



農業導入科技能量 讓生產精準化

平地成功培育高山舞菇 人力大減六成

雪白犄角般的枝椏，在高濕微涼的空氣中散發初生的鮮甜氣息，溫室中的白舞菇朵朵盛開，宛如陸上珊瑚。這裡是台灣唯一不靠海的縣市，位於南投工研院中分院的「全環控智慧溫室系統」，為高附加價值農作抵擋燠熱暑氣，栽培出高山才有的珍貴菇蕈。



為利於自動化生產，工研院特別針對白舞菇的生長特性開發出新型栽培瓶，除了特別設計瓶子本身的長、寬、高比例外，硬度也要適合機器手臂抓取。

撰文／鄒明珩

說到農業，老一輩人津津樂道台灣曾是香蕉、鳳梨、洋菇、蘆筍王國，農業曾經撐起台灣經濟的一片天，但近年農業面臨全球極端氣候加劇，以及從業人員高齡化、人力短缺等挑戰，亟需

導入科技能量，引進智慧耕種思維以突破現狀。針對亞熱帶氣候所打造的「全環控智慧溫室系統」，不僅可免去天災威脅，還能精準控制生產環境，提升生產效率，讓農民不再靠天吃飯。



「溫室技術是解決農業缺乏人力、易受氣候影響的方法之一，台灣早期多引進荷蘭、日本等溫寒帶國家的溫室技術，在系統設計上不適合位處亞熱帶的台灣，導致營運成本過高，無法形成產值效益，」工研院中分院溫室系統技術中心主任黃添富，分析過往溫室系統的問題。

由工研院研發的全環控智慧溫室系統，針對台灣亞熱帶氣候特性打造兼具自動化、感測控制、光源、微環境、病原體檢測的溫室系統，可隨時監控作物光照強度、水質、空氣濕度等數據，使過往難以培育的高經濟價值作物得以量產，提高農業經濟價值。

改良栽培方式 白舞菇質佳量增

工研院的全環控智慧溫室系統已成功運用在多種植栽作物案例，並可依據作物的不同特性進行客製化調整。以營養及經濟價值高的白舞菇為例，白舞菇具有抗癌、可增強免疫力的成分，但生長環境

條件嚴苛，一般生長在海拔1,500公尺以上、溫度攝氏16度左右的高山，過往僅生長於中國大陸、日本山區，光是野生產量就十分稀少，想要大量生產更是一項挑戰。

傳統栽培白舞菇因環境氣候調控不易，但凡菌絲在尚未形成足夠強壯的族群前，只要一點點環境變異，就會造成整個菌絲群壞死。加上目前業界僅能以太空包栽培方式出菇，而太空包栽培過程難以採用機械定位抓取，也造成接菌、搔菌的過程中需仰賴大量的人力。種種原因使得白舞菇產業化的難度相當高。

導入工研院的全環控智慧溫室系統之後，不僅可精準調控溫度濕度，大大提高出菇率，採收良率超過90%，並改良原本傳統太空包栽培方式，研發出可用機械手臂定位抓取的新型栽培瓶，利於自動化生產，採收人力從百人大幅降低至40人左右，成功讓原本只能生長在寒帶山區的白舞菇，在亞熱帶地區美麗綻放。



以智慧溫室控制系統精準調控白舞菇所需的生長環境，讓不易栽培的白舞菇品相佳又能大量生產。

此外，為利於自動化生產，工研院特別針對白舞菇的生長特性開發出新型栽培瓶。研發過程中，除了要特別注意瓶子本身的長、寬、高比例外，硬度也要適合機器手臂抓取，黃添富說明，培育白舞菇的過程中，有一個重要的步驟即是去皮搔菌，此步驟是要給出菇前的白舞菇菌絲群適當的環境刺激，使之順利出菇，「如同蓮霧在生長過程中需要在枝幹基部環刻一圈，切斷營養輸送使蓮霧樹勢弱化，進而誘發其結果實、留後代的概念一樣。」

新型栽培瓶的瓶蓋經過特殊設計，不僅能讓菇菌順利爬滿瓶身、降低走菌過程中受到其他菌種汙染的機率外，還能使去皮搔菌的過程更加流暢。「光是這個瓶蓋，我們就實驗了好幾次，」黃添富表示。

而全環控系統中的「自動化溫室生長監控栽培系統」，可以透過感測器隨時監控溫室內溼度與氧氣濃度，不僅創造出符合白舞菇喜愛的生長環境，更能使每一朵白舞菇在出菇後的外型條件趨近一致，產量品質兼具，大幅提高產品的市場競爭力。

