

堆肥中人畜共通致病菌之管理簡介

文·圖 / 農業藥物毒物試驗所 羅致述

一.前言

國人對農業生產區的環境保護與永續經營越來越重視，化學肥料的施用逐漸減少，而以天然的有機質肥料作為土壤肥料改良資材逐漸增加。例如堆肥（Compost）因添加禽畜糞而可改善土壤肥力。堆肥中如含有來自禽畜糞之危害健康的人畜共通致病菌（Zoonotic pathogens），會因施用堆肥而進入生鮮蔬果產品鏈中造成腹瀉或傷寒症狀，嚴重者甚至會危及生命。

近來有機農業已逐漸發展，另在農產品生產過程中亦常會用堆肥來減少化肥的使用。而堆肥的原料常來自於禽畜糞，含有糞生大腸桿菌（Fecal coliforms）和沙門氏桿菌（*Salmonella* spp.）等病原菌。雖然堆肥在生產過程中大部分病菌會因高熱而消滅，但仍有可能因熟成不完全或二次污染造成病原菌在堆肥中生長，再經由蔬果等作物進入人體，例如沙門氏桿菌，出血性大腸桿菌（*E. coli* O157:H7），以及李斯特菌（*Listeria* spp.）。

沙門氏桿菌分布及污染途徑，通常為患者及帶原者將病原菌排至糞便中，經污染食物或飲水候再傳染給其他人；或以含菌之糞便作肥料，使水果和蔬菜成為傳染媒介。德國在2011年4月曾發生芽菜含O104:H4型大腸桿菌的事件，造成52人死亡；美國在2011年7月也發生哈密瓜含李斯特菌的事件，導致16人死亡。臺灣自民國70年至102年國內細菌性食因性中毒事件共2,579件，顯示上市前的田間蔬果安全檢測與管理之重要性。

美國國會在2013年新修定的食品安全現代化法（FSMA）中，要求生產蔬菜水果的農場，對其產品與農業資材（含灌溉水）中危害健康的病原菌進行管理，並禁止家禽與家畜進入農場，以避免糞便中的病菌污染農產品。

二.國際上對堆肥病原菌限量管理

國外堆肥品質規格包括病原菌及重金屬（表1），對病原菌亦有限量規定（表2），但我國未有訂病原菌限量規範（表1, 2）。

表1 國內外堆肥規格比較。

項目	臺灣	加拿大	美國	歐盟	英國
1.病原菌	×	✓	✓	✓	✓
2.重金屬	✓	✓	✓	✓	✓

×：無限量規範；✓：有限量規範。



表2 國內外對堆肥中病原菌之限量規定

國家或地區	大腸桿菌 (群)	糞生大腸桿菌 (群)	沙門氏桿菌
美國	-	< 1000 MPN/克	< 3 MPN/4克
加拿大	-	< 1000 MPN/克	< 3 MPN/4克
歐盟/英國	< 1000 MPN/克	-	不得檢出 (25克)
澳洲/紐西蘭	< 100 MPN/克	-	< 1 MPN/50克
臺灣	-	-	-

-：無訂定

有些國家針對堆肥中病原菌含量會進行規範與分級。以美國為例，A級堆肥中糞生大腸桿菌群需少於1000MPN/克（MPN，maximum probability number，最大可能菌數，1MPN單位視同1細菌菌落形成單位（CFU，colony-forming unit）），沙門氏桿菌需少於3MPN/4克。

美國與加拿大堆肥中糞生大腸桿菌（群）（含*E. coli*）限值為低於1000MPN/克，沙門氏菌低於3MPN/4克。歐盟之大腸桿菌（群）（*E. coli*）限值為低於1000MPN/克，沙門氏菌不得檢出（25克）。澳洲與紐西蘭則更嚴格，大腸桿菌（群）需少於100MPN/克（表2）。

