

## 養液肥培管理在農作物栽培上之應用

### Application of nutrient solution management on crop cultivation

張庚鵬<sup>1,\*</sup>、李艷琪

1

<sup>1</sup> 行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

\*E-mail: gpchang@tari.gov.tw

### 緒 論

肥料是提供作物營養的物質。也就是說，為了促進作物生長、提高產量或增進品質而有直接或間接地供給作物的物質。地球上幾乎沒有一個地方的土壤(或任何一種栽培介質)，可以不施用任何肥料而能長期種植作物並獲得高產。在大多數情況下、由於種植作物，土壤逐漸變得貧瘠。因此，即使在最簡單的農業制度下，也需要施用肥料。

早期人類所使用的肥料不外動物的糞尿、屍骸，或植物性的堆肥。施用此等肥料常因受限於施用量不足、營養要素的釋出難以掌控，及施用方法不當，所栽種作物的產量可說低得可憐。直至高要素成分、高溶解度、低成本的化學肥料的發明，農業產生震撼性的「綠色革命」—由於化學肥料的廣泛使用，作物產量成倍數的增長，也使人類戰勝了飢餓。時至今日，雖偶有因化學肥料施用過量而導致土壤暫時酸化，或造成環境水質污染之事例發生，化學肥料仍是農業先進國家農作物栽培上使用的最主要肥料。

施肥在栽種作物上既然扮演如此重要的角色，因此，在栽種作物前先擬定一套合理的肥培管理辦法是絕對必要的。何謂合理化肥培管理？簡單地說，就是讓所施用的肥料達成最高效率的生產量的肥培管理方式稱之。但是要達成此種目標可不容易。首先，得先明瞭栽植土壤(或其他介質)之理化性質，然後，按所栽種作物之生育特性(長短期採收、品種差異等)，參酌不同生育時期(苗期、營養生長期、生殖生長期等)、氣候(光照強度、溫溼度高低、通風狀況等)、栽培方法(設施或露地栽培、灌溉方法等)等因子之影響，以適當比率、適當量之肥料，適時以最佳的施用方法施用。接著以一套簡單而實用的方法來進行肥力監控也是必須的。如此，當栽培環境(如大量雨水沖淋等)或作物生育條件(如大量採收果實等)發生變化時，才可以隨時掌握肥力變化情形，給予適當的肥料補充。

養液肥培管理技術乃是跳脫傳統之施肥模式，將高溶解性化學肥料操作得更得心應手的一種施肥技術，通常應用於具高經濟作物之精緻栽培。如上文可知，影響肥培管理的因子眾多，若採用傳統之肥培管理方法—撒施、溝施、條施化學或

有機肥料，以雨水或溝渠水為水分供給方式，此法將因受限於土壤水分，肥料之溶解度及不同要素在土壤移動率不易控制，欲維持適當而穩定之土壤肥力及高肥料利用率實屬不易，自然無法達成高產、高品質之目的，養液肥培管理與傳統之肥培管理之簡單區別如表一所示。

表一、養液肥培管理與傳統肥培管理之區別

項目	類別	
	養液肥培管理	傳統肥培管理
肥料種類	高溶解性之化學肥	化學肥、有機肥、微生物肥料等
施肥方法	以管路系統進行噴施或滴施	撒施、溝施、條施等
施肥頻度	高頻度(甚至一日數回)，少量多施	低頻度(數週之追肥或數月之基肥)，多量少施
供水方式	控制性給水	雨水、溝渠給水或地下水
栽種類別	精緻栽培、高經濟作物為合宜	一般作物

#### 養液肥培管理之操作要領

操作養液肥培管理，其管理重點主要在下列三項：

1. 具備簡易實用之灌溉管路及適當供液量之設定 水分是作物生長所不可或缺的要

素。正常說來，只要溶氧量充足，水分愈多，

作物生育愈旺盛。而在作物營養上，水分是營養要素(肥料)溶解的必要溶劑，只有溶於水的營養要素才能為作物吸收利用。在具備防雨設施之土壤或介質內，以養液肥培管理栽種作物，供液量易於控制，穩定的肥力狀況亦易達成；若在多雨季節之露地栽培，溶解性液肥易因雨水淋洗而流失，維持穩定的土壤肥力極為不易，此種狀況並不適宜養液肥培管理之操作。灌溉管路方面，若無裝設防草設施(如防草蓆、不織布、銀黑塑膠布等)，則採用噴灌或滴灌皆可，若有，則以滴灌較為合宜。供液量之決定主要由作物生育狀況及氣候條件決定，而以恆定維持土壤(或介質)最佳水分狀態為基準。表二列出三種作物在不同生育狀況及不同氣候條件下之每日需水量。

表二、滿天星、玫瑰、小黃瓜每日需水量(公升/日/分地)

	冬季		夏季	
	苗期	收穫期	苗期	收穫期
滿天星	300~400	1000~1200	500~700	2000~2500
玫瑰	500~700	1500~1800	800~1000	3000~3500
小黃瓜	600~800	3000~4000	1500~2000	6000~8000

