

## 養液栽培之發展方向與展望

李金龍 侯鳳舞\*

養液栽培 (nutriculture) 為一種無土設施栽培技術，它包括了砂耕、礫耕、岩棉栽培、水耕、水氣耕、噴霧耕…等，各種利用人工調配營養液供作物生長之新興作物栽培方式。其在商業生產利用之歷史雖不久，但有關植物生長所需營養配方之基本研究遠在300年前即已開始進行。英國皇家學會研究員 woodward 最早利用水耕方法探討植物之營養吸收方式，但因設備及植物生理等相關科學知識缺乏，進展有限。至1865年西德溫茲堡大學 Van Sach 教授才開發完成植物之無土栽培技術、當時之無土栽培技術主要係供植物養份吸收及生理代謝研究。直至1930年美國加州大學 Gericke 教授從事水耕蔬菜生產試驗成功後，世界各國才開始進行商業化栽培之研究與開發。二次世界大戰後，駐日美軍，曾於東京近郊及滋賀縣等地設立礫耕栽培場32公頃，生產高苣、蕃茄及胡瓜等生鮮蔬菜，供應境內之美軍及眷屬，此為養液栽培大規模生產利用之開始。此後養液栽培逐漸受到各國重視，各種養液栽培技術及模式亦相繼開發，例如近年來業者栽培採用之薄膜流層 (NFT) 水耕栽培技術，即由英國溫室研究所開發改良而成。目前世界上已有許多商業性之養液栽培農場，主要生產作物為葉菜類及果菜類、芽菜及花卉。以世界上水耕栽培最發達國家荷蘭為例，其養液栽培面積已超過2000公頃，主要以岩棉栽培生產蕃茄、胡瓜及花卉。其它如英國之養液栽培面積約250公頃，主要生產作物為蕃茄、胡瓜、高苣。日本養液栽培面積約有300多公頃，大部份以岩棉栽培及 DFT 法來生產蕃、胡瓜、洋香瓜、鴨兒芹、蔥、高苣，草莓及花卉等。美國、法國、丹麥、比利時、加拿大、以色列、西班牙、澳大利亞等國之養液栽培均有相當規模。

另外全球性之養液栽培研究及推廣單位有：國際無土栽培學會 (ISOSC) 於1955年在荷蘭成立，每4年開一次大會，現有50國約500名左右之會員與會；國際養液栽培研究所，位於西班牙 Las Palmas，為國際上唯一之養液栽培專業試驗研究單位。可見世界各國對養液栽培之重視。

### 一、國內養液栽培現況

國內芽菜的養液栽培，以豆芽之實用化最早，其次為苜蓿、豌豆、蘿蔔等芽菜類。但田間作物之養液栽培起步較晚。民國58年龍潭農校開始進行礫耕栽培試驗。然後農業試驗所，中興大學亦開始進行無土栽培試驗。民國七十二年鳳山園藝試驗分所開始進行水耕栽培試驗，民七十四年台中區農業改良場開始進行水耕栽培實用化之研究，此後亦有民間業者開始從事養液栽培技術之引進及小面積生產嚐試。茲將其研究開發重點及成果簡述如后：

#### (一) 台中區農業改良場

於75年底開發完成動態浮根式水耕栽培系統，本養液栽培系統之特性為作物之根系，隨養液之昇降而上下波動，上位根部可露於容空氣層中而增加根部活性。因此可有效克服部份因溫所引

\* 行政院農業委員會園產科科長及技正

起之水溫上升、溶氧量缺乏、根活性下降等向題。目前採用動態浮根式水耕系統進行蔬菜生產栽培的有台灣糖業公司的溪湖糖廠及埔里副產加工廠，及台中縣龍井鄉、苗栗縣銅鑼鄉、西湖鄉、桃園縣平鎮鄉、彰化縣永靖鄉、台南縣歸仁鄉及台北市外雙溪等一帶農民從事葉菜類及果菜類的生產。

### (二)鳳山熱帶園藝試驗分所

目前正積極從事洋香瓜水耕栽培試驗，以浮根式水耕配合定時養液交換法進行。洋香瓜之養液栽培，從營養生長轉在為生殖生長，需有特殊之養分及水分管理，以供果實肥大、網紋、果色或果肉糖度等與品質有關之特性表現，此為世界各國從事水耕栽培仍需克服之瓶頸問題。目前鳳山分所在洋香瓜水耕栽培品種之檢定、養分及水份管理技術方面已有相當進展。

