

跨領域創新應用

大氣電漿協助雞蛋殺菌 省水、殺菌率高

從清洗電子設備的細小微粒，到清除雞蛋表面的沙門氏菌，工研院將原本應用於高科技產業的大氣電漿技術（Atmospheric-Pressure Plasma Source；APPS），跨領域切入雞蛋殺菌市場，並選業界指標的屏東大武山牧場作為目標試驗場域。

撰文／高永謀 攝影／林穎成

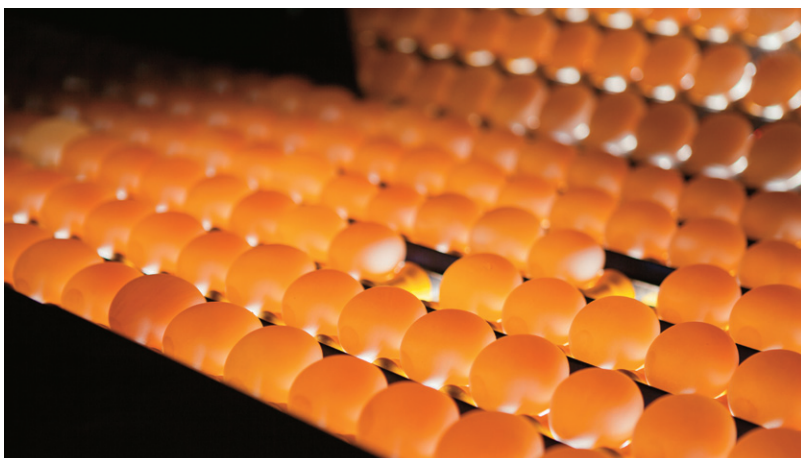
為了協助雞蛋業者提高雞蛋殺菌率，工研院以「南台灣產業跨領域創新中心」為基礎，與屏東科技大學、高雄海洋科技大學與大武山牧場合作，結合工研院研發的大氣電漿技術（APPS），應用於

雞蛋殺菌流程，保護消費者食的安全不受病菌侵襲。

市售的雞蛋若未完全清除雞糞等附著物，縱使全面採用一次性裝載容器或包材，消費者仍將受到病菌威脅；因此，如何精進雞蛋殺菌技術是台灣雞蛋業者的共同挑戰。



工研院與屏東科技大學、高雄海洋科技大學合作，共同開發大氣電漿雞蛋殺菌應用技術。左起為工研院機械所資深研究員張家豪、高雄海洋科技大學助理教授侯智耀、高雄海洋科技大學主任林家民、大武山牧場行銷業務部經理魏毓恆。



洗選蛋工廠使用光線來檢測篩選裂蛋。

大氣電漿跨領域創新應用

鮮蛋堪稱是最普及的國民食品，工研院研發的大氣電漿雞蛋殺菌應用技術，可有效消滅雞蛋常見的沙門氏菌（Salmonella）等病菌，與雞蛋業者廣泛採用的次氯酸鈉（NaClO）溶液刷洗與紫外線（Ultraviolet；UV）殺菌組合殺菌技術相較，其殺菌率相等，約為 5-log（99.999%），且無化學藥劑殘留之弊，並可降低水資源的使用，減少雞蛋洗選成本，讓更多雞蛋業者願意落實洗選蛋。

為平衡台灣南北發展差異，並帶動南部各縣市的產、官、學、研合作；2016 年，工研院與屏東縣政府、高雄市政府、屏東科技大學以「大氣電漿在農業跨領域科技之應用研究」為題進行研發，將農業產業注入創新的科技技術，以提升產業競爭力。

提升台灣雞蛋洗選率

在眾多雞蛋業者中，研發團隊預定與大武山牧場合作，乃著眼於其為南台灣產能最大、設備最先進的雞蛋業者；未來若導入大氣電漿雞蛋殺菌應用技術，不僅可大幅提升其洗選蛋技術，增益其雞蛋的市場價值與競爭力，並可望激勵其他雞蛋業者見賢思齊，拉抬台灣雞蛋洗選率，朝雞蛋全面洗選的目標前進。

大武山牧場行銷業務部經理魏毓恆直言，台灣雞蛋洗選率僅約 30%，嚴重落後早已施行雞蛋全面洗選的日本等先進國家，甚至還不如泰國、越南等新興國家；且

因政府未明訂鮮蛋洗選標準，許多市售雞蛋僅作簡單清洗，亦號稱洗選蛋，衛生無虞的市售雞蛋，比例低得令人憂心。

魏毓恆表示，台灣諸多製造業產品常標榜符合歐規、美規，但雞蛋洗選流程卻不能仿效歐美國家。因為歐洲國家溫度與濕度均低，細菌繁殖較慢，因此歐洲國家在剔除裂蛋、髒蛋、臭蛋後，只進行以高速空氣去除蛋殼附著物，而不進行洗滌流程，如此可減少刷洗過程對雞蛋鮮度品質的負面影響，但台灣位於亞熱帶與高濕度的海島氣候，雞蛋若不經嚴格的洗選、殺菌，消費者必將「病從口入」。