2. 養液要素組成及濃度量之供給 一般而言，栽培土壤(介質)之理化性質、作物之生育特性及氣候條件為養液

組成及濃度量供給主要影響因子。土壤理化性質方面，由於土壤之物理(如質地、團粒結構、孔隙度等)及化學(如酸鹼度、有機質、各要素含量等)性質與肥培管理直接相關，在擬定肥培管理流程時，土壤之理化性質常被列為優先考量因子。例如，在粗質地(如砂土，石礫地等)土壤栽種作物，供液方式宜採低濃度、高頻度方式，以求較佳肥效；在強酸性土壤(如紅壤等)栽種，所供應肥料除氮、磷、鉀外，亦需酌量增施鈣、鎂、硼等元素，在鹼性土壤(如濁水溪流流域之石灰粘板岩沖積土)，則應注意酌施鐵、錳、鋅、硼等元素。作物之生育特性方面，不同的生育時期(苗期、營養生長期、生殖生長期等)及不同品種均應有不同的肥培管理。苗期栽培僅需較少量肥料，肥料過量亦致生育不良或肥傷；營養生長期當以較高比率之氮肥為主，以生產足量的枝條及葉面積。生殖生長期則應適度將氮肥降低，提高鉀肥，此時期若氮素過多，枝葉繁茂將對果實或切花不利。氣候條件方面，光照、溫度、通風等因子會影響不同要素之吸收速度及效率，故視不同氣候條件調整養液之要素比率及濃度量是非常重要的。以介質栽培番茄為例，本省在低溫季節以荷蘭 Sonneveld 氏等之番茄養液配方栽種，可獲得滿意之番茄產量；但若在高溫季節，則調整配方有其絕對必要性(表三、表四)。

表三、荷蘭 Sonneveld 氏等之番茄養液配方與調整配方對夏季聖女小番茄及農友 301 番茄生育、產量及品質之影響(1995 年，8 月，台中)

調查項目 <sup>*</sup>	Sonneveld 氏配方		調整配方	
	聖女小番茄	農友 301	聖女小番茄	農友 301
節間長度 (cm)	29.4	22.3	19.3	14.6
尻腐率(%)	46.4	78.2	2.1	12.2
產量(公斤/株)	0.71	1.3	0.94	1.9
甜度(°Brix)	5.3	3.9	8.1	5.9

<sup>\*</sup>：節間長度、尻腐率及產量之調查，均為 20 株之平均值；節間長度之計算自頂端往下數 3~5 節，產量及尻腐率乃取第 4~6 段之花房果實。甜度調查亦取自第 4~6 段花房果實，但為 5 株平均值。

表四、荷蘭 Sonneveld 氏等之番茄養液配方與調整配方之要素含量比較表

要素	Sonneveld 氏 配方濃度(ppm)	調整配方濃度 (ppm)		
		幼苗~第一花房	著果小果~中大果	中大果~收穫
硝態氮	192	60~112.5 <sup>◎</sup>	45~115	36~85
銨態氮	17.5	17.5~60	35~105	35~84
磷	38	38	38	38
鉀	342	360~420	300~375	360~420
鈣	170	250~350	300~400	300~400
鎂	48	36~48	36~48	36~48
鐵 <sup>**</sup>	0.84	2	2	2
錳	0.55	0.55	0.55	0.55
鋅	0.33	0.33	0.33	0.33
硼	0.32	0.32	0.32	0.32
銅	0.05	0.05	0.05	0.05
鉬	0.05	0.05	0.05	0.05

◎：各要素適宜範圍濃度之調整依據氣候條件（高低陽、日夜溫差）及品種等。

\*\*：新使用之岩綿或含錳較高之有機介質(如泥炭等)及幼苗期，鐵之用量需斟酌提高。

### 3. 土壤肥力之監控 為了讓所栽植作物能達成高產、高品質之目的，恆定地維持、監測土壤中

適當的要素比率及要素量(及最佳肥力)是必須的。然則，肥力如何監控呢？一般說來，最精確的肥力監控方式為：定期(且為短期，需能顧及生育過程中的變因)正確地採取土壤及植體樣本進行要素分析，如此即可準確地測知土壤與植體中要素比率及含量，並補其不足。可惜的是，因為種種因素影響，標準的土壤與植體樣本採樣、分析數據解讀方法並不容易建立，而且要素分析需昂貴的儀器及消耗大量的時間、人力，此法常窒礙難行。

根據多年的試驗及經驗，以簡易之 EC(電導度)測定法作為養液肥培管理之肥力監控方法，在一定的範圍有相當大的用處。由於土壤的 EC 值測定容易(僅需取一份土壤，加入五份純水攪拌後即可由電導度計測定，在田間亦能輕鬆操作)，而經由電導度計即可粗略得知土壤中要素之總量。此等肥力監控法需特別注意二項原則；第一：得先建立 EC 與肥力產量之關係式，如此，吾人即可直接由土壤之 EC 值來判斷要素之總量，並定出適當肥力之 EC 值範圍。第二：由於土壤之 EC 值僅表示土壤中之要素總量，無法表示個別要素之量及比率，是故，以固定比率之養液肥培管理下之 EC 肥力監控，才有其特殊存在之肥力意義界定。若在

介質(如泥炭土、岩綿、純水等)栽培，由於作物生育所需之全部必要元素之量與比率皆能控制，以 EC 測定法作為肥力監控方式，當較土壤栽培更能得心應手。

綜合上述，若能掌握養液肥培管理技術之重點，並正確地付諸執行，則所栽培作物因水分、肥力充足，肥力穩定，且各生育時期之要素比率適當，自能生長快速、繁茂，產量與品質皆高。然則，天下並無白吃之午餐。由於本省養液肥培管理的研究與應用較農業先進國家(典型者如荷蘭)起步晚得多，而養液肥培管理技術操作之複雜度遠高於傳統之施肥方式，是故，有興趣從事養液栽培者，最好能先實際著手養液操作訓練，參酌吸取業者之操作經驗，並時時與專家聯繫討論，如此才可望獲致成功。