

評估市售蓖麻粕有機質肥料中蓖麻毒素蓖麻鹼之含量及其在土壤中的釋放與代謝

Evaluating the occurrence of ricinine in commercially available castor cake organic fertilizers and its release and metabolism in soils

傅沁元(C.Y. Fu)¹, 鄭楷軒(K.X. Zheng)², 劉政樺(C.H. Liu)³, 詹舜安(S.A. Chan)⁴, 林秀榮(S.R. Lin)⁵, 楊小瑩(H.Y. Yang)⁵, 莊雅惠(Y.H. Chuang)^{1*}

¹ 國立中興大學土壤環境科學系 yhchuang.68@dragon.nchu.edu.tw

² 國立中興大學植物醫學暨安全農業碩士學位學程

³ 逢甲大學環境工程與科學學系

⁴ 台灣安捷倫科技股份有限公司

⁵ 行政院農業委員會茶業改良場

摘要

蓖麻粕為蓖麻油製造過程中的主要副產物，因具有高的氮含量而被全球廣泛作為有機質肥料施用於田間；然而蓖麻粕中卻存在可能危害人體的蓖麻毒素如蓖麻毒蛋白及蓖麻鹼等。相較於蓖麻毒蛋白，蓖麻鹼的分子量較小 ($MW = 164.164 \text{ g mol}^{-1}$)，若自蓖麻粕釋放至土壤後較容易被植物吸收，進而會對人類健康產生潛在的危害。為了提供針對攝食含蓖麻鹼殘留之作物的人類健康風險評估所需的資訊，針對農業生態系統中各種基質建立有效且精確的萃取及分析方法實屬不容緩。為了評估市售蓖麻粕肥料中蓖麻鹼之含量以及土壤施用蓖麻粕後蓖麻鹼在土壤中的殘留現況，本篇研究使用經修飾之快速萃取方法 (quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe, QuEChERS) 及經修飾之固相萃取法 (solid phase extraction, SPE) 分別搭配液相層析四極柱串聯時間飛行式質譜儀 (LC-QTOF/MS) 建立蓖麻粕肥料及土壤孔隙水中之蓖麻鹼之分析方法。另外，為了進一步評估蓖麻鹼在土壤中的轉換，本研究亦利用 LC-QTOF/MS 中的非目標分析模式搭配 SIRIUS 軟體針對蓖麻鹼之代謝產物建立分析及鑑定流程。結果顯示，在 25 種市售蓖麻粕肥料中，蓖麻鹼含量因種類或品牌不同而有所差異，從含量介於 0.1 至 $5739.9 \text{ mg kg}^{-1}$ 。而以 20 g kg^{-1} 的比例施用蓖麻鹼於兩種土壤後，土壤孔隙水中的蓖麻鹼含量在施用後第 1 日上升至 $3810\text{--}7990 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ，而在第 7 日及第 14 日則分別降至 $1410\text{--}3460 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ 與 $107\text{--}279 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ 。此外，利用所建立的蓖麻鹼代謝物鑑定流程結果顯示，共有兩種屬鑑定信賴度為等級二之代謝產物 R-194 及 R-180 被鑑定出，同時亦有一種屬鑑定信賴度為等級一(已由表準品確認)之代謝產物 R-150 (N-demethyl-ricinine) 被鑑定出。本篇結果顯示蓖麻鹼在蓖麻粕施用至田間後可能在短時間內釋出，並在在土壤中經歷代謝作用；因此，儘管蓖麻鹼在土壤孔隙水中的濃度可能隨著時間降低，但在衡量作物食用安全性時，蓖麻鹼的代謝物亦應納入考量之一，而於未來評估土壤施用蓖麻粕有機質肥料對於人類及生態系安全的影響亦能提供更完善的資訊。

關鍵字：蓖麻粕、液相層析四極柱串聯時間飛行式質譜儀、代謝物鑑定、有機質肥料、蓖麻毒素蓖麻鹼

Keywords: castor cake、LC-QTOF/MS、metabolite identification、organic fertilizer、ricinine