

電漿液於重要果樹病原防治之應用

鄭靜如、黃家姍、楊淳閱（碩士班研究生）

許雅真（博士班研究生）

朱盛祺（農業部苗栗區農業改良場科長）

林盈宏（國立屏東科技大學植物醫學系教授）

前言

果樹病害對於農業產量和品質為一關鍵挑戰，尤其在果樹的生長、發育及果實產量的影響。傳統上，果樹病害的防治主要依賴化學農藥的使用。然而，隨著公眾對永續農業關注的提升，環境友好且具有強效抑菌能力的電漿技術受到廣泛關注，被視為防治果樹病害的替代方案。本文旨在介紹電漿技術的基礎原理、對果樹病害的抑菌效能，並探討電漿技術在此領域的應用方式。本文將揭示電漿技術在果樹病害防治的應用潛力，為果樹病害管理策略提供新的視角和解決方案。

臺灣常見果樹及病原菌

臺灣因多樣化的氣候和地理環境，果樹栽培佔據重要地位。然而，果樹栽培期間常面臨各種病原菌的威脅。特別值得注意的是炭疽病菌，它不僅危害果實，還會影響枝條和葉片，造成表面果肉軟化，並出現黑色、圓形、略微凹陷的病斑。此外，還有其他病原菌對果樹和果實造成影響，例如會使木瓜植株傾倒的疫病菌、能讓整個花序枯死的灰黴病菌，以及在果實套袋期間易感染的瘡痂病菌。這些病原菌不僅降低果實的產量，也影響其市場價格。傳統上，透過加熱或使用化學藥劑來防治這些病害，但加熱會導致果實失重，而化學物質則可能引起環境汙染。因此，為了確保果樹品質的穩定性和農業的永續發展，低環境影響且高效抑菌的電漿技術成為病害防治的新選擇。

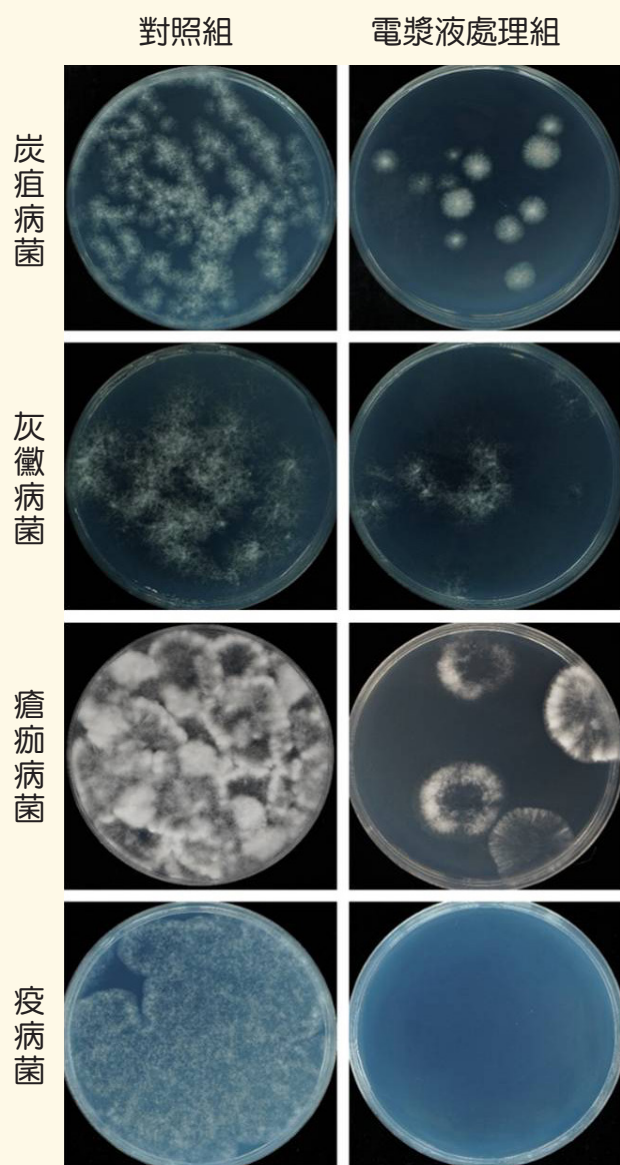
電漿技術介紹與抑菌效果評估

電漿技術乃運用電場來解離氣體分子，進而將這些分子引入水中，創造出含有活性物質的電漿液。這種電漿液富含各種活性物質，例如超氧陰離子（ $O_2^{\cdot-}$ ）、過氧化氫（ H_2O_2 ）和氫氧自由基（ $\cdot OH$ ），它們都具有強大的氧化作用。這些活性物質對病原菌具有顯著的抑菌效果，能夠破壞病原菌的細胞膜，並對其內部結構造成損害。電漿技術的這一特點使其在控制植物病害，特別是對於果樹病害的防治中展現出巨大的應用潛力，既有效又環保。

學者對電漿技術在農業病害控制上的實際應用進行了深入研究。以芒果炭疽病菌（*Colletotrichum gloeosporioides*）為例，經過電漿技術處理後，病菌的細胞膜受到損害，且其 DNA 遭到降解。研究者進一步將處理過的炭疽病菌接種於芒果果實上，結果顯示，與未經處理的對照組相比，使用電漿技術處理過的芒果在 10 天後的發病率降低了 48%。