溫室系統技術產業化 整廠輸出國際

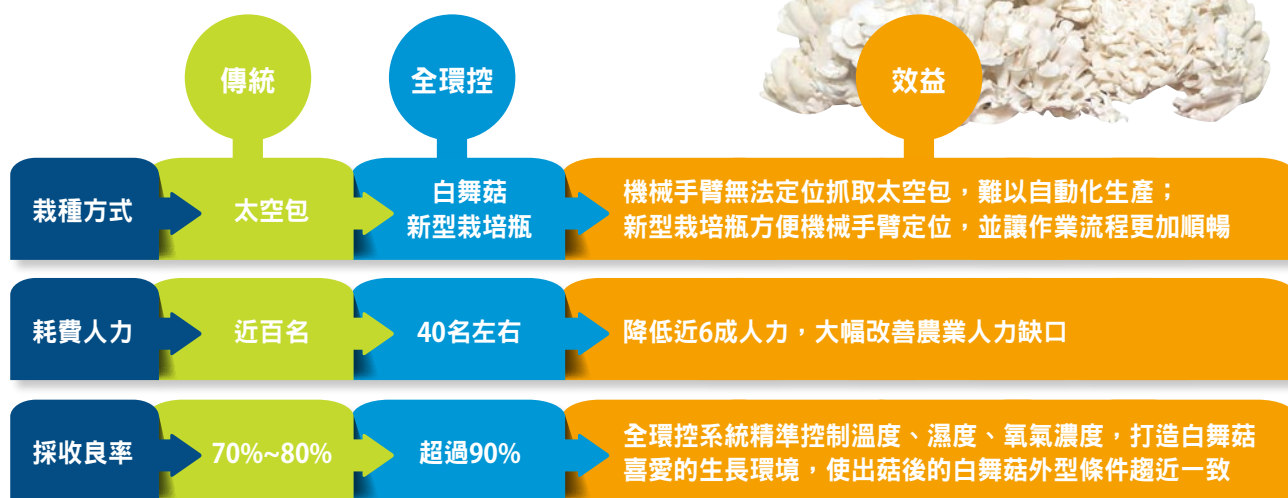
根據行政院農委會「農業科技產業發展策略分析」調查顯示，國外菇草市場對於新鮮的異國菇

種，尤其是像白舞菇這樣具有高經濟價值的亞洲菇種需求度高，但這些菇種皆尚未形成大規模商業生產，因此存在著未被滿足的市場缺口。工研院藉由全環控智慧溫室系統，以及改良栽培瓶的方式，克服氣候、環境等問題，成功在亞熱帶地區量產白舞菇，未來商機潛力無窮，將是台灣業者可以搶先掌握布局市場的切入點。

全環控智慧溫室系統已累積不少成功案例，成功培育包括水耕蔬菜、草莓、藍莓等，搭配資通訊技術，一人可以監控8個栽植場地，產量提高了，人力卻減少了。目前工研院正積極與民間業者合作，進一步將系統技術產業化，協助農業轉型升級，創造更大商機。預計在2018年底將與德川農場、興富農公司衍生成立新創事業「優菇發公司」，導入白舞菇自動生產技術，預估促成投資達8,000萬元以上。

對於全環控智慧溫室系統未來的發展，黃添富表示，將以產業化作為目標，在技術與成本效益間取得平衡，希望能達到每年2億以上溫室作物的外銷產值，「最終目標是以整廠輸出的方式，將台灣發展成熟的溫室系統技術向外輸出其他亞熱帶區域，創造更大的附加價值，形成新興產業區塊！」■

全環控智慧溫室系統vs. 傳統溫室栽培





打造三大「農民有感」關鍵技術

以工輔農的台灣新農業願景

撰文／黃柏軒

為協助台灣農業升級轉型，工研院將位於南投的中分院建置成以工輔農、農工合作的中心樞紐（Hub）。工研院協理兼中分院執行長段家瑞表示，「以工輔農」是新農業政策賦予工研院的目標，針對產業痛點，找出三大讓「農民有感」的突破點：包括發展高價值作物的「溫室」技術、與在地區域聚落結合的「田野」技術，以及加工技術「後製」農產品，解決產銷失衡問題。

在溫室技術方面，段家瑞指出，因應台灣高溫高溼的氣候，工研院結合感測、溫控、環控技術，開發出節水、節能、高產值、智慧化，適合亞熱帶地區的「全環控智慧溫室系統」，在中分院打造示範亮點場域。這套系統在國內可加強區域原有農產、發展高經濟價值作物，現已成功栽植出溫帶草莓、白舞菇、藍莓等高價作物，並已導入資通訊科技，運用遠端管理，降低人力需求，解決農業缺工問題；針對國際市場則期望做到技術移轉、整廠輸出，帶來更高產值，目前已經打入國際市場將草莓溫室技術移轉到日本沖繩。

在田野技術方面，推動智慧監控與生態材料的系統化技術整合、建立SOP，與農試機關的合作讓地方中小農穩定提升作物品質。如「生物炭官能基改質」與「土壤與田間植物健康管理」的軟硬體技術整合，讓屏東紅藜原鄉農民改用生態材料與

節水保肥的標準作業程序，營造無毒友善的生產模式，不僅產量倍增也吸引大型指標食品廠的保價契約收購；其他如南投茭白筍、彰化溪湖葡萄，輔以開發出的LED植物生長光譜與特色燈具的應用，除增加農產品的機能性（如葡萄花青素），也大幅增加產量並省下可觀的光照電費。

針對產銷失衡問題，則透過「後製」技術協助農產格外品（即市場賣相或賣價不佳但品質無虞的農產）轉換為高值化材料進行食品及化妝品的跨領域應用。例如將美濃水蓮格外品導入「常溫保色乾燥及粉末化」與「多重壓差萃取」等技術，為過剩農產品或格外品找到第二春。工研院將原料進行材料高值化的科技已經成功地應用在玉井芒果乾、花蓮白柚妝品、彰化鳳梨與荔枝風味水、屏東香花純露以及高單價的無毒特色茶樹精油等區域農產。

近年年輕人回鄉務農的意願提升，段家瑞分析，年輕人較能接受新科技，也渴望發展有別於上一代「靠天吃飯」的模式，現在正是工業協助台灣農業升級轉型的黃金時機，台灣農業將煥發蓬勃生機。■



段家瑞

工研院協理
兼中分院執行長