四大突破！精確判讀

土壤快篩檢測掌握農地肥力

土壤也要快篩！氮、磷、鉀是植物成長所需重要養分，各家土壤肥力不同，作物需求各異，何時施肥？施什麼肥？比例如何？是老農秘而不傳的經驗談。工研院開發的「土壤肥力快篩檢測套組」，30分鐘就能檢測出土壤中氮、磷、鉀的含量，幫助農民快速訂立施肥方針，在植株需要營養的關鍵時刻，即刻提供補給。

撰文／陳怡如

如同人要吃東西，土壤也需從肥料中獲得營養。以往農民採用觀察法，判斷植株特徵給予肥料，比如葉片黃了，就加重氮肥：葉片枯了，就增加鉀肥。但施肥不像特效藥，能馬上改善病徵，必須經過代謝才有效果，當植株有問題時，想再追肥，往往已無濟於事，因此需即時掌握土壤肥力，及時施肥。

「土壤肥力快篩檢測套組」可快速檢測出土壤中氮、磷、鉀含量，讓農民即時訂立施肥方針，提供補給。

快篩套組國產化　適宜臺灣風土

目前國內農業試驗所及各區農業改良場，皆有提供免費的土壤肥力診斷服務，卻因檢查項目詳細，需耗時1個月，無法即時改善植株問題。對農試所來說，1年檢測數量高達3萬件，檢測成本約1,500萬元，所費不貲。

另一個快速解決方案，則是利用土壤快篩試劑。以國外快篩套組來說，只檢測氮、磷、鉀等影響肥力的三大要素，不考慮萃取時間約半小時就能知道結果，但國外的快篩套組和數值指標並不適用於臺灣土壤，工研院材料與化工研究所經理黃靜萍表示，「快篩試劑是一個很好的工具，但如果沒有搭配地域特性，對農夫的效益不大。」

於是在2019年，工研院與農試所展開合作，投入國產化的土壤肥力快篩檢測，操作方法很簡單，將田地土壤放入萃取瓶中加水，再加入萃取試劑，搖晃1分鐘然後靜置30秒後，即得到融出氮、磷、鉀的澄清液體，再放入呈色盒，放入呈色試劑，觀察顏色的深淺變化，只要30分鐘，就能知道土壤的氮、磷、鉀濃度。

專利試劑配方加數位判讀　準確率達8成

黃靜萍指出，雖然工研院和國外一樣採用呈色的方式，但工研院的技術有四大突破。首先是萃取試劑的配方研發，由於快篩是利用水萃取出土壤裡

待測的氮、磷、鉀離子，但當土壤分散在水裡時，「就像爛泥巴一樣，水是濁的，」國外快篩是透過沉澱方式，等水變乾淨，「快的話等到隔天，但有些土等1個月也不見得會澄清。」於是工研院研發萃取試劑，僅捕捉讓土壤變混濁的微小粒子，卻會放過氮、磷、鉀離子，只要搖晃後等待短短30秒就能得到乾淨的萃取液。

第二是呈色試劑的配方研發。黃靜萍表示，呈色反應跟溫度和時間有關，在大太陽底下和在冷氣房裡的顏色反應不同；而時間則與反應速度有關，「就像新冠的快篩試劑，之所以要等15分鐘，就是要等它完全反應才準，太快或太慢都不行；如果反應速度沒有控制好，顏色就會一直改變。」於是團隊在研究呈色試劑的配方時，把溫度和時間全都考量在內，才找出最佳配方。

第三是呈色盒為獨家專利設計。它是透明盒子，光線、角度都會影響人眼對顏色的判斷，於是團隊在盒子外側加上阻擋陽光的遮光層，把光的干擾消除7成。而呈色盒外的對照色卡，國外產品是由淺到深的方式排列，但團隊採取錯位的方式呈現顏色，「因為人眼會視覺疲勞，依序排列容易感到疲累，錯位設計是為了擾亂視覺，讓你更容易對照。」

最後，除了肉眼判斷還不夠，團隊更進一步提供數位判讀服務，農民只要用手機拍下液體顏色，上傳雲端，AI演算法會自動匡列色卡辨識比較顏色相似度，直接顯示氮、磷、鉀比對色階，將比對準確率從肉眼判讀的5成提升至8成。

大數據分析　建立完整施肥平台

這套快篩套組除了快速和準確率高等優勢外，更節省農民成本。國外套組檢測1次要100元，工研院透過推出試劑補充包的方式，將成本大減一半。從施肥角度來看，掌握土壤肥力也能避免過度施肥，約可減少20%～50%的施肥量，若以1公頃肥料成本年省2,000元、全臺稻米耕種面積26.3萬公頃來計算，1年就能省下高達5.3億元的肥料費用。

先前工研院的團隊已在高雄湖內、雲林土庫和臺中神岡等地，完成青花菜、玉米、花生、蘆筍、火龍果等作物的樣本實測，最近也將導入台糖的甘蔗田，從今年開始，團隊更選定恆春的洋蔥田，進行長期的場域驗證。

團隊還有一個更大的目標，透過長期蒐集檢測數據，連結地區、植株、土壤肥力和施肥的關係，建立完整資料庫平台，提供農民精準的施肥建議。從土壤快篩模組到大數據分析，臺灣農業的智慧化在科技的幫助下，正大步向前邁進。■
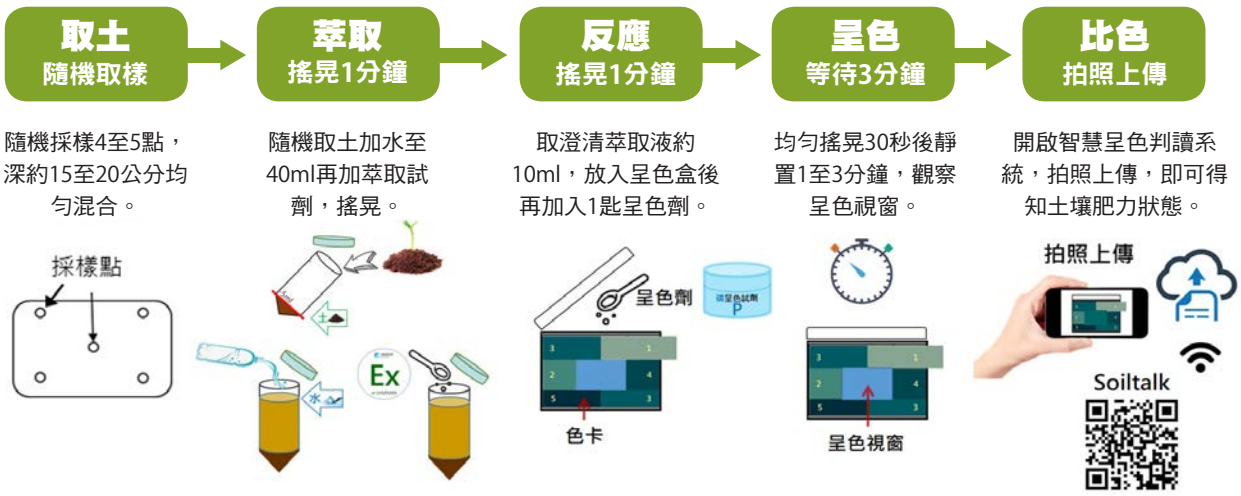
FIG2土壤營養源呈色試劑S流程（以磷呈色為例）