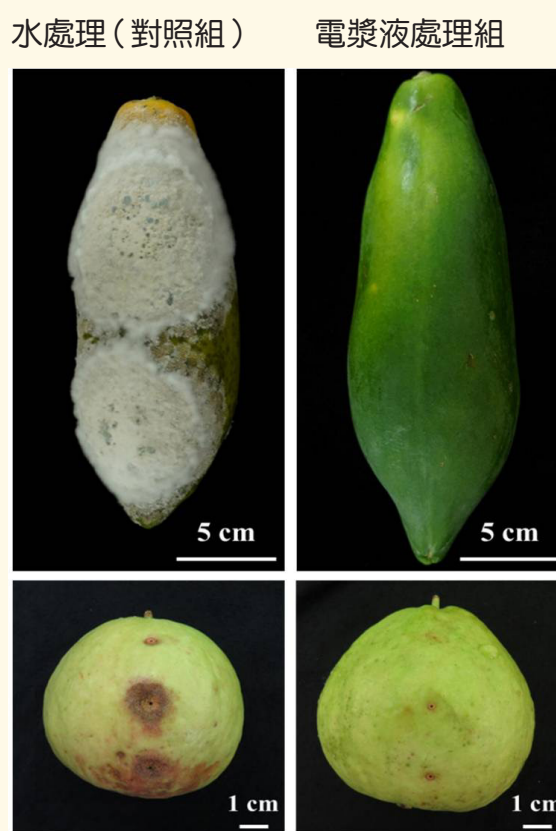
此外，相關研究也顯示，使用電漿液浸泡處理草莓後，其上的金黃色葡萄球菌（*Staphylococcus aureus*）相比水處理組的發病情形有顯著降低。經過電漿處理的葡萄球菌在外部形態上出現了明顯變形，甚至在 15 分鐘處理後開始出現破裂現象。這些研究結果進一步證明電漿技術在農業病害控制中的有效性和應用潛力，特別是對於保護和提升農產品品質方面。

本研究室目前正在對多種果實上常見的病原菌進行抑菌實驗，涉及的病原菌包括炭疽病菌 (*Collectotrichum* spp.)、灰黴病菌 (*Botrytis* spp.)、瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis* spp.) 以及疫病菌 (*Phytophthora* spp.)。首先，我們探究了這些病原菌是否能被電漿液抑制。實驗結果顯示，相比於未處理組，經電漿液處理後的病原菌生長明顯受到抑制(圖一)，顯示電漿液對不同類型的病原菌都具有一定的抑制效果。



圖一、不同果實病原菌經電漿液處理後之菌落形成照。

接下來，我們對電漿液用於防治果實上病原菌的效果進行測試。透過觀察處理後的病原菌在果實上的發病情況，與對照組相比，使用電漿液處理的木瓜果實表面沒有出現明顯的疫病病斑，而且在番石榴上的瘡痂病病勢發展也明顯減緩，導致病斑相對較小。這證明了本研究室使用的電漿技術能有效減緩木瓜疫病和番石榴瘡痂病的病勢發展(圖二)。



圖二、電漿液對木瓜疫病與番石榴瘡痂病罹病果實之防治試驗。

由於電漿液對多種病原菌具有抑菌效果，其應用範圍比傳統農藥更廣泛。此外，電漿液的製備過程中不需添加任何化學藥劑，減少對環境的影響。

然而，在將電漿技術實際應用於果樹生產過程中，尚需進一步研究以確定最佳的應用方式和條件，以確保電漿液能夠發揮最大的效益。

電漿應用方式

電漿技術在農業中的應用方式主要包括噴灑電漿液和結合採後水洗處理兩種方法。

首先，噴灑電漿液是一種普遍的應用方式。這種方法通過將含有活性物質的電漿液均勻地噴灑在果實表面，以抑制病原菌的生長。電漿液中的活性物質可以直接與病原菌接觸，破壞其細胞膜，從而降低病原菌的生長能力。噴灑電漿液不僅可以在果樹的不同生長階段進行，尤其在病害初期感染時最為有效，有助於在病原菌擴散前控制其生長，減少感染風險。此外，與噴灑傳統化學農藥相比，電漿液的毒性相對較低，既可以減少對環境的影響，也降低了對操作人員的風險。

其次，採後使用電漿液進行水洗處理主要是為了保持果實的新鮮度及抑制病原菌。電漿液中的活性物質有效地抑制果實表面的病原菌生長，延緩果實腐爛，從而提高了果實的儲架壽命，減少運輸和倉儲過程中的損失。此外，採後水洗還有助於電漿液中的活性物質分解果實表面殘留的農藥，進一步提升果實的食用安全性。

結語與未來發展

在果樹病害防治領域，電漿技術作為一種新的果樹病害防治方案，其未來的發展和應用前景值得進一步探索和改良。為了提高電漿技術在防治病害方面的效果，我們需要更精細地調整電漿液的應用方式。這包括了解不同品種的果樹、它們的生長階段以及病原菌對電漿液的抑制反應，從而制定更加精準和有效的應用策略。

進一步的田間試驗和大規模應用研究，

將有助於深入了解電漿技術的實際效果，並推動其在果樹病害防治中的應用。此外，將電漿技術與其他現代農業技術結合，如與精準農業技術的整合，有望創造出更全面的果樹病害防治系統，進而提高整體的防治效率。

總之，電漿液作為一種高效抑菌且對環境友好的果樹病害防治手段，將有望在提升果樹生產品質和產量的同時，減少對環境的負面影響。展望未來，我們期待這項技術在農業領域中持續進步，為實現更加永續的病害防治方法作出貢獻。