雞蛋食安再上層樓

被雞糞污染的雞蛋與蛋殼，是沙門氏菌等病菌藏身之處；雞蛋倘若殺菌不完全，可能將引發食安危機。高雄海洋科技大學水產食品科學系副教授林家民分析，以次氯酸鈉為雞蛋殺菌，是大多數雞蛋業者慣用的殺菌法，主要缺點為刷洗過程會侵蝕蛋殼的角質層，讓蛋殼變薄與脆弱，而無角質層的蛋殼蛋，其鮮度降低的速度與被再污染細菌入侵的機率，比未刷洗的蛋殼蛋高許多，若是之後未能在適當的冷藏溫度儲存，有時比未刷洗的蛋殼更易被污染。

另一殺菌方法為煙燻，其殺菌效果雖較佳，但費時約半小時，對每日出貨量數以萬計的中、大型雞蛋業者，緩不濟急。以紫外線殺菌，速度雖快於煙燻與次氯酸鈉殺菌，但殺菌效果較低，也頗為耗電，成本並不低。

工研院機械與機電系統研究所電漿系統技術部資深研究員張家豪解釋，大氣電漿技術利用所生成的高濃度帶電粒子、活性自由基及鍍膜反應物，進行物體表面清潔、改質及鍍膜製程，已廣泛應用於光電半導體、3C 電子及工業零組件等產業。

將大氣電漿技術應用於雞蛋殺菌及其他農產、食品加工，是國際間近年來相當熱門的研究議題，然而國

外目前仍處於學術研究階段。工研院所開發之大氣電漿技術具有以下特點：一、乾式處理方法，無須耗費大量水資源，並可避免液態處理環境中交互污染的風險；二、低電漿產生溫度，不會破壞食物組織，可處理對熱敏感性食品；三、高濃度活性自由基產生率，處理效果快，作用時間短，且所產生的活性自由基，最後會還原成原始的氣體狀態，不會有化學殘留疑慮；四、模組化設計，可因應產線需求，快速調整電漿模

組數量及排列方式。雞蛋殺菌技術開發上，可達 5-log（99.999%）的滅菌率，已符合業界所需標準；若能克服相關配套問題，並吸引大多數雞蛋業者採用，台灣雞蛋食安必將再上層樓。

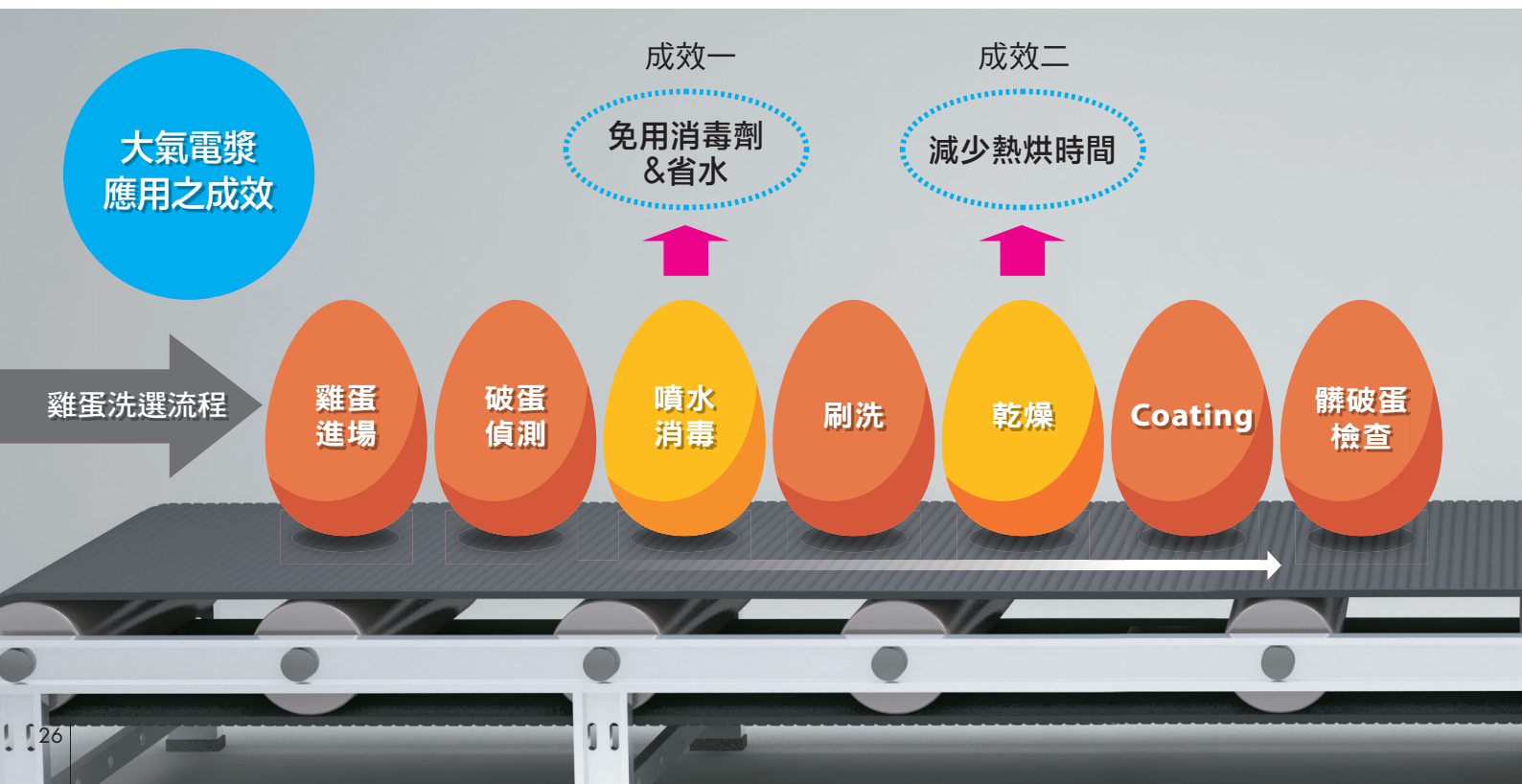
雞蛋洗選機器價格不菲，張家豪強調，研發大氣電漿雞蛋殺菌應用技術，目的並非打造全新的雞蛋洗選機器，而是置換雞蛋洗選機器的殺菌方式；而且雞蛋業者省下的水費，很快便可超越置換殺菌方式所支出的成本，長期而言，將更經濟實惠。