### (三)其它試驗場所

亞洲蔬菜研究發展中心研究開發之“非循環式水耕栽培系統”採用不通氣原理，在設施與材料成本上較其它養液栽培系統低，且管理方法較簡易。經兩年來試驗研究結果，本系統極適合於家庭式短期蔬菜之養液栽培。而採中大型非循環式水耕栽培系統之研究開發將以經濟生產為主要目標、農產、低生產成本及高品質為必要條件。對短期蔬菜作物而言，技術上問題不多，產量的限制因子為高溫下生物產量的潛力，而非水耕系統之優劣。作物在高溫下根系發育不良為非循環式水耕系統在夏季不利蔬菜生長的主要限制因子之一。因此如何調節液溫及克服根系在高溫時之缺氧問題，仍需再研究探討。對長期蔬菜類而言，養液之繼續添加方式及高溫下根系活性之維持為主要之研究方向。

### (四)民間業者：

國內目前從事養液栽培業者有廿餘戶，面積約六公頃。所採用之養液栽培系統及生產蔬菜種類則各異。如台糖公司溪湖廠及埔里副產品加工廠係採用台中改良場研究開發之水耕栽培系統，生產萵苣、白菜、青梗白菜及胡瓜等。台灣清潔蔬菜公司從國外引進 NFT 系統的設備，生產葉菜類。台鳳公司亦於民國七十六年十二月與日本 M 式水耕研究所合作，引進本套設備及生產技術，於陽明山菁山路租地投資設立台鳳綠心水耕農場，為國內首套智慧型栽培系統，其溫室設施面積有1056平方公尺，設施內外裝置有日射、氣溫、降雨、風速、濕度、二氧化碳等精密感應器，並有電腦監視螢幕，目前以生產波斯頓萵苣等新鮮生菜為主。

## 二、養液栽培面臨之問題

### (一)栽培模式及供氧方式

世界各國均有各種不同之養液栽培模式。如荷蘭大部分作物以岩綿栽培。岩綿因理化性良好、有充分的空氣和水份供給，不具離子交換力，而且養分之控制容易。日本之葉菜類以 M 式為主，蕃茄生產則以等量交換式和 Hyponic 兩種為主。英國之胡瓜和番茄亦以岩綿栽培為主，萵苣則以培養液薄膜法 (NFT) 栽培。國內氣溫較高，夏季平均最高達 $30^{\circ}$ — $31^{\circ}\text{C}$ ，而液溫高時溶氧量則少，如液溫 $30^{\circ}\text{C}$ 時其飽和溶氧量為 7—6ppm，且作物於高溫下根所需之氧消耗量愈高。因此國內應以本身之環境條件與需要為考量基礎，研究開發合之養液栽培方法。評估介質耕、水耕或噴霧耕等的適用性。

### (二)溫度調節問題

夏季高溫為一般蔬菜土耕及水耕栽培共同面臨之問題。因此降溫處理或局部 (根部) 冷卻方

法，以供作物正常生育之促成栽培方式，為養液栽培方面尚需研究解決之技術。

(三) 培養液之調配管理

培養液之成份因作物種類不同而有差異，且培養液之管理如溫度、濃鹼度、電導度、溶氧量等基本資料均需隨時注意，以免發生偏差。

(四) 養液栽培之基礎資料及經濟生產成本尚待建立

有關養液管理、作物生育基礎及病蟲害之發生、控制及經濟生產成本分析等基本資料之建立為養液栽培上游工作所急需進行之重點項目。

### 三、未來展望

(一) 改善品質及穩定產量

依據歐美先進國家養液商業化栽培之經驗。瓜果類之品質份有待改善。例如蕃茄酸味低，但因鉀與磷肥之肥效合理化而味甜。胡瓜之水分雖多，但肉質脆且貯藏性高，有些葉菜類如芹菜等之香味減少，洋香瓜之糖度不均一等，此等問題須從育種或栽培管理技術上予以克服改善。

(二) 擴大經管規模

養液栽培可連作，且比土耕可節省40%之勞動力。若能擴大經管規模，以企業經管試建立周年生產體系，並配合超級市場之銷售體制，以提高養液栽培之經濟效益。

(三) 規格化設施及資材之供應

養液栽培雖已朝本土化方向發展，但投資費用甚高，影響水耕蔬菜之生產成本。今後應加強規格化設施資材之開發供應。

### 四、結 論

養液栽培技術為目前行政院農委會推動之國家級設施園藝計畫項下之重點工作之一。近年來經有關試驗研究單位不紘斷地研究開發改良，已有不少業者開始引用栽培。惟養液栽培成本高，適合生產作物種類有限，管理需具高科技等問題，均有係突破改進。養液栽培最後階段即以建立植物之廠為重要目標之一。若能針對上述問題研究改善，未來養液栽培之發展仍深具潛力。