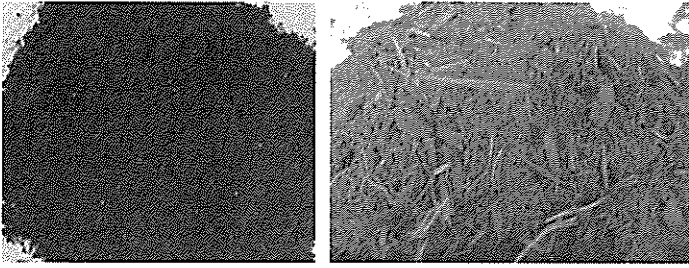
在我國堆肥中尚未列入人畜共同性致病菌的限量規範與檢驗。

三. 國外堆肥中病原菌污染

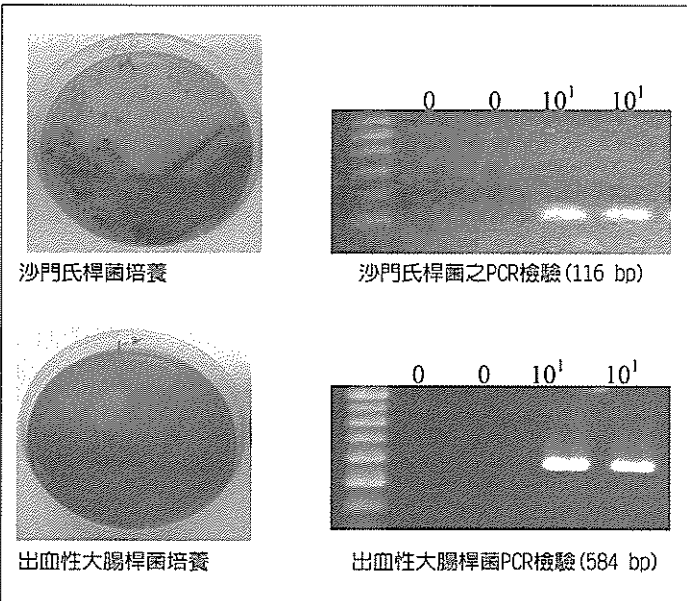
瑞典在2002年檢驗堆肥生產工廠，發現堆肥中含有糞生大腸桿菌與大腸桿菌，含量為 $10^1 \sim 10^5$ CFU/克。希臘在2003年調查了28件市售堆肥，發現所有堆肥商品均不含沙門氏桿菌，但金黃色葡萄球菌（*Staphylococcus aureus*）檢出率為17%，且菌量都在 10^5 CFU/克以上。產氣莢膜桿菌（*Clostridium perfringens*）檢出率為96%，菌量在 $10^1 \sim 10^3$ CFU/克之間。所有樣品均含大腸桿菌群（Coliforms），且含量均超過限量。巴西在2005年調查市售堆肥，發現大腸桿菌群含量在 $9 \times 10^1 \sim 3 \times 10^6$ CFU/g，糞生大腸桿菌群含量在 $1 \times 10^1 \sim 2.3 \times 10^6$ CFU/g，甚至腸毒素型大腸桿菌（ETEC）也被檢出。

美國在1996年調查指出72件堆肥商品中，有半數含有沙門氏菌。雖然工廠堆肥製做過程的溫度及發酵時間均符合操作規範（55°C，3天，通氣靜態堆積法（Aerated static piles）；或55°C，15天，堆積法（Windrow systems））。在2008年調查108件商品堆肥，其中有7件（6.7%）沙門氏菌量超出限值（每4克堆肥中之沙門氏菌量少於4MPN單位）。在2009年又調查94件商品堆肥，其中有1件含沙門氏菌，有28%的堆肥大腸桿菌群超出限值，有6%的堆肥含有出血性大腸桿菌，糞生鏈球菌群（*Fecal streptococci*）檢出率為100%，產氣莢膜桿菌（*Clostridium perfringens*）檢出率為70%。在47件商品中李斯特菌也有22件檢出。

英國在2009年的調查報告指出，抽檢431件堆肥商品，沙門氏菌的合格率为99.5%。但抽檢的467件堆肥商品中，大腸桿菌合格率只有79.6%。可能的原因為堆肥未完全腐熟。



▲圖1 含禽畜糞之堆肥樣品（左為腐熟商品，右為部分腐熟商品）



▲圖2 以培養法及聚合酶連鎖反應（PCR）檢測30克堆肥中 10^4 細菌量。沙門氏桿菌（上）與出血性大腸桿菌（下）

四. 國內堆肥中病原菌現況

農業藥物毒物試驗所自民國99年即開始進行堆肥中危害健康致病菌之調查（圖1），檢驗項目包括大腸桿菌群、糞生大腸桿菌群、沙門氏桿菌及病原性大腸桿菌。可檢測30克堆肥中之病菌量至 10^1 的病菌量（圖2）。

隨機抽檢100件堆肥樣品，檢驗結果皆無沙門氏桿菌及病原性大腸桿菌。病原性大腸桿菌檢驗4種，包括：出血性大腸桿菌（EHEC）、腸毒素型大腸桿菌（ETEC）、腸病原型大腸桿菌（EPEC）及腸侵襲性大腸桿菌（EIEC）。在16件堆肥樣品中有2件大腸桿菌群陽性，出現頻率為13%，含菌量分別為 2.07×10^3 MPN/克與 2.6 MPN/克乾重。在13件堆肥樣品中，糞生大腸桿菌群有1件陽性，出現頻率為8%，含菌量為 4.2×10^2 MPN/克。

五. 結語

目前國內有機農戶約有2,988戶，有機農產品業者約有1,495家，肥料品牌至少有151種。在104年度國產土壤肥力改良資材品牌推薦共35種，其中有33件含禽畜糞。農業藥物毒物試驗所已建立堆肥中有害健康的人畜共通致病菌之檢驗技術，可接受相關業者的檢驗申請服務。惟目前遇到的困境為我國法規尚未規範堆肥中致病菌含量，廠商缺乏主動送檢動機，廠商亦擔心檢驗結果會影響堆肥銷售而不願提供樣品。

我國堆肥品質若能參考國外規範加入衛生安全相關的限量規定，除可提高堆肥的衛生安全，並可促使以堆肥為主要土壤肥力改良資材的農業生產區生產更安全的生食性新鮮蔬果，不僅能提高食品安全，亦可提升消費者購買意願，並增加有機產業產值與銷售。⑧