工研院研發的大氣電漿技術，應用於雞蛋殺菌流程，可保護消費者不受病菌侵襲。

省水又快速 延長保存期限

曾在蛋製品相關企業任職多年的高雄海洋科技大學水產食品科學系助理教授侯智耀補充，以次氯酸鈉為雞蛋殺菌，必需耗費可觀的清水；一般雞蛋業者每日耗費的清水，即數以噸計，產能、規模與大武山牧場相近的大型雞蛋企業，每日耗水量更高達數十公噸，加上洗蛋時添加的次氯酸鈉或四級胺鹽用量相當可觀，因此如果能夠跨領域將大氣電漿技術導入蛋品加工領域，將可以創造出





不同之產業應用與技術價值。

大氣電漿雞蛋殺菌應用技術為乾式製程，不僅可為雞蛋業者節約水費，降低對民生用水的排擠，對環境更為友善，其殺菌時間僅數秒，還能加快雞蛋洗選的速度，增加企業產能。林家民強調，大氣電漿雞蛋殺菌應用技術更能維持雞蛋鮮度，拉長雞蛋的保存期限，強化其市場競爭力，未來更有利於外銷。

若干雞蛋業者如大武山牧場，為延長雞蛋的保存期限，還特別為雞蛋封蠟；魏毓恆透露，台灣雞蛋保存期限多為 30 天，封蠟之後，可增至 45 天。林家民認為，大氣電漿雞蛋殺菌應用技術對於蛋的角質層傷害較低，雞蛋保存期限可望再延長。

未來可擴散產業化模式

林家民評估，目前大氣電漿雞蛋殺菌應用技術仍要克服三大難題，才有機會獲得雞蛋業者青睞採用，包括如何擴大處理雞蛋的數量、如何降低殺菌未完全雞蛋之比例，與如何將此技術嵌入雞蛋洗選流程中。

尤其，每家雞蛋企業採用的雞蛋洗選機器不盡相同，



大武山牧場透過十多道洗選流程消除雞蛋表面的細菌，再經過重量分級後裝箱出貨。

大氣電漿雞蛋殺菌應用技術如何嵌入洗選流程中，困難程度更勝前兩者。魏毓恆建議，未來可找雞蛋洗選機器合作，直接置換其殺菌裝備，雞蛋業者不必再勞神置換事宜，更有助於推廣大氣電漿雞蛋殺菌應用技術。

為促成南台灣產業升級，大氣電漿雞蛋殺菌應用技術堪稱「南台灣產業跨領域創新中心」的試金石，其產業化模式將可望應用於其他農產及食品加工，助台灣食品安全防護更為嚴密。■

成效三

(大武山牧場提供)

取代UV殺菌



透光
檢查

聲納
裂蛋
偵測

UV
殺菌

血蛋
偵測

重量
分級

裝箱

封箱

出貨