C. M. Yang, C. H. Ho, S. J. Tsai, Y. W. Lin and T. S. Liu. 2013. Effects of nitrogen fertilization and climatic environment on growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa*) grown under protected structure. Crop Environ. Bioinform. 10:284-289. (in Chinese with English abstract)
11. Reiter, M.S., T. C. Daniel, N. A. Slaton, and R. J. Norman. 2014. Nitrogen availability from granulated fortified poultry litter fertilizers. Soil Science Society of America Journal 78:861-867.
12. Richard, H. and P. E. Leaver. 2008. The pelleting process.1-48.
13. Suppadit, T., L. Sangla, and N. Sunthorn. 2011. Effects of pelleting on fertilizer quality of quail litter. African Journal of Agricultural Research. 6:5940-5947.